

SISTEM MONITORING GAS METANA PADA REAKTOR BIOGAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

SKRIPSI TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



AIDIL FIKRI ISLAMY
NIM. 165060301111026

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG

2020





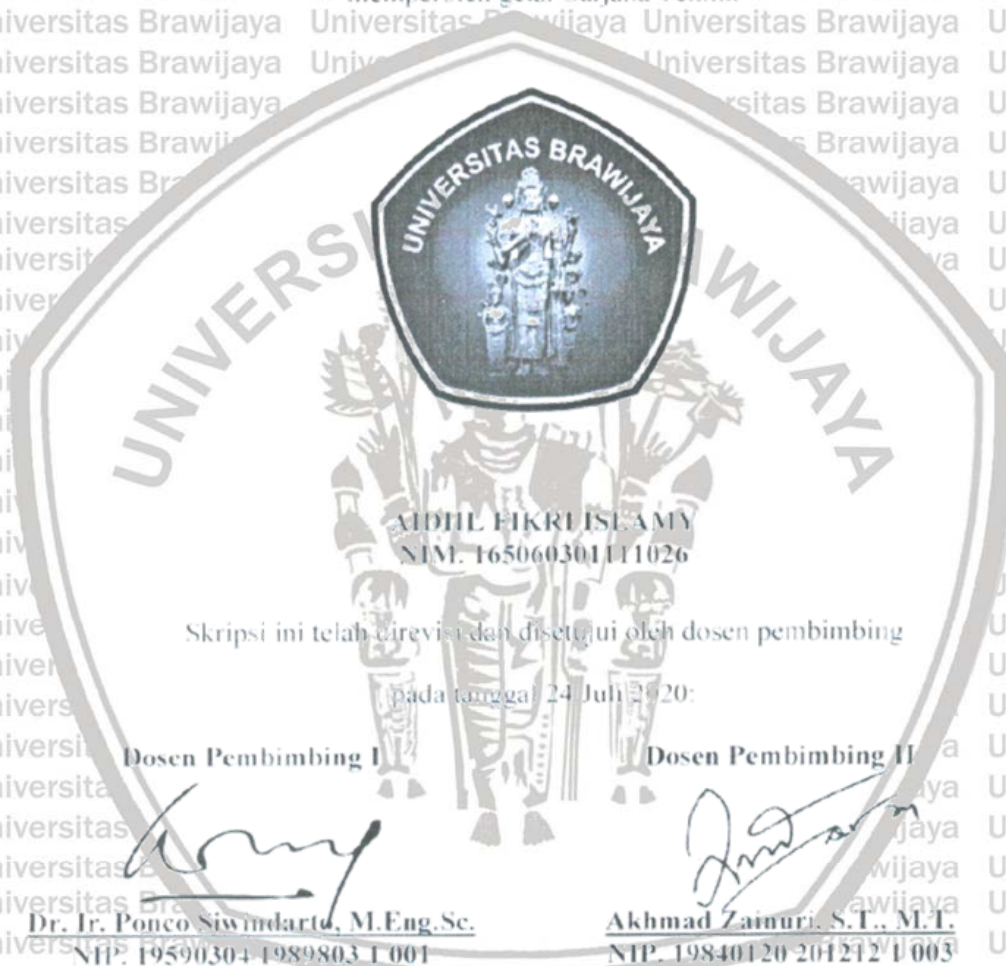
LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM MONITORING GAS METANA PADA REAKTOR BIOGAS
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



AIDIL FIKRI ISLAMY
NIM. 165060301111026

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 24 Juli 2020:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.
NIP. 19590304 1989803 1 001


Akhmad Zainuri, S.T., M.T.
NIP. 19840120 201212 1 003

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Ketua Jurusan Teknik Elektro
NIP. 1973032 200801 1 013



JUDUL:

SISTEM MONITORING GAS METANA PADA REAKTOR BIOGAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Nama Mahasiswa: Aidil Fikri Islamy

NIM: 16506030141026

Program Studi: Teknik Elektro

Konsentrasi: Teknik Elektronika

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua: Dr. Ir. Pongo Sawindarto, M.Eng. Sc.

Anggota: Akhmad Zamri, S.T., M.T.

ANGGOTA DOSEN PENGUJI:

Dosen Penguji I: Eka Maulana, S.T., M.T., M.Eng.

disetujui tanggal 24 Juli 2020

Dosen Penguji II: Adharul Muttaqin, S.T., M.T.

disetujui tanggal 24 Juli 2020

Tanggal Ujian: 23 Juli 2020

SK Penguji: 1352 Tahun 2020

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 24 Juli 2020

Mahasiswa

Aidil Fikri Islamy

NIM. 165060301111026



RIWAYAT HIDUP

Aidil Fikri Islamy, lahir di Gresik, 9 Mei 1998 anak dari Bapak Tulus Mohamad Zar'an dan Ibu Sitta Setiyorini, SD sampai SMA berada di Kabupaten Gresik dan lulus pada tahun 2016, menempuh/masuk program sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2016.

Malang, 24 Juli 2020

Penulis







*Teriring ucapan terima kasih kepada
Papa dan Mama tercinta
serta keluarga besar*



RINGKASAN

Aidil Fikri Islamy, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2020,
Sistem Monitoring Gas Metana Pada Reaktor Biogas Berbasis Internet of Things (IoT).

Dosen Pembimbing: Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.SC. dan Akhmad Zainuri, ST., MT.

Biogas adalah bahan bakar yang tidak menghasilkan asap, sebagai energi terbarukan yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk mensubstitusi bahan bakar minyak atau gas alam. Dengan pemanfaatan teknologi biogas yang efektif dan efisien, maka peternak sapi perah dan sapi potong akan memperoleh nilai tambah berupa hasil dari produksi biogas karena gas metana (CH_4) merupakan kandungan terbesar dari produksi biogas. Maka dari itu, tingkat konsentrasi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari produksi biogas harus selalu diketahui secara *real time* menggunakan *Internet of Things* (IoT) sehingga didapatkan konsentrasi gas metana yang optimal guna menciptakan *zero waste product*.

Data konsentrasi gas metana kemudian dikirim menuju server yang dapat ditampilkan melalui aplikasi *smartphone* serta dapat memberikan informasi kepada peternak bahwa gas metana hasil dari proses produksi telah siap diambil untuk diolah. Sistem ini terdiri dari sensor gas metana MQ-4, mikrokontroler Arduino Mega 2560, relay, RTC, OLED, serta modul SIM800L digunakan untuk mengirim data ke server Blynk pada aplikasi *smartphone* Android. Hasil penelitian menunjukkan sensor gas metana MQ-4 dapat membaca konsentrasi gas metana dari batas minimal sebesar 319 hingga batas maksimal sebesar 9833 ppm dalam reaktor biogas dengan pengukuran Rs/R0 pada sensor sebesar 1,4 pada 492 ppm dan 0,45 pada 9833 ppm. Sistem ini dapat mengirim pembacaan sensor ke server Blynk dengan satuan ppm yang menggunakan jaringan GPRS serta dapat mengirim notifikasi berupa SMS menggunakan kartu SIM secara otomatis apabila gas metana telah terbentuk dengan optimal saat konsentrasi gas metana $\geq 7000\text{ppm}$. Diperoleh nilai kesalahan pengukuran rata-rata sensor gas metana MQ-4 sebesar 60,85 ppm atau 1,94 % dengan resolusi pembacaan sensor gas metana MQ-4 dari data hasil pengukuran konsentrasi gas metana sebesar 13,81 ppm.

Kata Kunci: Sensor Gas Metana, Reaktor Biogas, *Internet of Thing* (IoT)



SUMMARY

Aidil Fikri Islamy, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, 2020, Monitoring System Methane Gas In Reactor Biogas Based Internet of Things (IoT), Academic Supervisor: Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.SC. dan Akhmad Zainuri, ST., M.T.

Biogas is a fuel that does not produce smoke, as a renewable energy that can be used as an alternative fuel to substitute fuel oil or natural gas. With the use of effective and efficient biogas technology, dairy and beef cattle farmers will get added value in the form of biogas production because methane gas (CH_4) is the largest content of biogas production. Therefore, the level of methane gas concentration (CH_4) produced from biogas production must always be known in real time using the Internet of Things (IoT) so that the optimal methane gas concentration is obtained to create a zero waste product.

Methane gas concentration data is then sent to a server which can be displayed via a smartphone application and can provide information to farmers that the methane gas produced from the production process is ready to be collected for processing. This system consists of an MQ-4 methane gas sensor, an Arduino Mega 2560 microcontroller, a relay, RTC, OLED, and a SIM800L module used to send data to the Blynk server on the Android smartphone application. The results showed that the MQ-4 methane gas sensor can read the methane gas concentration from a minimum limit of 319 to a maximum limit of 9833 ppm in a biogas reactor with measurements of R_s / R_0 on the sensor of 1.4 at 492 ppm and 0.45 at 9833 ppm. This can send sensor readings to the Blynk server in ppm units using the GPRS network and can send notifications in the form of SMS using the SIM card automatically if methane gas has been formed optimally when the methane gas concentration is $\geq 7000\text{ppm}$. Obtained the average measurement error value of the MQ-4 methane gas sensor of 60.85 ppm or 1.94% with the resolution of the MQ-4 methane gas sensor reading from the methane gas concentration measurement data of 13.81 ppm.

Keywords: Methane Gas Sensor, Reactor Biogas, Internet of Things (IoT)







DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Biogas.....	5
2.1.1. Komposisi Biogas.....	5
2.1.2. Gas Metana.....	5
2.1.3. Tahap Pembentukan Biogas.....	5
2.2. Sensor Gas Metana MQ-4	6
2.3. Arduino Mega 2560.....	8
2.4. RTC DS1307	9
2.5. Modul SIM800L.....	10
2.6. Relay	10
2.7. Internet of Things	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1. Spesifikasi Sistem.....	13
3.2. Perancangan dan Pembuatan Alat.....	14
3.3. Diagram Blok	14
3.3.1. Perancangan Mekanik.....	15
3.3.2. Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	17
3.3.2.1. Rangkaian Sensor Gas Metana	17
3.3.2.2. Rangkaian RTC	18
3.3.2.3. Rangkaian OLED	19
3.3.2.4. Rangkaian SIM800L.....	19
3.3.2.5. Rangkaian Regulator Stepdown.....	20
3.3.2.6. Rangkaian Relay.....	20

3.3.3.	Perancangan Perangkat Lunak (Software)	21
3.3.3.1.	Perancangan Aplikasi Pada Smartphone	23
3.4.	Pengujian Alat	23
3.4.1.	Pengujian Sub Sistem	24
3.4.1.1.	Pengujian Sensor Gas Metana	24
3.4.1.2.	Pengujian Pengiriman Data ke Server	25
3.4.1.3.	Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS	25
3.4.2.	Pengujian Keseluruhan Sistem	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1.	Pengujian Sensor Gas Metana	27
4.1.1.	Prosedur Pengujian Sensor Gas Metana MQ-4	28
4.1.2.	Hasil Pengujian Sensor Gas Metana MQ-4	28
4.2.	Pengujian Pengiriman Data ke Server	34
4.3.1	Prosedur Pengiriman Data ke Server	34
4.3.2	Hasil Pengujian Pengiriman Data ke Server	35
4.3.	Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS	37
4.4.1	Prosedur Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS	38
4.4.2	Hasil Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS	38
4.4.	Pengujian Keseluruhan Sistem	39
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN		49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Sensor Gas Metana MQ-4	7
Tabel 2.2. Spesifikasi Arduino Mega 2560	8
Tabel 4.1. Konfigurasi Sensor Gas Metana dengan Arduino Mega 2560	30
Tabel 4.2. Konfigurasi Arduino Mega 2560 dengan OLED	31
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rs/Ro Sensor Gas Metana MQ-4	31
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Pengiriman Data ke Server	37
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Nilai Error Keseluruhan Sistem	39
Tabel 4.6. Data Pengujian Keseluruhan Sistem	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sensor Gas Metana MQ-4	7
Gambar 2.2. Arduino Mega 2560	8
Gambar 2.3. RTC DS1307	9
Gambar 2.4. Modul SIM800L	10
Gambar 2.5. Simbol Relay	11
Gambar 3.1. Diagram blok sistem yang dirancang	14
Gambar 3.2. Perancangan Mekanik Reaktor Biogas Tampak Kiri	15
Gambar 3.3. Perancangan Mekanik Reaktor Biogas Tampak Kanan	16
Gambar 3.4. Perancangan Mekanik Tabung Penampung Tampak Depan	16
Gambar 3.5. Perancangan Mekanik Tabung Penampung Tampak Samping	17
Gambar 3.6. Rangkaian Pada Sensor Gas Metana	18
Gambar 3.7. Rangkaian pada RTC	19
Gambar 3.8. Rangkaian pada OLED	19
Gambar 3.9. Rangkaian pada SIM800L	20
Gambar 3.10. Rangkaian Regulator Stepdown	20
Gambar 3.11. Rangkaian Relay	21
Gambar 3.12. Diagram alir sistem yang dirancang	22
Gambar 3.13. Rancangan Aplikasi Smartphone	23
Gambar 3.14. Rangkaian Sensor MQ-4	24
Gambar 4.1. Diagram Blok Rangkaian Pengujian Sensor Gas Metana MQ-4	28
Gambar 4.2. Tabung Penampung Gas Metana	29
Gambar 4.3. Grafik Konsentrasi Gas Metana (ppm) dengan (Rs / Ro) Pada Datasheet	29
Gambar 4.4. Konfigurasi Sensor MQ-4	30
Gambar 4.5. Grafik Perubahan ppm Terhadap Rs/Ro	32
Gambar 4.6. Grafik Linier Perubahan ppm Terhadap Rs/Ro	33
Gambar 4.7. Diagram Blok Rangkaian Pengujian Pengiriman Data ke Server	35
Gambar 4.8. Pengaturan Koneksi GPRS SIM800L ke Aplikasi Smartphone Blynk	35
Gambar 4.9. Gambar Komunikasi Serial Monitor Modul SIM800L	36
Gambar 4.10. SIM800L Terkoneksi Jaringan Internet	36
Gambar 4.11. Diagram Blok Rangkaian Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS	38
Gambar 4.12. Pengaturan SMS SIM800L	38
Gambar 4.13. Notifikasi SMS	39
Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Konsentrasi Gas yang Sebenarnya dan Terkirim	40
Gambar 4.15. Grafik Keluaran Sensor Selama Proses Fermentasi Biogas	43
Gambar 4.16. Interface pada OLED	43
Gambar 4.17. Interface pada Aplikasi Smartphone Android Blynk	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Alat	51
Lampiran 2 Listing Program	55
Lampiran 3 Datasheet	62





BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia tergolong salah satu negara penghasil minyak bumi dan gas, namun ketersediaan atau cadangan minyak bumi tidak seimbang lagi dengan kebutuhan bahan bakar minyak nasional. Cadangan minyak Indonesia pada tahun 2005 sebesar 8,63 Milyar Barel, namun pada tahun 2010 hanya 7,76 Milyar Barel (Wahyuni, 2011). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak nasional pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Pemanfaatan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan utama dalam mengatasi krisis bahan bakar.

Salah satu energi terbarukan dan ramah lingkungan adalah biogas. Biogas adalah bahan bakar yang tidak menghasilkan asap, sebagai energi terbarukan yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk mensubstitusi bahan bakar minyak atau gas alam. Biogas dapat diperoleh dari sampah organik dan limbah (ternak, rumah tangga, pasar, industri pangan dan sebagainya). Biogas memerlukan penanganan yang tepat dan cepat guna menghindari dampak negatif yang ditimbulkan. Dengan teknologi biogas yang efektif dan efisien, maka peternak akan memperoleh nilai tambah baik berupa biogas serta pupuk organik yang lebih berkualitas (padat dan cair) (Purwantini, 2014). Pada era industri 4.0 ini, dimana semua hal serba digital dan *Internet of Things* (IoT) sudah banyak menjadi solusi dari berbagai permasalahan yang memerlukan penanganan yang tepat dan cepat termasuk memonitoring data konsentrasi gas metana secara *real time* dan mengirimkan informasi bahwa gas metana hasil dari proses produksi biogas telah siap diambil untuk diolah secepatnya.

Indonesia mempunyai populasi ternak sapi potong dan sapi perah yang cukup besar pada tahun 2017. Jumlah populasi sapi potong dan sapi perah tahun 2017 mengalami peningkatan. Populasi ternak sapi potong mencapai 16,4 juta ekor (peningkatan 2,70 persen) untuk sapi potong dan 0,5 juta ekor (peningkatan 1,22 persen) untuk sapi perah (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2018). Besarnya populasi sapi potong dan sapi perah sebanding dengan limbah ternak yang dihasilkan karena memiliki dampak peningkatan

limbah ternak yang dihasilkan. Limbah ternak umumnya dimanfaatkan sebagai pupuk kompos (Syamsuddin, A.R., Mappangaja & Natsir, 2012). Sedangkan pemanfaatan limbah ternak serta limbah lainnya (sisa makanan, urine) untuk biogas masih terbatas pada sebagian peternak. Mengingat jumlah populasi ternak sapi potong dan sapi perah cukup banyak yang diusahakan di pedesaan, maka peluang pengembangan biogas sangat terbuka lebar.

Selama ini kotoran sapi perah di Desa Bendosari terbatas digunakan untuk pupuk kandang, bahkan sebagian petani tidak memanfaatkannya atau dibuang melalui selokan dengan cara digelontor air. Gas metana (CH_4) merupakan kandungan terbesar dari produksi biogas jika konsentrasinya tidak terukur secara tepat akan berdampak negatif, sehingga tingkat konsentrasi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari produksi biogas harus selalu diketahui. Data konsentrasi gas metana (CH_4) sulit didapatkan, karena saat ini peralatan untuk mengukur tingkat konsentrasi gas metana (CH_4) sangat terbatas. Proses pengukuran pun masih terjadi *human error*, sehingga perlu dikembangkan terobosan teknologi guna memenuhi kebutuhan data konsentrasi gas metana (CH_4) secara tepat (Anwar et al., 2012).

Internet of Things merupakan segala aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan memanfaatkan internet (Sulistyanto, Nugraha, Sari, Karima, & Asrori, 2015). Dalam kehidupan sehari-hari penggunaan *Internet of Things* banyak ditemui dalam berbagai aktifitas, seperti *e-commerce*, *e-learning*, pengiriman dan pengambilan data dari *database*, *live streaming* dan lain-lain. Meluasnya penggunaan *Internet of Things* pada berbagai teknologi, membuat kehidupan manusia menjadi lebih nyaman dan memudahkan pekerjaan. Dengan adanya *Internet of Things* data dapat dikirimkan dan diterima dengan cepat dan tepat meskipun melalui jarak yang jauh selama terkoneksi dengan internet. Beberapa dapat dikirimkan secara sekaligus ke *database* dan diambil secara bersamaan dari *database* yang selanjutnya akan diolah sesuai dengan kebutuhan.

Internet of Things juga sangat berpengaruh dalam memberikan solusi dalam berbagai aspek, salah satunya pada teknologi biogas. Data pengukuran konsentrasi gas metana harus diukur secara *real time* menggunakan IoT untuk mendapatkan gas metana murni sehingga didapat nilai konsentrasi gas metana yang optimal. Data tersebut kemudian dikirim menuju server yang selanjutnya dapat ditampilkan melalui aplikasi *smartphone* berbasis *Internet of Things*. Sehingga data konsentrasi gas metana dapat diamati secara *real time* menggunakan *smartphone* serta dapat memberikan informasi berupa *Short Message Service* (SMS) bahwa gas metana hasil dari proses produksi telah siap diambil untuk diolah. Teknologi ini

merupakan kemajuan teknologi biogas di Indonesia, sehingga diharapkan mampu mengembangkan dan memberdayakan petani dan peternak di perdesaan untuk membuat dan memanfaatkan *biofuel*, sehingga diharapkan dapat tercapai Keluarga Mandiri Energi (KME) dan secara luas dapat mendukung kemandirian energi di perdesaan. dapat menciptakan. Hal tersebut juga sejalan dengan program pemerintah yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 terkait dengan Kebijakan Energi Nasional. Diharapkan pasokan energi dapat dihasilkan secara mandiri, terutama untuk keperluan rumah tangga (sebagai tenaga listrik, memasak dan sebagainya).

1.2. Rumusan Masalah

Dari permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang, telah terumuskan beberapa permasalahan untuk menyelesaikan dan memberikan solusi, antara lain :

1. Bagaimana merancang suatu sistem yang dapat mendeteksi konsentrasi gas metana dari hasil produksi biogas.
2. Bagaimana sensor gas metana dapat membaca tingkat konsentrasi gas metana.
3. Bagaimana performansi dari pengiriman data konsentrasi gas metana.
4. Bagaimana merancang aplikasi monitoring konsentrasi gas metana melalui aplikasi pada smartphone.

1.3. Batasan Masalah

Karena begitu banyaknya variabel yang terjadi sehingga penelitian ini akan dibatasi oleh berbagai aspek :

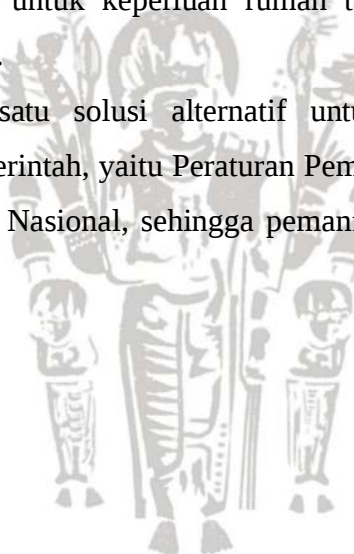
1. Parameter yang diukur adalah konsentrasi gas metana.
2. Smartphone yang digunakan adalah Smartphone Android.
3. Server menggunakan Blynk.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah terwujudnya suatu sistem monitoring gas metana pada reaktor biogas sehingga diperoleh nilai konsentrasi gas metana yang optimal guna menciptakan *zero waste product* sehingga ramah lingkungan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa, menjadi media pembelajaran dan pengembangan teknologi di bidang Energi Baru Terbarukan (EBT) dengan pembuatan sistem monitoring gas metana pada reaktor biogas berbasis IoT (*Internet of Things*) sehingga dapat sebagai acuan data konsentrasi gas metana dari hasil produksi biogas yang akurat. Selain itu, sebagai bentuk pengabdian insan akademis dalam pembelajaran pemberdayaan masyarakat sebagai wujud Tri Dharma Perguruan Tinggi.
2. Bagi Masyarakat, memberi inovasi dan solusi tentang pengembangan teknologi di bidang Energi Baru Terbarukan (EBT) dengan pembuatan system monitoring biogas pada reaktor biogas berbasis IoT (*Internet of Things*), sehingga masyarakat diharapkan dapat lebih memanfaatkan biomethana sebagai sumber energi yang ramah lingkungan secara mandiri, terutama untuk keperluan rumah tangga (sebagai tenaga listrik, memasak dan sebagainya).
3. Bagi Pemerintah, salah satu solusi alternatif untuk permasalahan energi dan mendukung program pemerintah, yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, sehingga pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) lebih optimal.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biogas

2.1.1. Komposisi Biogas

Produk biogas terdiri dari 55 – 75% CH_4 , 25 – 45% CO_2 , 1 – 5% H_2 , 1 – 5% H_2S , 0,1 – 0,5% O_2 , dan 0 – 0,3% nitrogen (Pertiwiningrum, 2016). Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan proses pemurnian, yaitu dengan mereduksi gas pengotor pada biogas.

Karbondioksida adalah gas pengotor terbanyak yang menghambat proses pembakaran biogas dengan sempurna (Harasimowicz, et al., 2007), beracun, dan dapat menyebabkan korosi (Noyola, et al., 2006).

2.1.2. Gas Metana

Gas metana (CH_4) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar (*flammable*), dan dalam pengapian berwarna biru (Fairus, Rahman, & Apriani, 2011). Gas metana adalah komponen utama biogas yang mempunyai nilai kalor cukup tinggi, yaitu sekitar 4.800 kkal/ m^3 sampai 6.700 kkal/ m^3 , sedangkan gas metana murni mengandung energi 8.900 kkal/ m^3 (Sunaryo, 2014). Nilai kalori gas metana 17% lebih tinggi dari bensin dan apabila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batu bara (Fairus et al., 2011). Karena nilai kalor yang cukup tinggi itulah biogas dapat dipergunakan untuk keperluan penerangan, memasak, menggerakkan mesin dan sebagainya.

2.1.3. Tahap Pembentukan Biogas

Gas metana (CH_4) dapat terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik oleh bakteri anaerobik. Proses anaerobik digester ini berlangsung dalam empat tahap sebagai berikut (Sidik, 2008 dan Sudradjat, 2006).

1. Proses *hydrolysis*, yaitu dekomposisi bahan organik polimer seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi monomer yang mudah larut seperti glukosa, asam lemak, dan asam amino yang dilakukan oleh sekelompok bakteri fakultatif seperti *lipolytic bacteria*, *cellulolytic bacteria*, dan *proteolytic bacteria*.
2. Proses *acidogenesis*, yaitu dekomposisi monomer organik menjadi asam-asam organik dan alkohol. Pada proses ini, monomer organik diuraikan lebih lanjut oleh *acidogenic*

bacteria menjadi asam-asam organik seperti asam format, asetat, butirat, propionat, laktat, ammonia, serta dihasilkan juga CO₂, H₂, dan etanol.

3. Proses *acetogenesis*, yaitu perubahan asam organik dan alkohol menjadi asam asetat. Pada proses ini senyawa asam organik dan etanol diuraikan *acetogenic bacteria* menjadi asam format, asetat, CO₂, dan H₂.
4. Proses *methanogenesis*, yaitu perubahan dari asam asetat menjadi metan. CH₄ adalah produk akhir dari degradasi anaerob. Pembentukan metan dapat terjadi melalui dua cara. Cara pertama adalah fermentasi dari produk utama dari tahap pembentukan asam, yaitu asam asetat menjadi CH₄ dan CO₂:



Cara kedua adalah penggunaan H₂ oleh beberapa methanogen untuk mereduksi CO₂ menjadi CH₄. Reaksi yang terjadi adalah:



2.2. Sensor Gas Metana MQ-4

Sensor MQ-4 memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap metana dan natural gas (hidrokarbon). Bahan sensitif dari sensor MQ-4 adalah tin dioxide (SnO₂), dengan konduktivitas yang rendah pada udara bersih. Jika terdapat gas yang berinteraksi dengan sensor, maka konduktivitas sensor akan meningkat seiring meningkatnya konsentrasi gas yang dideteksi akan menghasilkan perubahan resistansi dengan keluaran berupa sinyal analog. Sensor ini disusun dengan tabung keramik AL₂O₃, Tin Dioxide (SnO₂). Elektrode pengukur dan heater diletakkan didalam pembungkus yang terbuat dari plastik dan stainless steel. Penggunaan sensor gas ini diperlukan pengaturan sensitifitas. (Hanwei Electronics, 2005).



Gambar 2.1. Sensor Gas Metana MQ-4

Sumber : (Ecadio, 2019)

Tabel 2.1.

Spesifikasi Sensor Gas Metana MQ-4 (Henan Hanwei Electronics, 2019)

Sensor Type	Semiconductor
Standard Encapsulation	Bakelite (Black Bakelite)
Detection Gas	Natural gas/ Methane
Concentration	300-10000ppm (Natural gas / Methane) CH ₄
Loop Voltage	≤ 24 VDC
Heaater Voltage	5.0V±0.2V AC or DC
Load Resistance	Adjustable
Heater Consumption	≤900mW
Sensing Resistance	2KΩ-20KΩ(in 5000ppm CH ₄)
Sensitivity	Rs(in air)/Rs(5000ppm CH ₄)≥5
Temperature Humidity	20°C±2°C ; 65%±5%RH
Standard test circuit	V _c :5.0V±0.1V ; V _H : 5.0V±0.1V
Preheat time	Over 48 hours

2.3. Arduino Mega 2560

Board Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki pin I/O yang relative banyak, 54 digital input/output, 15 buah diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan kristal 16 Mhz. Spesifikasi secara lengkap ditunjukkan pada tabel 2.1 (Ecadio, Ecadio, 2019).



Gambar 2.2. Arduino Mega 2560

Sumber : (Ecadio, 2019)

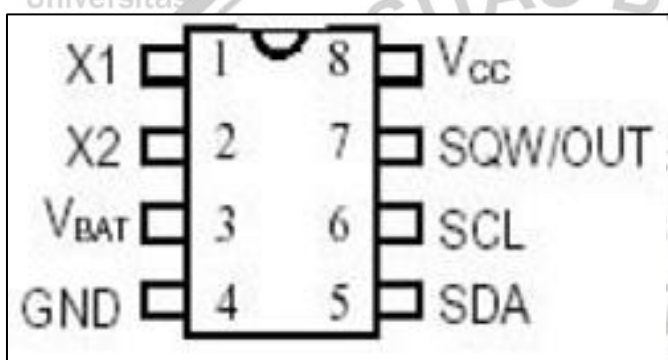
Tabel 2.2.

Spesifikasi Arduino Mega 2560 (Store A, 2019)

MIKROKONTROLER	<u>ATmega2560</u>
TEGANGAN OPERASI	5V
TEGANGAN INPUT	7-12V
PIN I / O DIGITAL	54 (15 diantaranya PWM output)
PIN IN ANALOG	16
ARUS DC PER PIN I / O	20 mA
ARUS DC PER PIN I / O 3.3V	50 mA
MEMORI FLASH	256 KB dimana 2 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
PANJANG	101.52 mm
LEBAR	53.3 mm
BERAT	37 g

2.4. RTC DS1307

RTC adalah jenis pewaktu yang bekerja berdasarkan waktu yang sebenarnya atau dengan kata lain berdasarkan waktu yang ada pada jam kita. Agar dapat berfungsi, pewaktu ini membutuhkan dua parameter utama yang harus ditentukan, yaitu pada saat mulai (*start*) dan pada saat berhenti (*stop*). DS1307 merupakan salah satu tipe IC RTC yang dapat bekerja dalam daya listrik rendah. Di dalamnya berisi waktu jam dan kalender dalam format BCD. Waktu jam dan kalender memberikan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Untuk bagian jam dapat berformat 24 jam atau 12 jam. Pendeteksi sumber listrik juga disediakan untuk mendeteksi kegagalan sumber listrik dan langsung mengalihkannya ke sumber baterai.



Gambar 2.3. RTC DS1307

Sumber : (elektronics, 2019)

Pin-pin RTC DS1307 beserta penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. X1, X2 – dihubungkan dengan kristal quartz 32,768 kHz. Rangkaian osilator internal ini didesain untuk beroperasi dengan sebuah kristal yang mempunyai kapasitansi beban tertentu (CL) yakni 12,5 pF.
2. Vcc, GND – sebagai power supply utama. Vcc merupakan tegangan input +5 Volt sedangkan GND merupakan ground. Ketika tegangan 5 Volt digunakan pada batas normal, RTC dapat diakses secara penuh dan data dapat ditulis dan dibaca. Ketika Vcc kurang dari $1,25 \times V_{bat}$, proses penulisan dan pembacaan menjadi terhalang. Namun demikian, proses penghitungan waktu tetap berjalan. Pada saat Vcc kurang dari Vbat, RAM dan penghitung waktu terhubung dengan batere 3 Volt.
3. Vbat – tegangan input batere *lithium cell* 3 Volt. Tegangan batere harus berada antara 2,5 Volt sampai 3,5 Volt.
4. SCL (*Serial Clock Input*) – digunakan untuk mensinkronkan perubahan data pada antarmuka serial.

5. SDA (*Serial Data Input/Output*) – merupakan pin input/output untuk antarmuka serial 2 kawat. Pin SDA membutuhkan resistor pull-up eksternal.
6. SQW/OUT (*Square Wave/Output Driver*).

2.5. Modul SIM800L

SIM800L merupakan suatu modul GSM yang dapat mengakses GPRS untuk pengiriman data ke internet dengan sistem M2M, AT-Command yang digunakan pada SIM800L mirip dengan AT-Command untuk modul-modul GSM lain. SIM800L merupakan keluaran versi terbaru dari SIM900. Modul SIM800L memiliki dimensi yang kecil sehingga lebih cocok untuk diaplikasikan pada perancangan alat yang didesain portable. SIM800L memiliki Quad Band 850/900/1800/1900 MHz dengan dimensi kecil yaitu ukuran 15.8 x 17.8 x 2.4 mm dan berat: 1.35g. SIM 800L memiliki konsumsi daya yang rendah dengan rentang tegangan power supply 3.4 ~ 4.4 v. Apabila menggunakan Arduino di butuhkan sebuah tambahan listing program berupa Library yang dapat membantu mempermudah dalam pemrograman modul GSM ini (Marindani, Sanjaya, & Gusmanto, 2014).



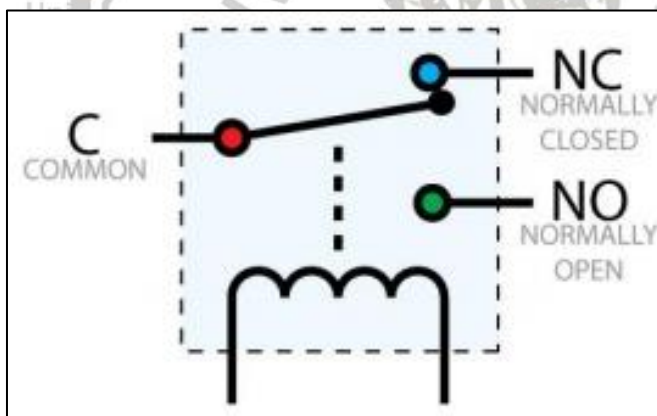
Gambar 2.4. Modul SIM800L
Sumber : (Song, 2013)

2.6. Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Komponen ini memiliki fungsi untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian elektronik yang satu dengan rangkaian elektronik yang lainnya.

Relay tipe SPDT (Single Pole Double Throw) memiliki lima kaki terminal, tiga kaki terminal digunakan sebagai kontak point (saklar) dan dua kaki terminal lainnya digunakan sebagai kumparan elektromagnet. Tiga terminal yang digunakan sebagai kontak point satu sebagai pole dan dua sebagai throw. Kontak-kontak atau kutub-kutub dari relay pada gambar 2.5 umumnya memiliki tiga dasar pemakaian sebagai berikut:

1. Bila kumparan ini dialiri arus listrik maka kontakannya akan menutup dan disebut sebagai kontak Normally Open (NO).
2. Bila kumparan dialiri arus listrik maka kontakannya akan membuka dan disebut dengan kontak Normally Close (NC).
3. Tukar-sambung (Change Over/ CO), relay jenis ini mempunyai kontak tengah yang normalnya tertutup tetapi melepaskan diri dari posisi ini dan membuat kontak dengan lain bila relay dialiri listrik.



Gambar 2.5. Simbol Relay
Sumber : (Sorayakit, 2018)

2.7. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah arsitektur sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, dan Web. Karena perbedaan protokol antara perangkat keras dengan protokol web, maka diperlukan sistem embedded berupa gateway untuk menghubungkan dan menjembatani perbedaan protokol tersebut (Prihatmoko, 2016). Perangkat bisa terhubung ke internet menggunakan beberapa cara seperti Ethernet, WIFI, dan lain sebagainya. Dengan adanya *Internet of Things* (IoT) memungkinkan untuk mengintegrasikan berbagai alat atau device dengan memanfaatkan koneksi dari internet. *Internet of Things* (IoT) memudahkan berbagai hal dikarenakan dapat mengatasi masalah dalam yang berhubungan dengan jarak dan integrasi dengan berbagai device.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan rumusan masalah dalam menyusun skripsi ini bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasi-an alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan serta mengacu pada rumusan masalah. Langkah

– langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah penentuan spesifikasi alat, studi literatur, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat dan pengambilan kesimpulan.

3.1. Spesifikasi Sistem

Sebelum melakukan perencanaan dan pembuatan alat, ditentukan spesifikasi alat yang akan dibangun terlebih dahulu. Hal ini bertujuan sebagai acuan untuk mempermudah dalam membangun alat agar alat yang dibangun sesuai dengan yang diinginkan. Adapun spesifikasi alat yang akan dibangun dan direalisasikan adalah sebagai berikut:

1. Sistem mampu mengukur konsentrasi gas metana.
2. Sistem mampu menghitung dan memberi informasi konsentrasi gas metana secara *real time* dengan interval per jam.
3. Sistem mampu menampilkan data konsentrasi gas metana secara *real time* melalui aplikasi Blynk pada *Smartphone* berbasis IoT (*Internet of Things*).
4. Sistem menggunakan jaringan GPRS untuk mengirim data.
5. Sistem mampu memberi informasi berupa SMS ke *Smartphone* sebagai notifikasi bahwa gas metana siap untuk diambil dan diolah.
6. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu bahasa C dengan menggunakan Arduino IDE.

Dari pemaparan spesifikasi sistem di atas, maka dibutuhkan beberapa perangkat pendukung sebagai berikut:

1. Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler.
2. Sensor Gas Metana
3. Modul RTC
4. Modul SIM800L sebagai modul GSM/GPRS
5. OLED

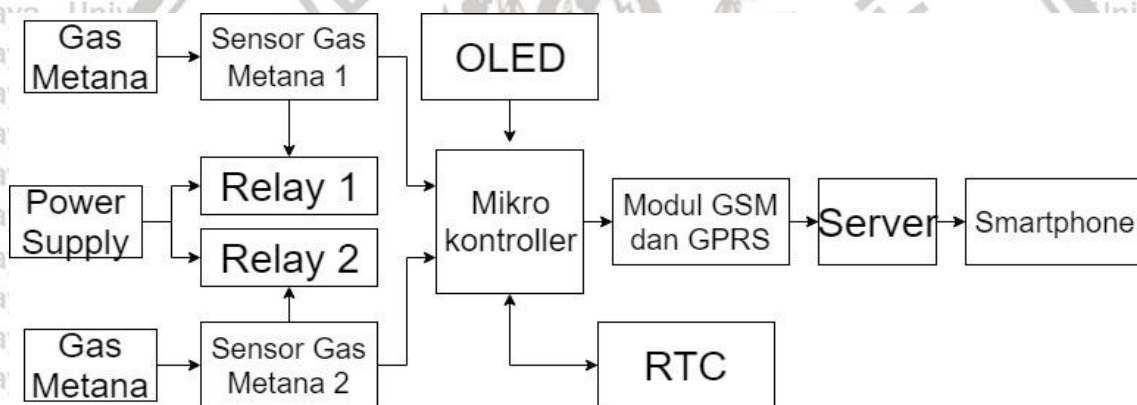
6. Relay
7. Aplikasi *Blynk* pada Smartphone

3.2. Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat dalam skripsi ini terdiri dari, perancangan mekanik, perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), dan perancangan aplikasi pada smartphone.

3.3. Diagram Blok

Diagram blok merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dapat dilakukan secara sistematis. Secara garis besar, blok diagram sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 3.2. Gambaran umum sistem menggambarkan bagaimana sistem bekerja secara sederhana dan mudah dipahami.



Gambar 3.1. Diagram blok sistem yang dirancang

Penjelasan diagram blok pada gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

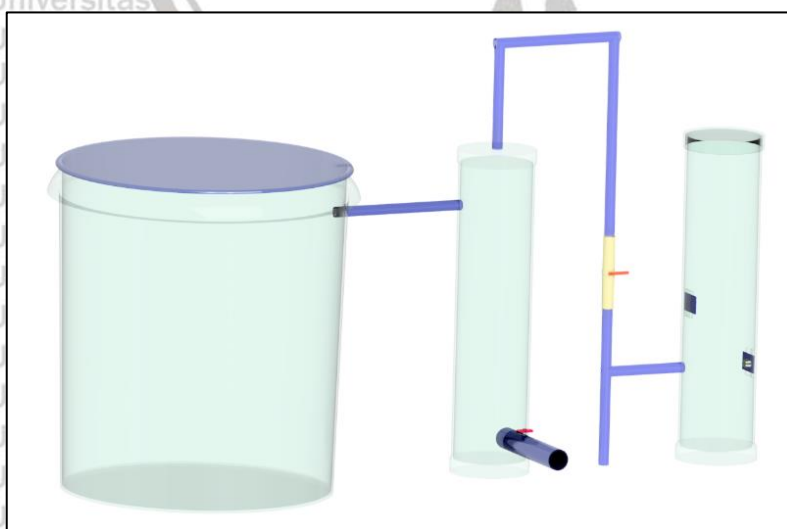
1. Sensor Gas Metana digunakan untuk membaca konsentrasi gas metana hasil dari produksi proses fermentasi biogas berupa sinyal *Analog to Digital Converter* yang dihubungkan ke pin Analog pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang dicatu tegangan masukan 5V.
2. Relay digunakan untuk *switching input power* gas metana agar tidak mengalami *overheat*. Relay dicatu tegangan 5V dengan pin input dihubungkan ke pin digital mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang akan memberikan sinyal *high* dan *low* sesuai dengan interval waktu yang ditentukan.
3. RTC digunakan untuk memberi informasi berupa detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun yang berformat 24 jam melalui komunikasi serial I2C yang dicatu tegangan 5V.

4. Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler yang dicatu tegangan 5V digunakan untuk mengolah data konsentrasi gas metana dari sensor gas metana dan data informasi waktu dari RTC.
5. Penampil data menggunakan OLED yang dicatu tegangan 5V.
6. Modul GSM/GPRS SIM800L digunakan untuk mengirim data konsentrasi gas metana melalui jaringan GPRS dari *simcard* melalui komunikasi serial USART serta digunakan untuk memberikan informasi berupa SMS yang dikirimkan ke Smartphone.
7. Aplikasi Blynk pada Smartphone digunakan untuk menampilkan konsentrasi gas metana terhadap waktu melalui server secara *real time*.

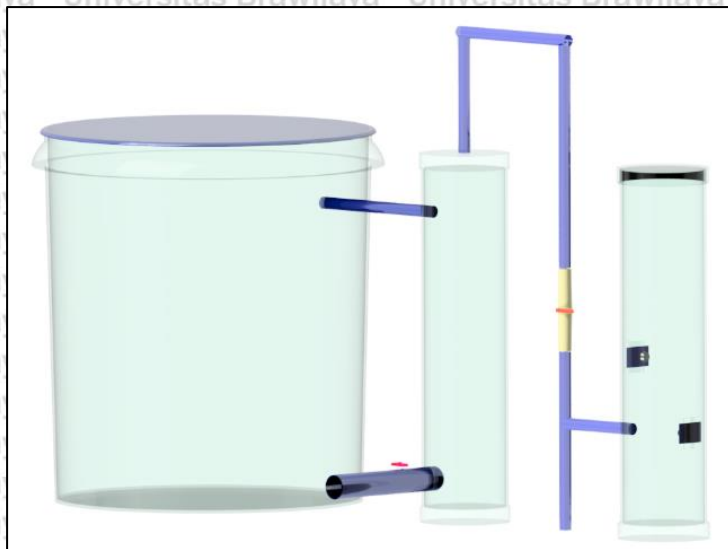
3.3.1. Perancangan Mekanik

Sistem mekanika yang baik akan mendukung hasil produksi biogas dengan baik pula, oleh karena itu dirancang reaktor biogas dengan bahan dasar pipa PVC yang telah didesain dengan sedemikian rupa. Pipa PVC dipilih sebagai bahan dasar reaktor karena durabilitas yang sangat prima, ringan, tahan terhadap api, tahan bahan kimia, tahan panas, serta dapat dibentuk secara elastis dan fleksibel.

Reaktor ini terdapat 3 bagian yaitu tabung fermentor, tabung purifikasi dan tabung penampung dapat dilihat pada gambar 3.2 dan 3.3. Batch fermentor terisi dengan substrat kotoran sapi dengan perbandingan 1:1 dengan air, batch purifikasi diisi dengan larutan Ca(OH)_2 .

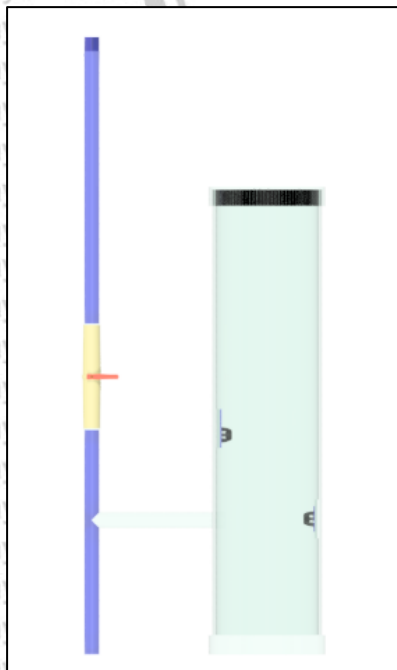


Gambar 3.2. Perancangan Mekanik Reaktor Biogas Tampak Kiri



Gambar 3.3. Perancangan Mekanik Reaktor Biogas Tampak Kanan

Pada tabung penampung yang terlihat pada gambar 3.4 dan 3.5, di dalamnya terdapat dua buah sensor gas metana MQ-4 yang akan dihubungkan melalui kabel menuju sistem *mainboard*. Tabung penampung ini dapat menampung gas metana hasil fermentasi biogas yang telah dipurifikasi sebanyak 10.000 ppm sesuai dengan batas jangkauan sensor gas metana MQ-4. Terdapat satu valve pada pipa transmisi yang berfungsi untuk menutup dan membuka transmisi gas metana menuju tabung penampung.



Gambar 3.4. Perancangan Mekanik Tabung Penampung Tampak Depan

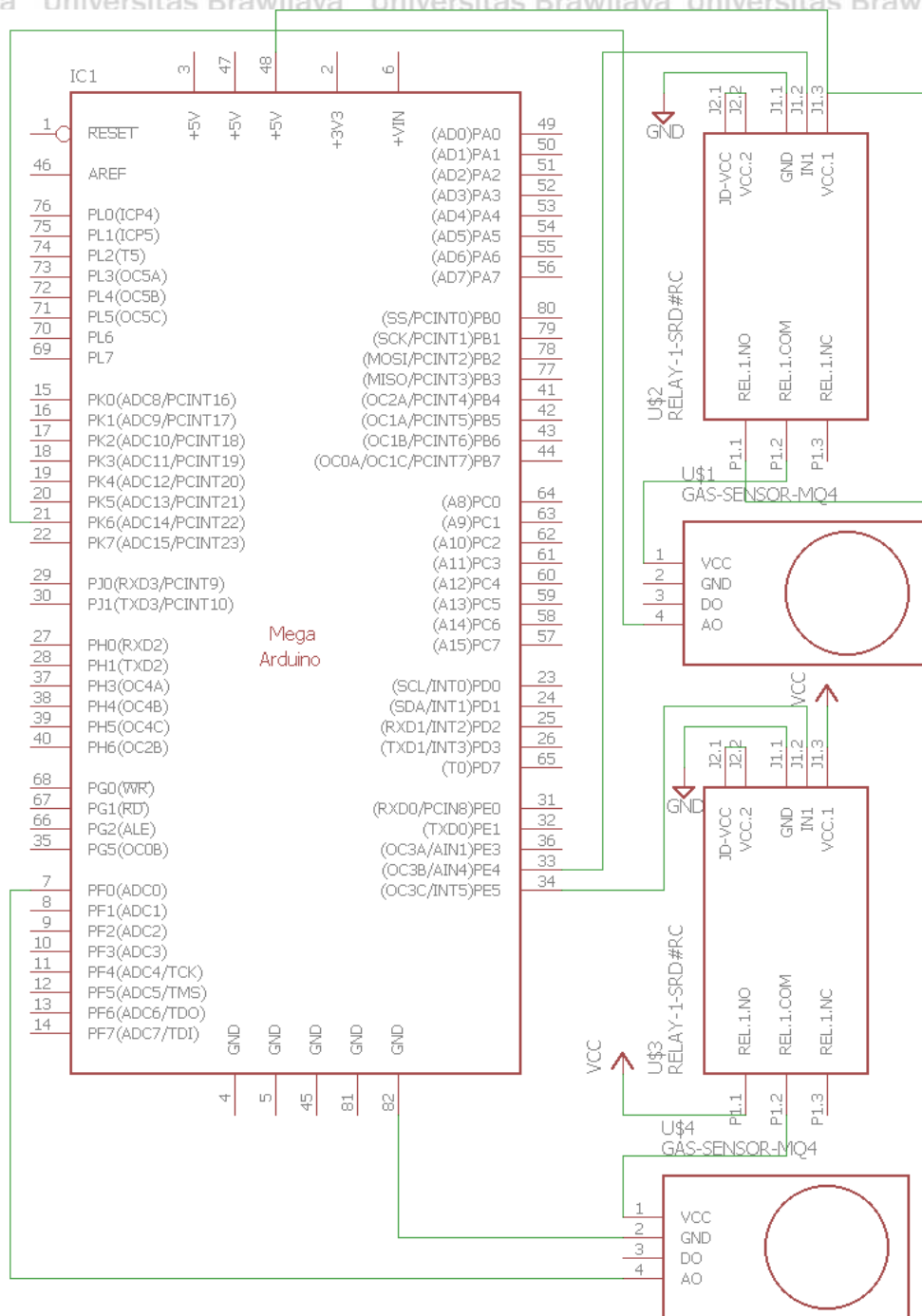


Gambar 3.5. Perancangan Mekanik Tabung Penampung Tampak Samping

3.3.2. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

3.3.2.1. Rangkaian Sensor Gas Metana

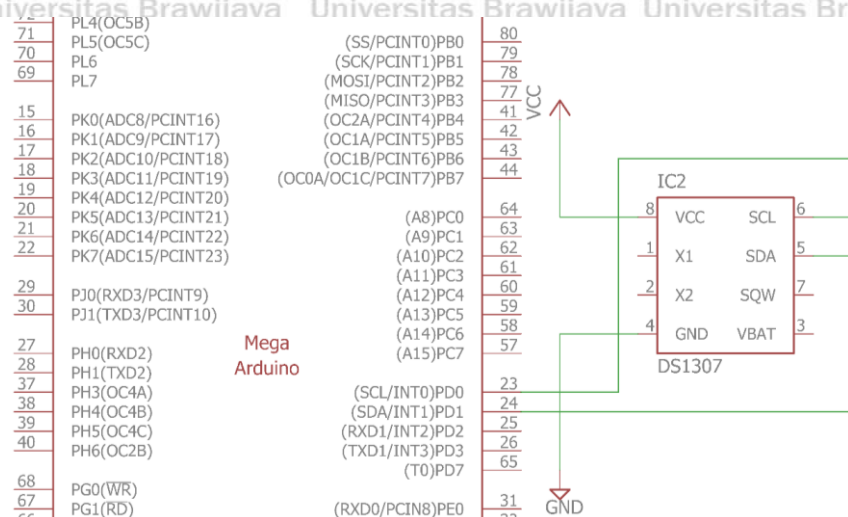
Rangkaian Sensor Gas Metana menggunakan modul MQ-4. Pada modul ini terdapat 4 buah pin yang masing – masing adalah pin A0, D0, VCC, GND. Pin A0 merupakan pin ADC sedangkan D0 merupakan pin DAC. Pin A0 pada kedua sensor akan dihubungkan secara parallel pada pin A0 dan A14 Arduino Mega 2560 dan dicatu tegangan 4,89 V dimana tegangan tersebut diperoleh melalui regulator stepdown LM2596. Rangkaian sensor gas metana dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian Pada Sensor Gas Metana

3.3.2.2. Rangkaian RTC

Rangkaian RTC yang ada pada skripsi ini menggunakan modul RTC DS1307. Pada modul ini terdapat 4 buah pin yang masing-masing adalah pin SDA, SCL, VCC, GND. Komunikasi modul ini menggunakan komunikasi I²C. Pada pemrograman Arduino IDE telah disediakan sebuah *library* yang digunakan untuk mengakses modul ini. Rangkaian pada RTC dapat dilihat pada gambar 3.7.

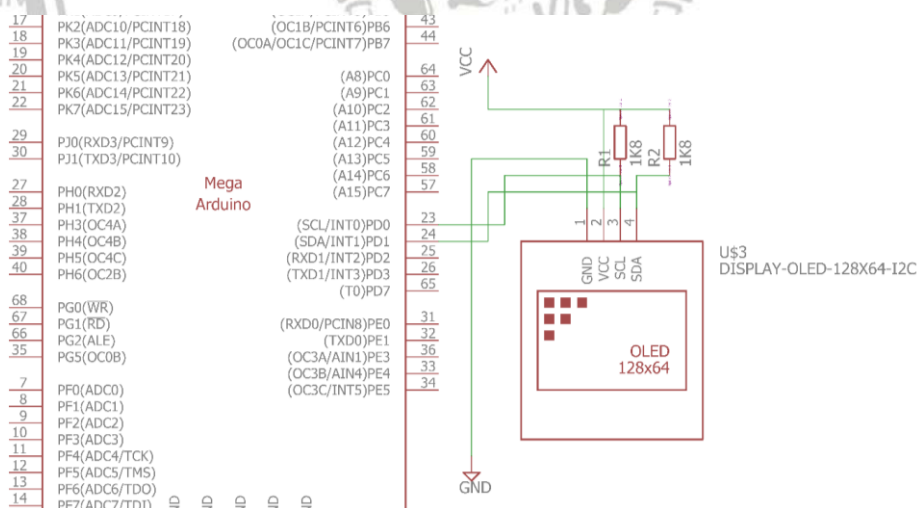


Gambar 3.7. Rangkaian pada RTC

3.3.2.3. Rangkaian OLED

OLED yang digunakan adalah OLED tipe 128 x 64 *pixels*. Pada modul ini OLED memerlukan 4 buah pin yang terdiri dari pin SDA, SCL, VCC, dan GND. Komunikasi modul ini menggunakan komunikasi I2C. Rangkaian OLED dapat dilihat pada gambar

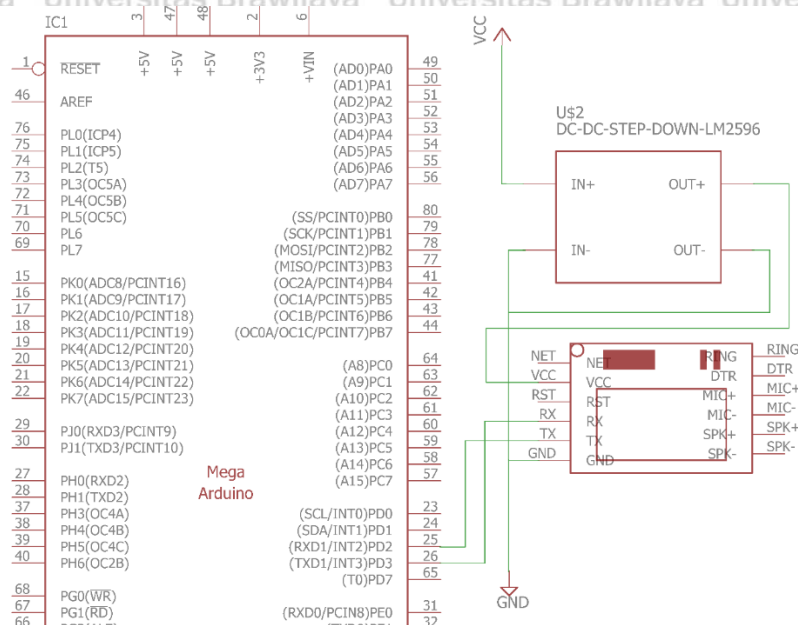
3.8.



Gambar 3.8. Rangkaian pada OLED

3.3.2.4. Rangkaian SIM800L

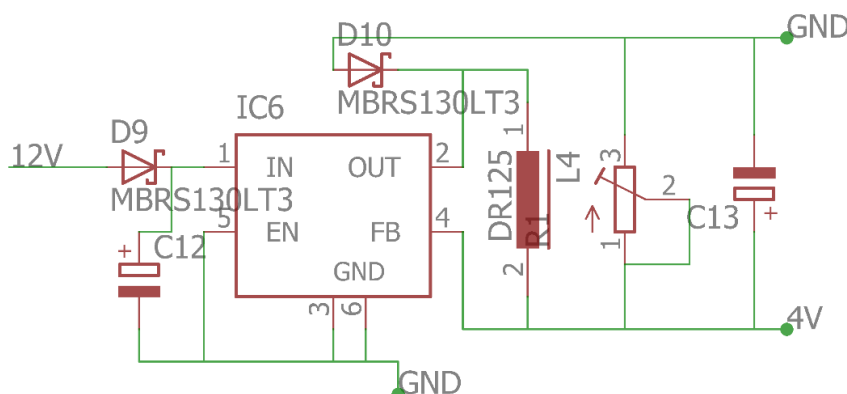
Pada modul SIM800L terdapat 4 buah pin yang masing-masing adalah pin Rx, Tx, VCC, GND. Komunikasi modul ini menggunakan komunikasi USART. Pada pemrograman Arduino IDE telah disediakan sebuah *library* yang digunakan untuk mengakses modul ini. Rangkaian pada SIM800L dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Rangkaian pada SIM800L

3.3.2.5. Rangkaian Regulator Stepdown

Rangkaian Regulator Stepdown ini digunakan untuk mengubah tegangan input yang mengubah tegangan 5 V menjadi 4 V. Rangkaian ini diperlukan karena pada modul SIM800L yang digunakan dalam skripsi ini menggunakan tegangan kerja 4 V menggunakan stepdown tipe LM2596. Rangkaian regulator stepdown LM2596 dapat dilihat pada gambar 3.10.

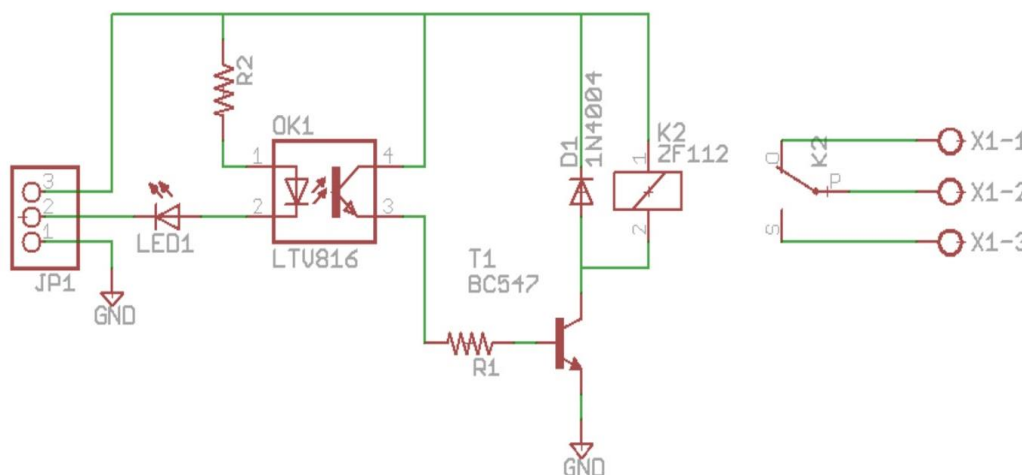


Gambar 3.10. Rangkaian Regulator Stepdown

3.3.2.6. Rangkaian Relay

Rangkaian Relay ini digunakan untuk *switching input power* Sensor Gas Metana agar dapat membaca dengan baik tanpa adanya *overheat* pada sensor. Relay yang digunakan dalam skripsi ini menggunakan relay 5 V. Relay ini dicatu dengan tegangan 5V dan pin input pada relay akan disambung ke pin digital mikrokontroller Arduino Mega 2560 untuk memberikan sinyal high dan low yang dapat *switching input power* Sensor

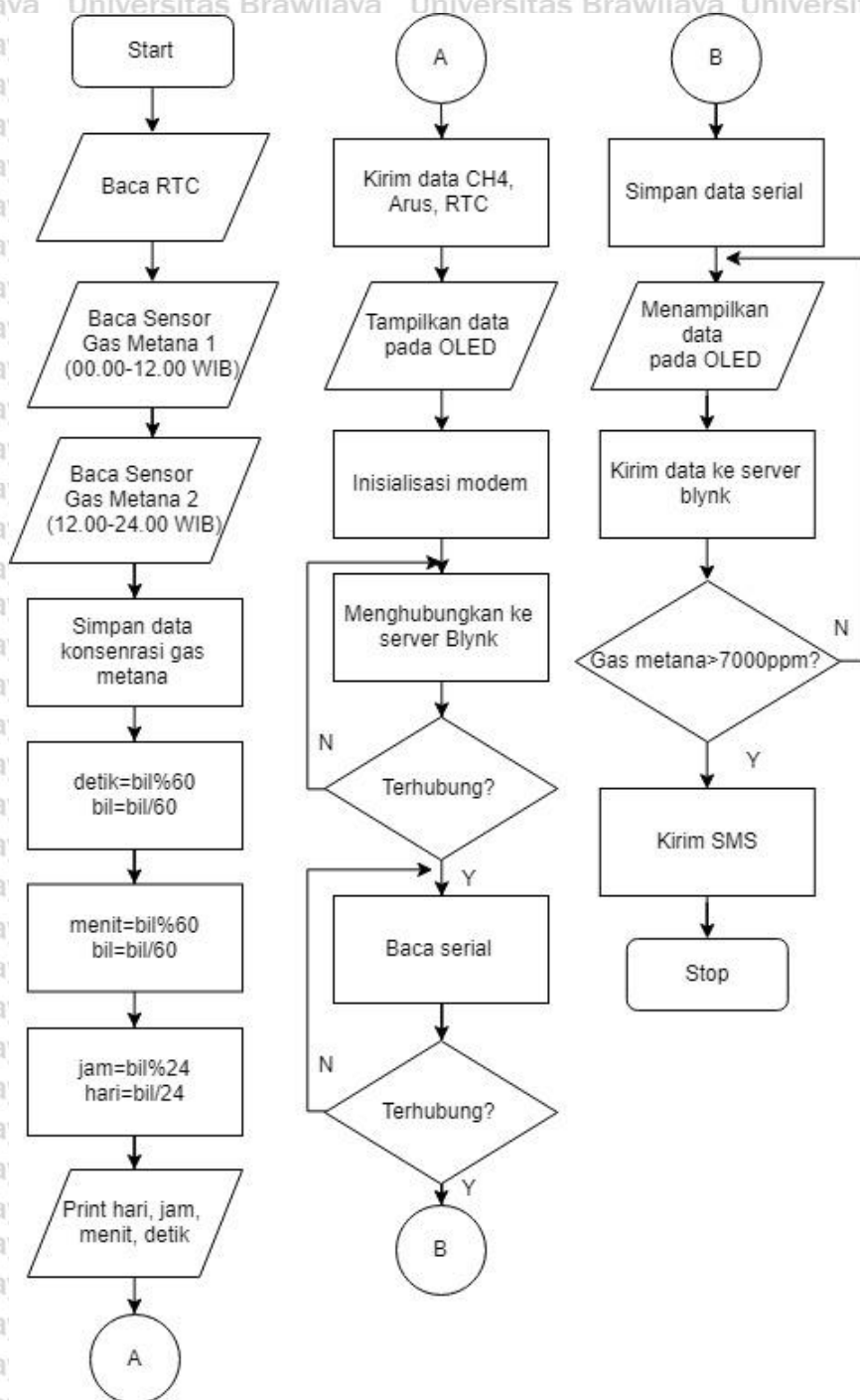
Gas Metana agar menghindari overheating pada sensor. Rangkaian relay dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Rangkaian Relay

3.3.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan sistem yang dirancang sesuai dengan flowchart dan kemudian pada modul mikrokontroller menggunakan Bahasa C dan program compiler. Secara garis besar kerja alat dijelaskan pada diagram alir dapat dilihat pada gambar 3.12.



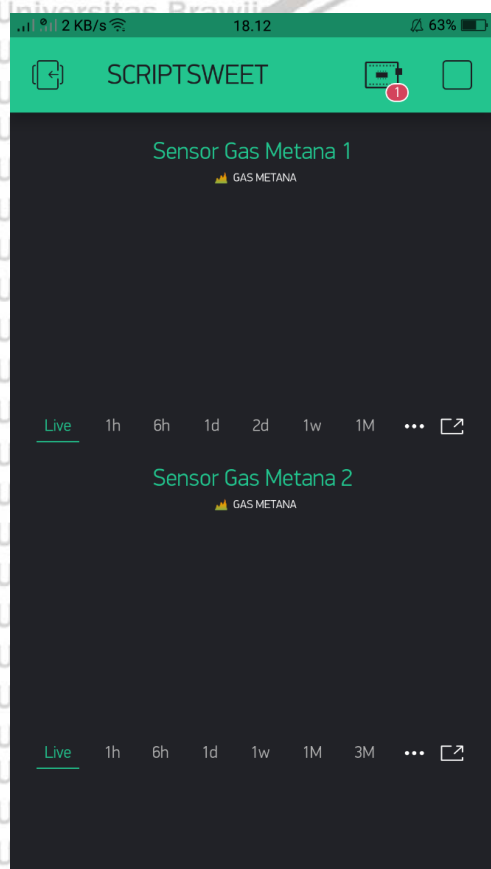
Gambar 3.12. Diagram alir sistem yang dirancang

Cara kerja alat dimulai dengan pembacaan data konsentrasi gas metana dan data RTC oleh mikrokontroler, kemudian masing-masing data disimpan dalam sebuah variabel. Setelah data tersimpan kemudian data ditampilkan pada OLED. Kemudian data akan dicek apakah data konsentrasi gas metana sama dengan 0. Apabila data konsentrasi gas metana tidak sama dengan 0 maka selanjutnya data konsentrasi gas metana akan dikirim. Apabila data konsentrasi gas metana 0, maka mikrokontroler akan mengulang

untuk membaca data kembali. Data akan dikirim ke server Blynk melalui jaringan GPRS dan akan ditampilkan pada OLED. Apabila konsentrasi gas metana melebihi nilai 7000 ppm maka informasi akan dikirim melalui SMS menuju Smartphone.

3.3.3.1. Perancangan Aplikasi Pada Smartphone

Monitoring menggunakan *superchart* yang tersedia dalam aplikasi Blynk. Aplikasi ini digunakan untuk monitoring secara live yang disajikan dalam bentuk grafik. Dalam grafik sumbu X menunjukkan waktu dan sumbu Y menunjukkan data konsentrasi gas metana. Gambar 3.13 menunjukkan *interface* Aplikasi Blynk pada smartphone Android.



Gambar 3.13. Rancangan Aplikasi Smartphone

3.4. Pengujian Alat

Pengujian pada sistem yang telah direalisasikan ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem tersebut dapat bekerja sesuai dengan teori-teori yang ada atau tidak, serta untuk mengetahui seberapa besar kesalahan hasil pembacaan perangkat keras yang dibuat. Pengujian sistem ini dilakukan pada masing-masing bagian, yaitu dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan alat ukur yang telah terkalibrasi.

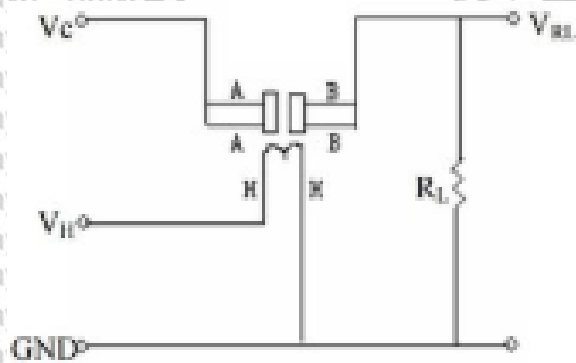
Pengujian dilakukan secara bertahap kemudian dilakukan pengujian secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian Sub Sistem
2. Pengujian Seluruh Sistem

3.4.1. Pengujian Sub Sistem

3.4.1.1. Pengujian Sensor Gas Metana

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat konsentrasi gas metana yang dapat dibaca oleh sensor dengan cara meletakkan sensor pada tabung penampung untuk mengukur hasil produksi gas metana pada proses fermentasi biogas. Pada pengujian ini sensor gas metana mengukur gas metana dengan batas minimum 492 ppm dan batas maksimum 9833 ppm pada tabung penampung dengan spesifikasi berat 803 gram dengan dimensi diameter 8,48 cm dan tinggi 36 cm. Sensor gas metana MQ-4 memiliki resistor variabel bawaan yang dapat mengubah nilai resistansi sesuai dengan konsentrasi gas. Jika konsentrasinya tinggi, resistensi menurun. Jika konsentrasi rendah, resistensi meningkat. Selain resistor bawaan, sensor ini memiliki resistor beban atau R_L untuk menyesuaikan sensitivitas dan akurasi sensor dengan nilai 20k Ohm. Rangkain sensor dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3.14. Rangkaian Sensor MQ-4

Pengujian ini akan dilakukan dengan mengambil pembacaan sinyal ADC dari sensor ke Arduino Mega 2560 kemudian mengubahnya menjadi tegangan. Selanjutnya menghitung nilai R_s melalui turunan hukum Ohm dan I sedangkan untuk menghitung R_o perlu menentukan nilai R_s di udara segar, menemukan R_o . R_s adalah resistansi sensor yang berubah tergantung pada konsentrasi gas, sedangkan R_o adalah resistansi sensor pada konsentrasi yang diketahui tanpa kehadiran gas lain, atau di udara segar. Selanjutnya melakukan pendekatan secara linier untuk menghubungkan rasio dan konsentrasi yang dapat menentukan nilai konsentrasi gas dengan satuan ppm.

3.4.1.2. Pengujian Pengiriman Data ke Server

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan Arduino dengan SIM800L untuk mendapatkan koneksi data GPRS untuk kemudian data dikirimkan ke server. Pengujian ini meliputi Pengujian AT Command, pengujian fungsionalitas, pengujian kemampuan menangkap sinyal, pengujian kartu SIM terhubung ke dalam jaringan operator, pengujian menyambungkan SIM800L ke jaringan APN, pengujian fungsi GPRS, pengujian SIM800L untuk mendapatkan IP dengan menggunakan AT Command yang membutuhkan sebuah kartu SIM. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang dikirim dari Arduino dapat dibaca pada aplikasi smartphone.

3.4.1.3. Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS

Pengujian pengiriman berupa *Short Message Service* (SMS) ke nomer perangkat yang telah atur dalam program. SMS berisikan konsentrasi gas metana diatas 7000 ppm agar segera dilakukan pengambilan gas metana untuk kemudian dilakukan pengolahan oleh peternak.

3.4.2. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan ini dilakukan untuk memperoleh nilai *error* sensor gas metana dan melakukan monitoring data konsentrasi gas metana hingga diperoleh gas metana yang optimal. Hasil pengolahan data dari Arduino akan dikirim ke server Blynk menggunakan SIM800L untuk di *monitoring* melalui aplikasi Blynk pada perangkat *Smartphone*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis alat yang telah dirancang dan diimplementasikan apakah telah bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan tiap-tiap blok dengan tujuan untuk mengamati apakah tiap rangkaian sudah sesuai dengan perancangan, kemudian dilanjutkan dengan pengujian secara keseluruhan sistem, adapun pengujian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian sensor gas metana
2. Pengujian pengiriman data ke server
3. Pengujian pengiriman notifikasi SMS
4. Pengujian keseluruhan sistem

4.1. Pengujian Sensor Gas Metana

Parts per million (ppm) adalah satuan-satuan yang dipakai sebagai satuan nirdimensi yang berasal dari pecahan yang sangat kecil, misalnya konsentrasi larutan atau kelimpahan partikel yang sangat kecil. Satuan ini sering dipakai untuk menghindari kesulitan menuliskan pecahan yang sangat kecil atau deretan angka nol yang panjang. Langkah-langkah ini, biasanya berdasarkan volume atau massa yang dapat digunakan untuk membandingkan rasio gas metana di atmosfer. Tingkat deteksi 1 ppm metana berarti ada 1 bagian metana dalam 1 miliar bagian jumlah udara berdasarkan volume (NSW Gov, 2017). ppm didefinisikan sebagai 1 mg zat terlarut dalam 1 L atau 1 kg pelarut sehingga $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/L}$ atau 1 mg/kg . Dalam gas ppm dinyatakan dalam mol, contoh : 100 ppm CH_4 dalam udara berarti terdapat 100 mol CO_2 dalam 10^6 mol udara. Sensor MQ-4 memiliki jangkauan pengukuran konsentrasi gas metana dengan batas minimum konsentrasi gas metana sebesar 300 ppm dan batas maksimum konsentrasi gas metana sebesar 10.000 ppm apabila mengacu dengan datasheet.

Berikut adalah alat yang digunakan dalam pengujian Sensor Gas Metana, antara lain:

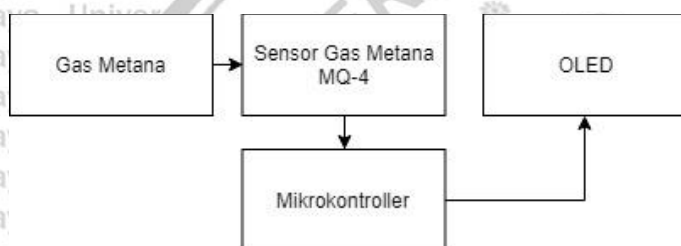
1. Power Supply 5 V
2. Sensor Gas Metana MQ-4
3. Tabung Penampung Gas
4. Timbangan Digital dengan akurasi 1 gram

5. Arduino Mega 2560
6. OLED

4.1.1. Prosedur Pengujian Sensor Gas Metana MQ-4

Prosedur pengujian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Tabung penampung gas yang telah diketahui volumenya serta beratnya, dimana terdapat Sensor Gas Metana MQ-4 di dalamnya.
2. Sensor Gas Metana MQ-4 dihubungkan secara paralel dengan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dihubungkan secara paralel dengan OLED.
3. Diagram blok prosedur pengujian Sensor Gas Metana MQ-4 seperti gambar blok diagram pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram Blok Rangkaian Pengujian Sensor Gas Metana MQ-4

4. Mencatat data berat tabung penampung gas yang diisi dengan gas metana secara bertahap yang ditimbang dengan timbangan digital tiap 1 gram berat gas metana di dalam tabung penampung.
5. Mencatat data hasil pembacaan nilai perhitungan R_s , R_o dan Konsentrasi Gas Metana melalui layar OLED.

4.1.2. Hasil Pengujian Sensor Gas Metana MQ-4

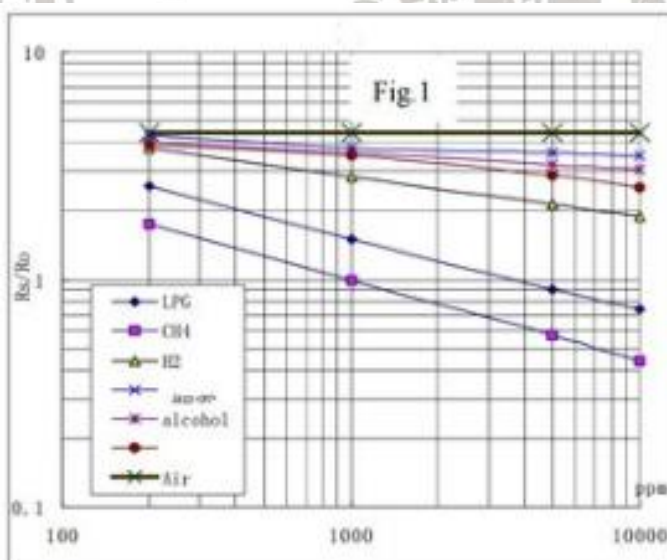
Pada pengujian ini sensor gas metana MQ-4 diletakkan kedalam tabung penampung gas metana dengan spesifikasi berat 803 gram dengan dimensi diameter 8,48 cm dan tinggi 36 cm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2. Untuk mendapatkan nilai konsentrasi gas yang sebenarnya dalam satuan ppm (part per million) didapatkan dari persamaan seperti berikut (Widhy, 2019):

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ L larutan}}$$

Berat gas metana yang transmisikan dari reactor biogas kedalam tabung penampung gas metana dalam satuan mg yang dibagi dengan volume dalam tabung penampung gas dengan satuan L.

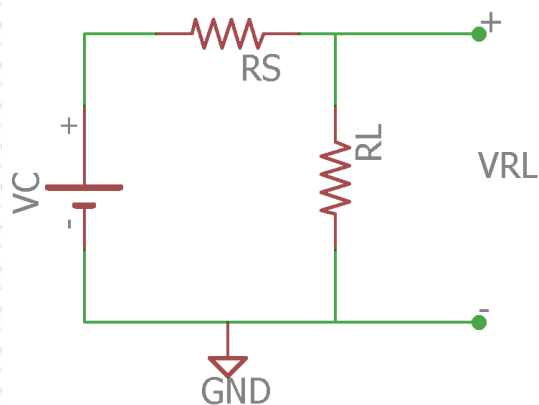


Gambar 4.2. Tabung Penampung Gas Metana



Gambar 4.3. Grafik Konsentrasi Gas Metana (ppm) dengan (R_s / R_o) Pada Datasheet

Gambar 4.3 merupakan konsentrasi gas dalam bagian per juta (ppm) sesuai dengan rasio resistansi sensor (R_s / R_o) pada *datasheet*. Dimana R_s adalah resistansi sensor yang berubah tergantung pada konsentrasi gas, dan R_o adalah resistansi sensor pada konsentrasi yang diketahui tanpa kehadiran gas lain, atau di udara segar.



Gambar 4.4. Konfigurasi Sensor MQ-4

Dari gambar 4.4, agar memperoleh nilai R_s digunakan turunan Hukum Ohm dan I dimana V_C merupakan tegangan referensi, R_L merupakan resistor beban dan V_{RL} adalah tegangan keluaran sensor. Maka diperoleh persamaannya sebagai berikut:

$$R_s = \left(\frac{V_C \times R_L}{V_{RL}} \right) - R_L$$

Agar memperoleh R_0 diperlukan nilai R_s di udara. Saat di udara didapatkan nilai R_s sebesar 591.250 Ohm dengan V_C sebesar 4,89 V, R_L sebesar 20k Ohm dan V_{RL} udara sebesar 0,16 V. Kemudian, R_0 dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R_0 = \frac{R_s \text{ Udara}}{\text{Rasio Udara}}$$

Maka diperoleh R_0 sebesar 134.375 Ohm dengan Rasio Udara sebagai konstanta pada grafik sebesar 4,4. Setelah memperoleh nilai R_0 , maka dilakukan konfigurasi untuk memperoleh nilai R_s/R_0 dengan jangkauan konsentrasi gas metana dengan batas minimum 492 ppm dan batas maksimum 9833 ppm pada tabung penampung pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1.

Konfigurasi Sensor Gas Metana dengan Arduino Mega 2560

Sensor Gas Metana MQ-4	Arduino Mega 2560
A	5V
B	A0
H	5V
H	GND

Tabel 4.2.

Konfigurasi Arduino Mega 2560 dengan OLED

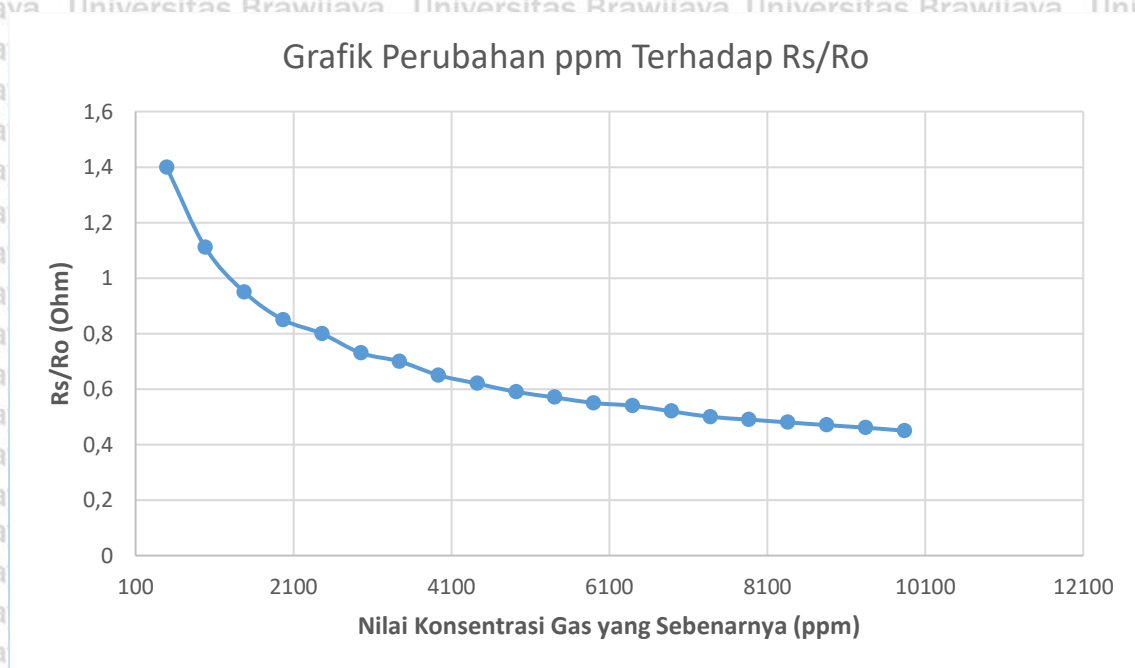
Arduino Mega 2560	OLED
5V	VCC
GND	GND
SDA	SDA
SCL	SCL

Tabel 4.3.

Hasil Pengujian Rs/Ro Sensor Gas Metana MQ-4

No	Nilai Konsentrasi Gas yang Sebenarnya (ppm)	Rs/Ro (Ohm)
1	492	1,4
2	983	1,11
3	1475	0,95
4	1967	0,85
5	2458	0,8
6	2950	0,73
7	3441	0,7
8	3933	0,65
9	4424	0,62
10	4916	0,59
11	5408	0,57
12	5900	0,55
13	6391	0,54
14	6883	0,52
15	7375	0,5
16	7866	0,49
17	8358	0,48
18	8850	0,47
19	9341	0,461
20	9833	0,45

Dari tabel 4.3 maka didapatkan grafik seperti gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Perubahan ppm Terhadap Rs/Ro

Kemudian diperlukan pendekatan linier karena pada gambar 4.5 grafik terlihat non linier sedangkan apabila mengacu pada datasheet grafik terlihat linier untuk menghubungkan perubahan konsentrasi gas metana (ppm) dan Rs/Ro (Ohm) menghubungkan rasio dan konsentrasi. Rumus yang akan digunakan adalah persamaan untuk sebuah garis, tetapi untuk skala log-log. Rumus adalah sebagai berikut:

$$y = mx + b$$

Dimana y adalah nilai Rs/Ro, m merupakan gradien garis, x merupakan nilai perubahan konsentrasi gas metana yang sebenarnya dan b adalah nilai offset. Namun untuk skala log-log maka rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\log(y) = m \times \log(x) + b$$

Agar memperoleh gradien garisnya diperlukan titik dari grafik untuk y, y₀, x dan x₀ yaitu (0,43 , 1,4) dan (9833 , 492). Rumus untuk menghitung gradien garis adalah sebagai berikut:

$$m = \frac{\log\left(\frac{y}{y_0}\right)}{\log\left(\frac{x}{x_0}\right)}$$

Maka diperoleh nilai gradien garisnya sebesar -0,394. Untuk memperoleh nilai offsetnya maka diperlukan satu titik dari grafik untuk x dan y yaitu (5408, 0,57). Rumus untuk menghitung nilai offsetnya adalah sebagai berikut:

$$b = \log(y) - m \times \log(x)$$

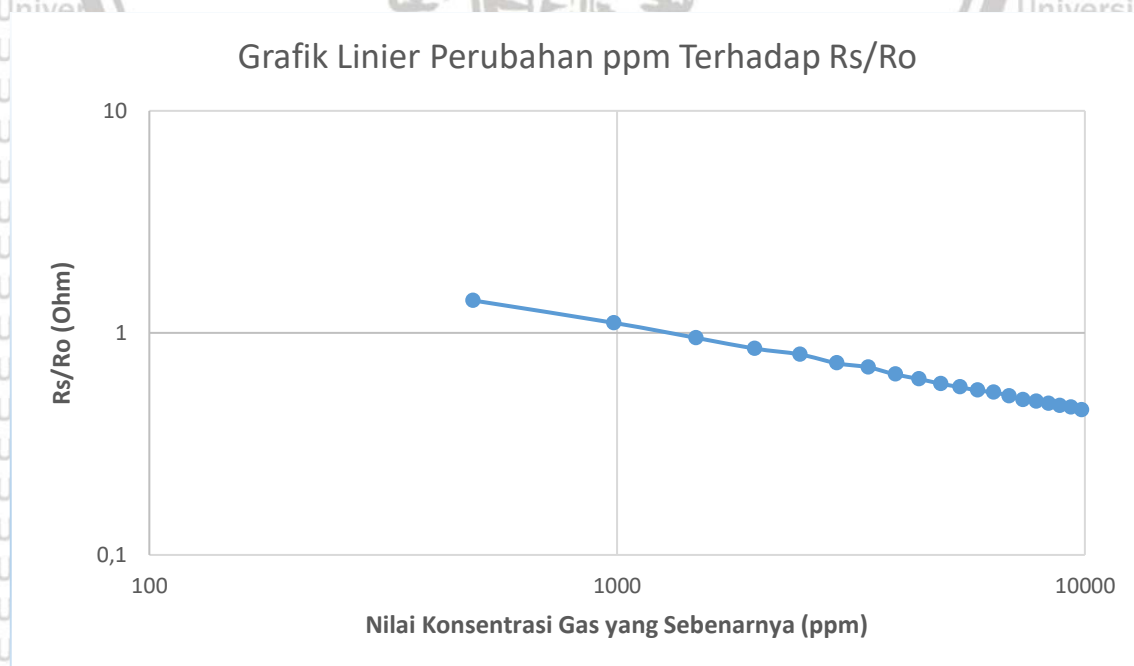
Kemudian diperoleh nilai offsetnya sebesar 1,227. Kemudian dapat ditentukan nilai konsentrasi gas untuk setiap rasio dengan rumus sebagai berikut:

$$\log(x) = \frac{(\log(y) - b)}{m}$$

Setelah memperoleh nilai log x, kemudian ditentukan nilai konsentrasi gas metana yang terbaca sesuai dengan skala log-log, dapat ditentukan inverse log dari x yang akan dimasukkan ke dalam program Arduino IDE yang selanjutnya data yang terbaca akan dikirim melalui server Blynk. Rumusnya sebagai berikut:

$$x = (10)^{\log(x)}$$

Setelah memperoleh nilai gas metana dalam satuan ppm dari rumus inverse log pada program Arduino IDE maka didapatkan nilainya yang kemudian diperoleh grafik linier pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Linier Perubahan ppm Terhadap Rs/Ro

4.2. Pengujian Pengiriman Data ke Server

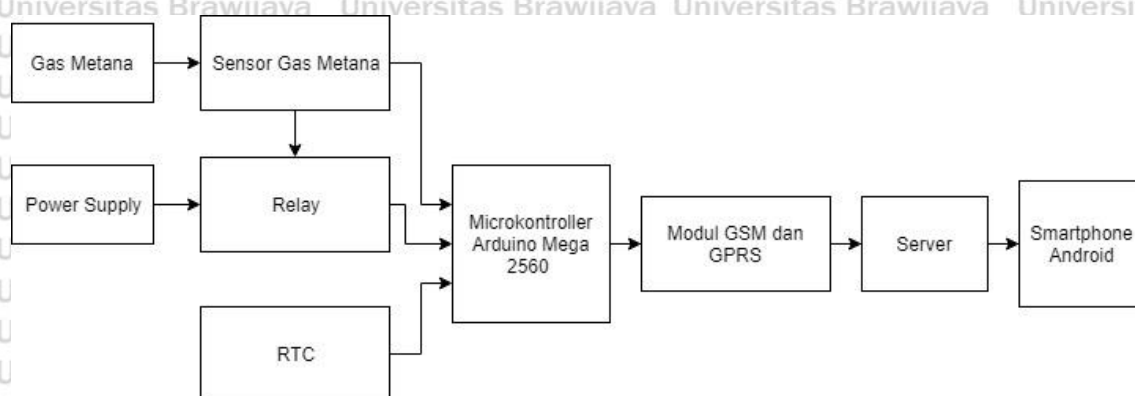
SIM800L merupakan suatu modul GSM yang dapat mengakses GPRS untuk pengiriman data ke internet dengan sistem M2M yang memiliki Quad Band 850/900/1800/1900 MHz dengan konsumsi daya yang rendah dengan rentang tegangan power supply 3.4 - 4.4 v. Modul ini digunakan agar dapat mengunggah data dari perangkat elektronik ke server Blynk yang menggunakan jaringan pada operator kartu SIM berukuran yang berukuran Micro SIM yang sudah terdaftar dalam jaringan operator agar dapat beroperasi dengan baik.. Dalam pengujian ini mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk berkomunikasi dengan modul dengan menggunakan AT Command. Pada pengujian, ketika modul mendapat daya dari catu daya eksternal, modul SIM800L “NET” LED berkedip 1 detik 1 kali detik sekali menandakan bahwa SIM800L terhubung dengan jaringan operator. Dalam pengoperasiannya SIM800L membutuhkan arus yang besar dalam pengoperasiannya maka digunakan adapter eksternal sebesar 5V 3A untuk mencatu modul SIM800L menggunakan regulator stepdown LM2596. Berikut adalah alat yang digunakan dalam pengujian pengiriman data ke server, antara lain:

1. Power Supply 12 V
2. Sensor Gas Metana MQ-4 2
3. Mikrokontroler Arduino Mega 2560
4. Modul SIM800L
5. Kartu SIM
6. Smartphone

4.3.1 Prosedur Pengiriman Data ke Server

Prosedur pengujian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Modul SIM800L dihubungkan melalui komunikasi UART dengan Mikrokontroler Arduino Pin A0 Sensor Gas Metana dihubungkan dengan pin A0 atau ADC0 Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Modul SIM800L dihubungkan ke Mikrokontroler Arduino Mega 2560 melalui komunikasi USART seperti gambar blok diagram pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Diagram Blok Rangkaian Pengujian Pengiriman Data ke Server

2. Untuk mengirim data, pertama yang perlu dilakukan adalah cara mengatur koneksi GPRS dari SIM800L dan Token Blynk seperti pada gambar 4.8.

```

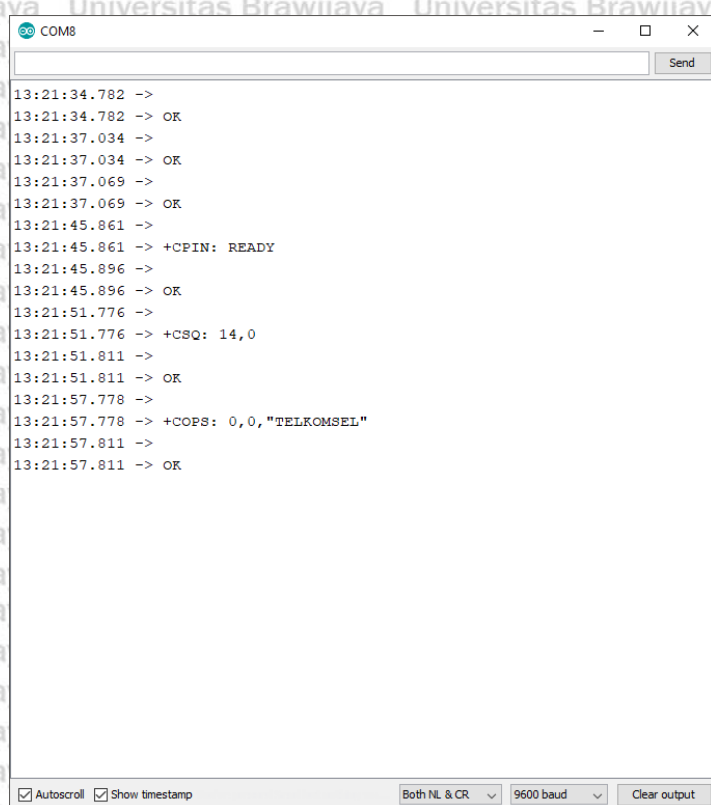
const char apn[] = "telkomsel";
const char user[] = "wap";
const char pass[] = "wap123";
const char auth[] = "1WRdskJTMUIXmjdjZ0eF6_idIksB0VVm";
    
```

Gambar 4.8. Pengaturan Koneksi GPRS SIM800L ke Aplikasi Smartphone Blynk

3. Mengirim perintah “AT”, “AT+CPIN?”, “AT+CSQ” dan “AT+COPS?”.
4. Pada aplikasi smartphone Blynk menggunakan widget display superchart untuk memonitoring konsentrasi gas metana menggunakan grafik, kemudian amati dan catat data yang tampil pada grafik.

4.3.2 Hasil Pengujian Pengiriman Data ke Server

Pengujian komunikasi mikrokontroler Arduino Mega 2560 ke modul SIM800L dengan mengirim perintah “AT” pada serial monitor, jika sukses maka respons dari modul SIM adalah “OK”. Pengiriman dengan perintah “AT+CPIN?” jika berhasil respons dari modul adalah “+CPIN: READY OK” yang menandakan bahwa modul SIM dapat digunakan dan berfungsi dengan baik. Pengiriman perintah “AT+CSQ”, respons dari modul adalah “+CSQ: 14,0 OK” menandakan modul SIM800L menangkap sinyal dengan nilai 14. Pengiriman perintah “AT+COPS?”, jika berhasil respons dari modul adalah “+COPS: 0, 0, TELKOMSEL OK”, menandakan bahwa modul SIM terhubung dengan jaringan operator Telkomsel. Hasil seluruh pengiriman perintah dapat dilihat dalam gambar 4.9.



Gambar 4.9. Gambar Komunikasi Serial Monitor Modul SIM800L

Komunikasi modul SIM800L dapat berfungsi dengan baik dalam menjalankan setiap pengujian AT Command yang diberikan mikrokontroler Arduino Mega 2560 kepada SIM800L melalui komunikasi serial UART. Pengiriman data ke server Bynk dapat terkirim apabila SIM800L telah terkoneksi dengan jaringan internet seperti pada gambar 4.10.

```

11:26:31.655 -> Initializing modem...
11:26:37.425 -> Modem Info: SIM800 R14.18
11:26:37.459 -> [8795]
11:26:37.459 ->
11:26:37.493 ->
11:26:37.529 ->
11:26:37.562 ->
11:26:37.562 -> /___/ v0.6.1 on Arduino Mega
11:26:37.630 ->
11:26:37.630 -> [8916] Modem init...
11:26:37.766 -> [9144] Connecting to network...
11:26:44.249 -> [15621] Network: TELKOMSEL
11:26:44.283 -> [15621] Connecting to telkomsel ...
11:26:50.116 -> [21488] Connected to GPRS
11:26:50.184 -> [21559] Connecting to blynk-cloud.com:80
11:26:52.391 -> [23756] Ready (ping: 1359ms).
  
```

Gambar 4.10. SIM800L Terkoneksi Jaringan Internet

Pada pengujian pengiriman data ke server didapatkan data seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4.

Hasil Pengujian Pengiriman Data ke Server

Waktu	Kekuatan Sinyal	Konsentrasi Metana yang Terkirim (ppm)	Pengiriman Data ke Server
11.23	22	5461	√
11.24	22	5462	√
11.25	22	5465	√
11.26	22	5465	√
11.27	22	5466	√
11.28	22	5467	√
11.29	21	5469	√
11.30	21	5470	√
11.31	21	5471	√
11.32	15	5477	√

• Keterangan:

- √ = data berhasil terkirim
- - = tidak mengirim
- X = data tidak berhasil terkirim

Hasil pengujian pengiriman data ke server pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa semakin besar sinyal yang ditangkap oleh modul SIM800L maka data pengiriman konsentrasi gas metana ke server Blynk akan semakin cepat terkirim.

4.3. Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS

Pengujian pengiriman notifikasi SMS bertujuan untuk mengetahui bahwa perangkat ini mampu mengirim SMS sebagai notifikasi bahwa gas metana dapat segera dikonsumsi sebagai kebutuhan rumah tangga. Pengiriman SMS ini menggunakan modul GSM/GPRS SIM800L yang akan dikirimkan ke Smartphone. Alat yang digunakan untuk percobaan pengujian solar panel adalah sebagai berikut:

1. Power Supply 12 V
2. Mikrokontroler Arduino Mega 2560
3. Modul SIM800L

4. Kartu SIM
5. Smartphone

4.4.1 Prosedur Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap yaitu:

1. Modul SIM800L dihubungkan ke Mikrokontroler Arduino Mega 2560 melalui komunikasi USART seperti gambar blok diagram pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Diagram Blok Rangkaian Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS

2. Agar dapat mengirim SMS, perlu dilakukan pengaturan nomer tujuan SMS yang dikirim dari SIM800L seperti pada gambar 4.12.

```

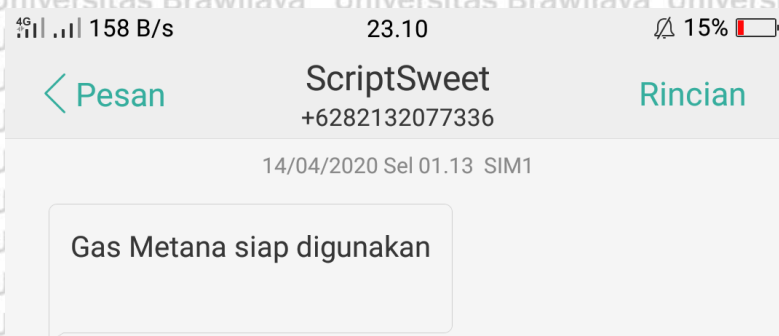
SerialAT.println("AT+CMGF=1");
delay(1000);
SerialAT.println("AT+CMGS=\"089666584338\"");
delay(1000);
SerialAT.println("Gas Metana siap digunakan");
delay(100);
SerialAT.println((char)26);
delay(1000);
  
```

Gambar 4.12. Pengaturan SMS SIM800L

3. Data hasil pembacaan sensor gas metana MQ-4 akan dikirim melalui server menggunakan SIM800L berupa nilai konsentrasi, apabila konsentrasi gas metana melebihi nilai yang telah ditentukan maka perangkat ini akan mengirimkan SMS ke Smartphone.
4. Amati dan catat pesan masuk pada Smartphone.

4.4.2 Hasil Pengujian Pengiriman Notifikasi SMS

Pengiriman notifikasi berupa *Short Message Service* (SMS) ke nomer perangkat yang telah diatur dalam program. SMS yang telah terkirim memuat kondisi Gas Metana dalam proses fermentasi biogas telah siap untuk digunakan dengan konsentrasi diatas 7000 ppm. Tampilan SMS yang telah terkirim seperti pada gambar 4.13.



Gambar 4.13. Notifikasi SMS

4.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan ini dilakukan untuk memperoleh nilai *error* sensor gas metana dan melakukan monitoring data konsentrasi gas metana hingga gas metana yang terbentuk telah optimal pada reaktor biogas yang dirancang. Untuk memperoleh nilai *error* sensor dilakukan dengan mengambil sampel gas metana pada reaktor biogas di Desa Bendosari.

Data konsentrasi gas metana yang sebenarnya dan yang terkirim dapat dilihat pada tabel 4.5, sehingga didapatkan kesalahan pembacaan keseluruhan sistem yang dirancang. Data konsentrasi gas metana yang terkirim didapatkan dari keluaran sensor gas metana yang dapat ditampilkan melalui OLED.

Tabel 4.5.

Hasil Pengujian Nilai Error Keseluruhan Sistem

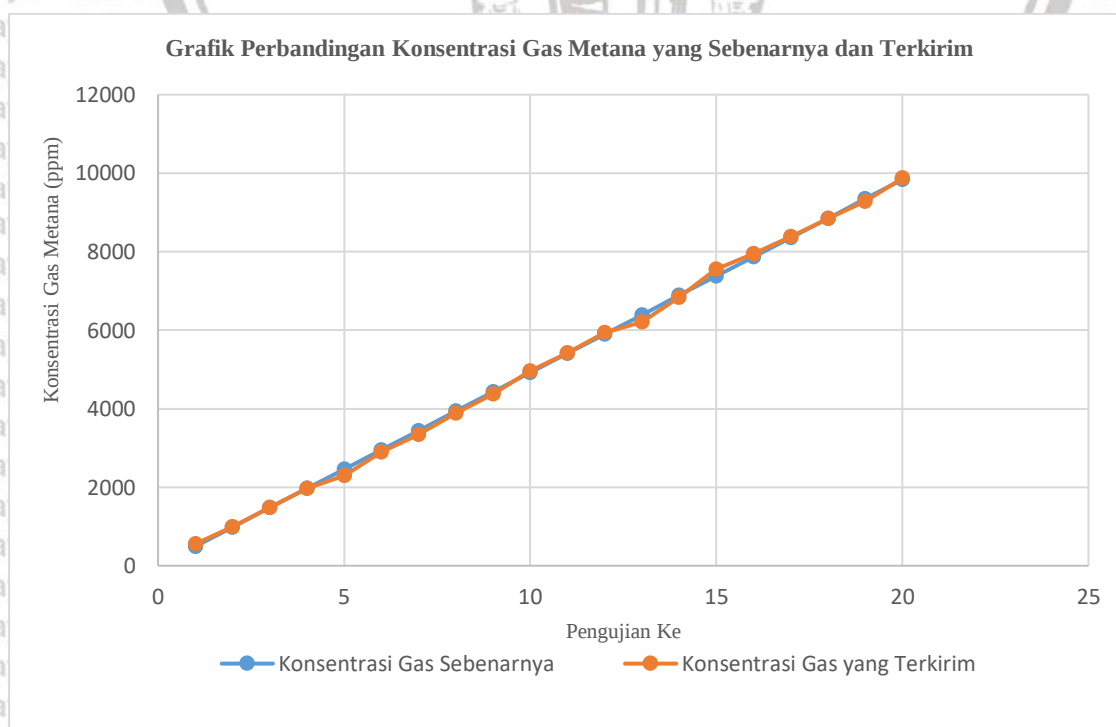
No	Konsentrasi Gas Sebenarnya (ppm)	Konsentrasi Gas Terkirim (ppm)	Kesalahan (ppm)
1	492	554	62
2	983	998	15
3	1475	1482	7
4	1967	1965	2
5	2458	2292	166
6	2950	2891	59
7	3441	3336	105
8	3933	3882	51
9	4424	4377	47

10	4916	4964	48
11	5408	5418	10
12	5900	5932	32
13	6391	6215	176
14	6883	6839	44
15	7375	7555	180
16	7866	7953	87
17	8358	8380	22
18	8850	8840	10
19	9341	9285	56
20	9833	9871	38
Rata-rata kesalahan			60,85

Didapatkan nilai kesalahan pengukuran rata-rata sebesar 60,85 ppm atau 1,94 %.

Nilai error sendiri didapatkan melalui rumus seperti berikut:

$$Error = \frac{Gas\ Terukur - Gas\ Terbaca}{Gas\ Terukur} \times 100$$



Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Konsentrasi Gas yang Sebenarnya dan Terkirim

Pengukuran konsentrasi gas metana menggunakan sensor gas metana MQ-4 diperoleh tegangan minimal sebesar 0,373 V pada konsentrasi gas minimal sebesar 200 ppm, kemudian diperoleh tegangan maksimal sebesar 1,215 V pada konsentrasi gas 10.000 ppm. Maka untuk memperoleh nilai sensitivitas sensor MQ-4 digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Sensitivitas Sensor} = \frac{\Delta V_s}{\Delta \text{ppm}}$$

Maka diperoleh nilai sensitivitas sensor sebesar $8,591 \times 10^{-5}$ V/ppm dengan ΔV_s sebesar 0,842 V dan Δppm sebesar 8000 ppm. Kemudian untuk memperoleh nilai resolusi tegangan ADC menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta V = VR \times 2^{-n}$$

Maka diperoleh nilai ΔV sebesar $1,1865 \times 10^{-3}$ V dengan VR adalah tegangan maksimal sensor dan n adalah jumlah bit dengan basis 10 karena ADC Mikrokontroler Arduino Mega 2560 mempunyai bit dengan basis 10. Kemudian untuk memperoleh nilai resolusi pembacaan ppm atau Δppm menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta \text{ppm} = \frac{\Delta V}{S}$$

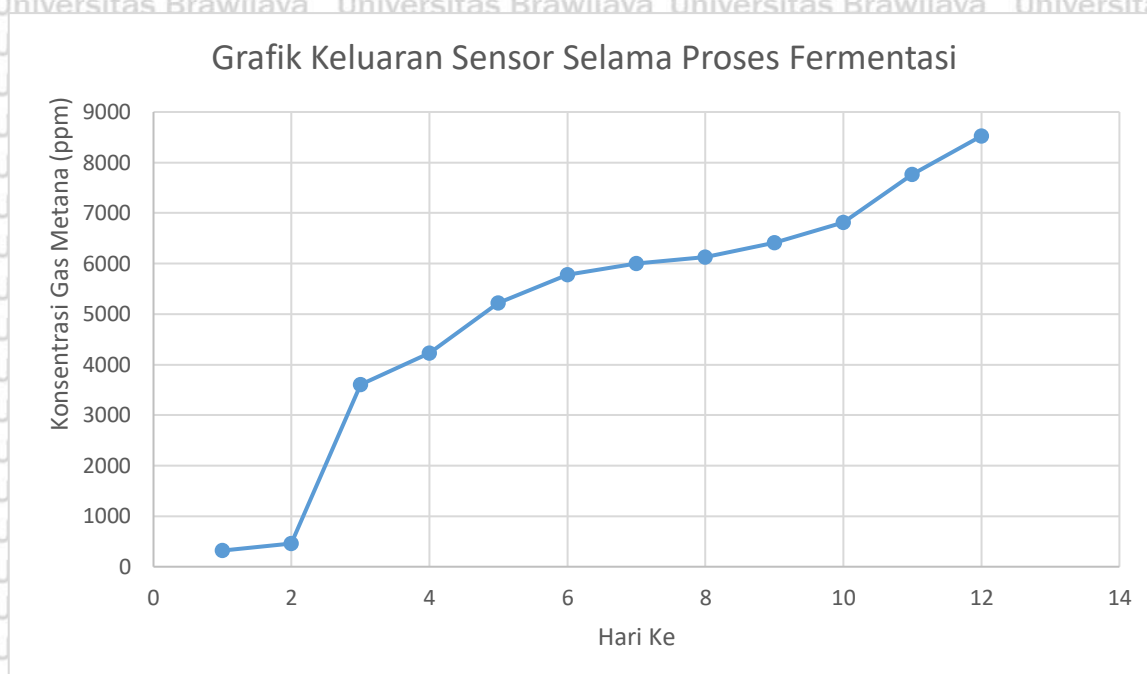
Jadi resolusi pembacaan sensor gas metana MQ-4 dari data hasil pengukuran konsentrasi gas metana pada tabel 4.5 sebesar 13,81 ppm.

Monitoring konsentrasi gas metana pada reaktor biogas dilakukan dengan memasukkan substrat kotoran sapi dalam tabung fermentor dengan menjadwalkan pembacaan sensor gas metana MQ-4 yang dikirim menggunakan server Blynk pada reaktor biogas yang dirancang. Hal ini bertujuan untuk mengamati seluruh kinerja alat dari segi mekanik, elektrik maupun software yang telah dibangun. Data pengujian keseluruhan sistem yang dibangun dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6.
Data Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Nilai Konsentrasi yang Terkirim Sensor (ppm)	Pengiriman Data ke Server	Pengiriman Notifikasi SMS
1	319	√	-
2	455	√	-
3	3610	√	-
4	4231	√	-
5	5218	√	-
6	5781	√	-
7	5998	√	-
8	6132	√	-
9	6414	√	-
10	6810	√	-
11	7768	√	√
12	8524	√	√

- Keterangan:
 - √ = berhasil terkirim
 - - = tidak mengirim
 - X = tidak berhasil terkirim

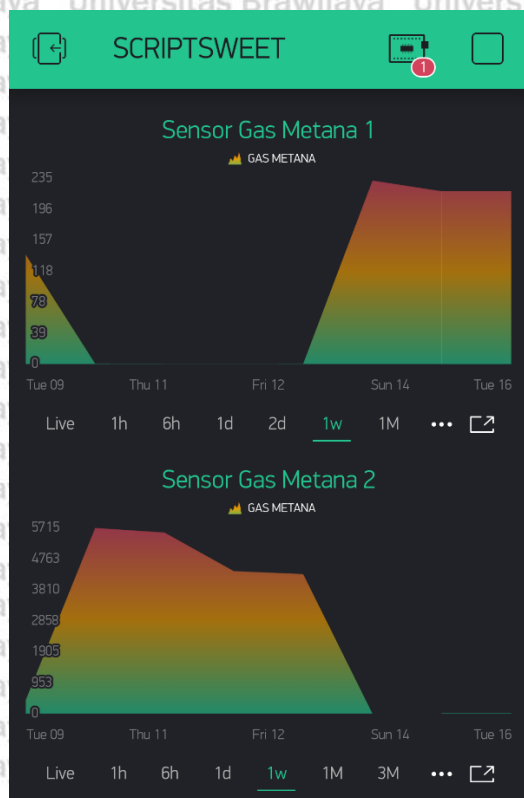


Gambar 4.15. Grafik Keluaran Sensor Selama Proses Fermentasi Biogas

Berdasarkan tabel 4.6, data yang dibaca oleh Sensor Gas Metana MQ-4 dalam tabung penampung kemudian dikirim melalui modul SIM800L menggunakan jaringan GPRS dapat terkirim dengan optimal serta pengiriman notifikasi SMS dapat terkirim ketika gas metana telah menunjukkan angka yang optimal untuk kemudian dapat diolah hasil fermentasi biogas dalam tabung fermentor reaktor biogas. Untuk grafik hasil pengujian keluaran sensor selama proses fermentasi dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.16. Interface pada OLED



Gambar 4.17. Interface pada Aplikasi Smartphone Android Blynk

Pada gambar 4.16 dan 4.17 menampilkan interface melalui OLED dan aplikasi Smartphone Android Blynk. Pada perancangan aplikasi terdapat tampilan dalam bentuk grafik. Sumbu Y menyatakan perubahan konsentrasi gas metana (ppm). Sedangkan pada sumbu X menyatakan waktu pengambilan sampel. Data juga dapat ditampilkan secara *live*, selain itu juga disediakan rekaman data konsentrasi gas metana selama 1 jam, 6 jam, 1 hari, 1 minggu, 1 bulan, dan 3 bulan. Grafik pada gambar 4.14 merupakan rekaman data selama 12 hari. Berdasarkan pada tabel 4.6 dan gambar 4.16 pada hari ke 4 gas mulai terbentuk dengan konsentrasi gas terkirim diatas 2000 ppm hingga hari ke 12 konsentrasi gas yang terkirim sebesar 8524 ppm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan, pembuatan, dan pengujian yang telah dilakukan terhadap alat baik pengujian pada sub-sistem maupun pengujian seluruh sistem, maka dapat disusun kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem monitoring gas metana pada reaktor biogas berbasis *Internet of Thing* menggunakan server Blynk untuk pengiriman data menggunakan jaringan GPRS menggunakan modul SIM800L. Jika konsentrasi gas metana yang terukur menggunakan sensor gas metana MQ-4 ≥ 7000 ppm maka akan mengirim notifikasi SMS (*Short Message Service*) menggunakan kartu SIM yang memberikan informasi bahwa gas yang telah terbentuk dalam proses fermentasi biogas telah optimal dan siap untuk diolah.
2. Berdasarkan pengujian sensor gas metana dapat mengukur konsentrasi gas metana secara *real time* dengan jangkauan pada batas minimal 319 ppm dan batas maksimal 9340 ppm. Diperoleh pengukuran Rs/R0 pada sensor gas metana MQ-4 sebesar 1,4 pada 492 ppm dan 0,45 pada 9833 ppm. Diperlukan pendekatan linier karena mengacu pada datasheet grafik terlihat linier untuk menghubungkan perubahan konsentrasi gas metana (ppm) dan Rs/Ro (Ohm) menghubungkan rasio dan konsentrasi. Rumus yang akan digunakan adalah persamaan untuk sebuah garis, tetapi untuk skala log-log dengan basis 10. Diperoleh nilai kesalahan pengukuran rata-rata sensor gas metana MQ-4 sebesar 60,85 ppm atau 1,94 % dengan resolusi pembacaan sensor gas metana MQ-4 dari data hasil pengukuran konsentrasi gas metana sebesar 13,81 ppm.
3. Pengiriman data sensor ke server Blynk menggunakan modul GPRS SIM800L dapat terkirim secara optimal hingga hari ke 12 konsentrasi gas yang terkirim sebesar 8524 ppm.
4. Pada aplikasi Smartphone Android Blynk dirancang tampilan dalam bentuk grafik. Sumbu Y menyatakan perubahan konsentrasi gas metana (ppm). Sedangkan pada sumbu X menyatakan waktu pengambilan sampel. Data juga dapat ditampilkan secara *live*, selain itu juga disediakan rekaman data konsentrasi gas metana selama 1 jam, 6 jam, 1 hari, 1 minggu, 1 bulan, dan 3 bulan.

Saran

Beberapa saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini antara lain:

1. Diperlukan modul internet yang lebih canggih agar dapat menangkap sinyal yang lebih baik sehingga menunjang kecepatan pengiriman data.



DAFTAR PUSTAKA

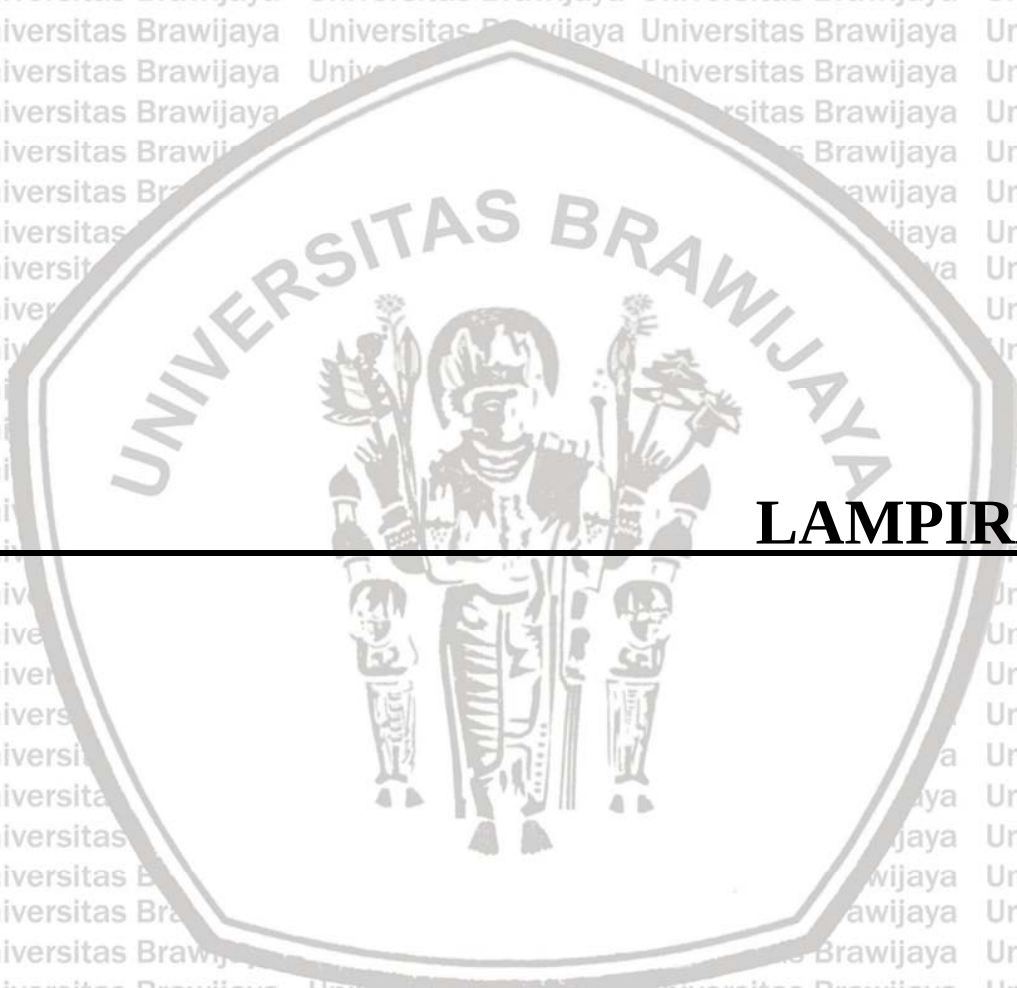
- Anwar, S. C., Rakhmadi, F. A., Rahmawati, R., Fisika, J., Sains, F., Teknologi, D., ... Adisucipto, J. M. (2012). *Perangkat Sistem Pengukuran Konsentrasi Gas Metana (Ch₄) Pada Biogas Dari Hasil Fermentasi Enceng Gondok (Eichornia Crassipes) Berbasis Sensor Tgs 2611*.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2018). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2018/ Livestock and Animal Health Statistics 2018*. Retrieved from <http://ditjenpkh.pertanian.go.id>
- Fairus, S., Rahman, L., & Apriani, E. (2011). Pemanfaatan Sampah Organik Secara Padu Menjadi Alternatif Energi : Biogas dan Precursor Briket. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan' Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengelolaan Sumber Alam Manusia*, (2006), E01.
- HanweiElectronics. (2005). MQ-4 Semiconductor Sensor for Natural Gas. *Structure*, 2–4. <https://doi.org/10.1007/s10856-017-5881-z>
- Marindani, E. D., Sanjaya, B. W., & Gusmanto. (2014). Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Dan Pelacakan Pada Kendaraan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano. *Jurnal Elektro*, 1–11.
- NSW Gov. (2017). *Methane Fact Sheet*. 1–5. Retrieved from <https://www.epa.nsw.gov.au/~media/EPA/Corporate/Site/resources/epa/2564-methane-fact-sheet.ashx>
- Prihatmoko, D. (2016). PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) DALAM PEMBELAJARAN DI UNISNU JEPARA. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 7(2), 567. <https://doi.org/10.24176/simet.v7i2.769>
- Purwantini, T. B. (2014). *PEMANFAATAN LIMBAH USAHA TERNAK SAPI PERAH UNTUK BIOGAS Mendukung Kemandirian Energi di Perdesaan : Kasus di Desa Bendosari , Malang , Jawa Timur Utilization of Dairy Cattle Waste for Biogas in Supporting Energy Security in Rural Areas : A Case Study in B*. 165–172.
- Sakayo, N. M., Mutuku, J. N., & Ngaruiya, J. M. (2019). Design and Calibration of a Microcontroller Based MQ-4 Gas Sensor for Domestic Cooking Gas System. *International Journal of Applied Physics*, 6(2), 31–40. <https://doi.org/10.14445/23500301/ijap-v6i2p106>
- Sulistiyanto, M. P. T., Nugraha, D. A., Sari, N., Karima, N., & Asrori, W. (2015). Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal*, 1(1), 20–23. Retrieved from <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jst/article/view/842>
- Sutanto, R., Wardani, K., Mulyanto, A., Nurchayati, N., Pandiatmi, P., Zainuri, A., & Sinarep, S. (2017). Analisis pemakaian bahan bakar biogas termurnikan pada unjuk kerja motor bakar. *Dinamika Teknik Mesin*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.29303/d.v7i1.1>
- Syamsuddin, A.R., Mappangaja & Natsir, A. (2012). Analisis manfaat program biogas asal ternak bersama masyarakat (BATAMAS) Kota Palopo (Studi kasus Kelompok Tani Kampung Kecamatan Wara Selatan Kota Palopo). *Jurnal Pascasarjana Universitas*

Hasanuddin, (3).

Wahyuni. (2011). *Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan Disampaikan Oleh : Sri Wahyuni*, MP Pada : Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) ke 10 Jakarta , 8 – 10 November 2011. (November), 8–10.

Widhy, P. (2019). *Stoikiometri*. 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>





LAMPIRAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



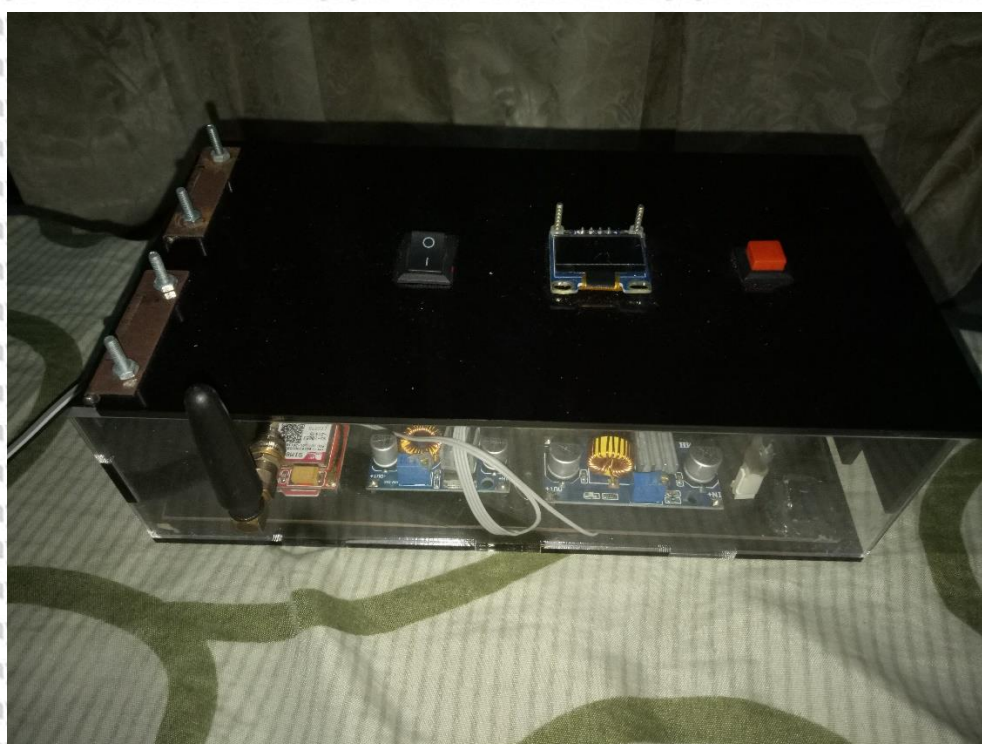
Lampiran 1 Dokumentasi Alat



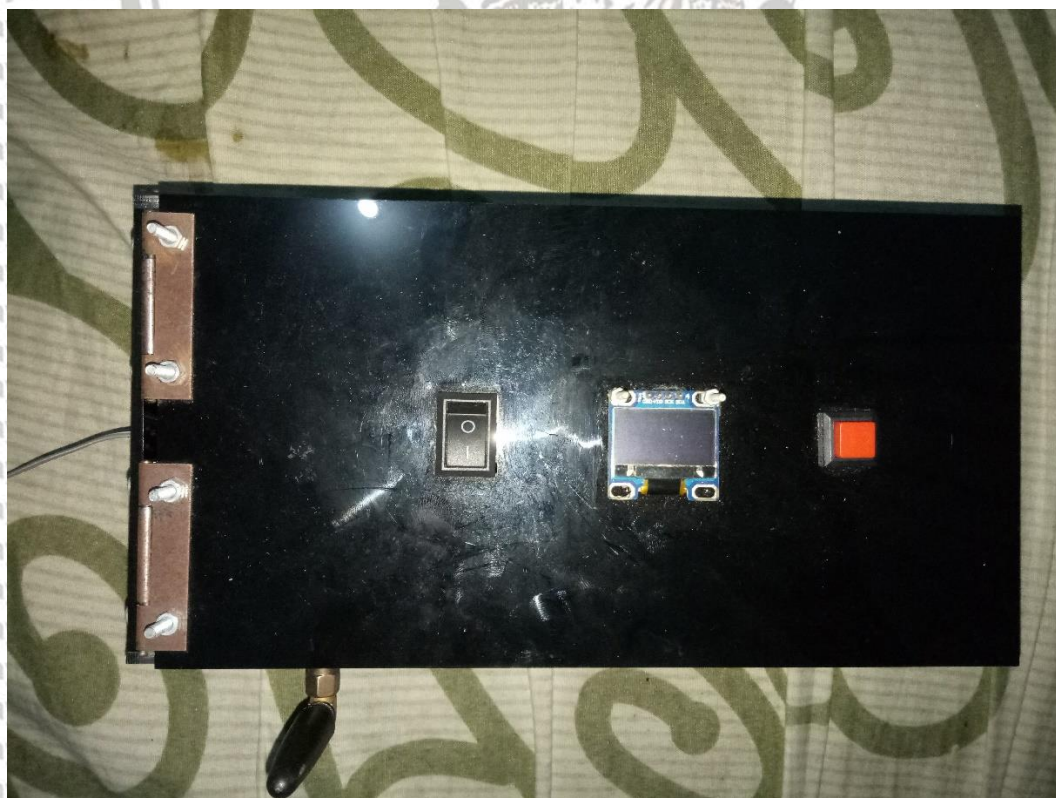
Gambar 1. Pengujian Sensor Gas Metana



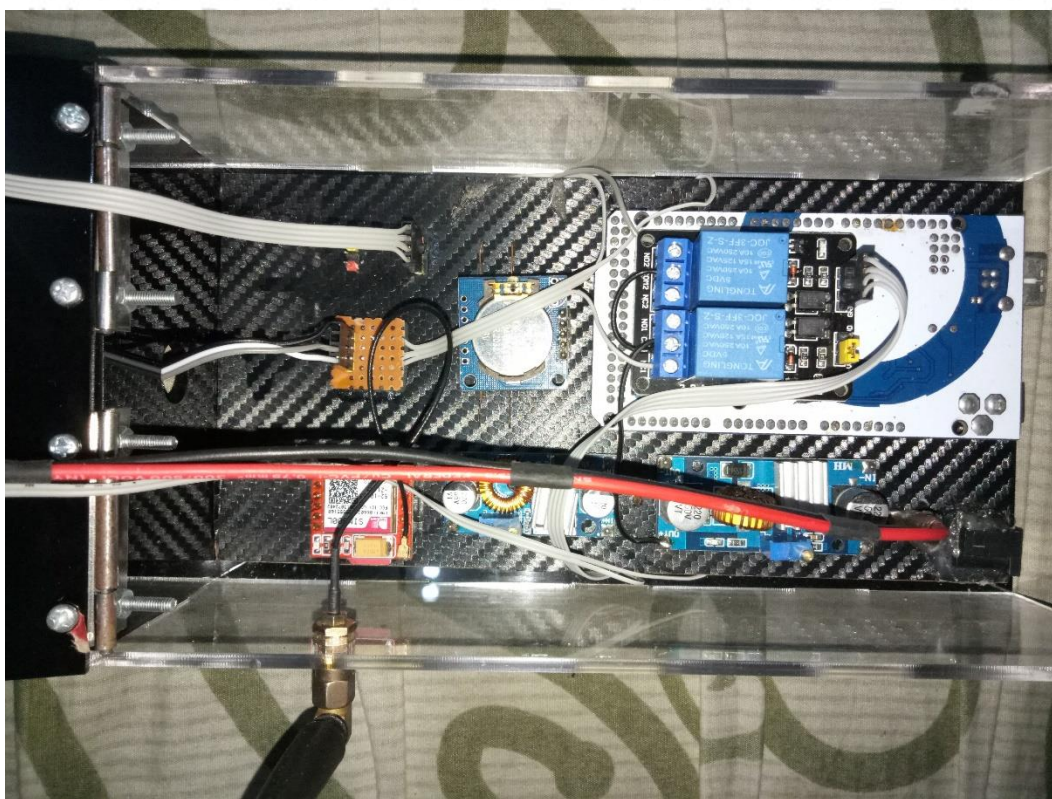
Gambar 2. Foto Rancangan Mekanik Reaktor Biogas Keseluruhan



Gambar 3. Foto Alat Tampak Samping



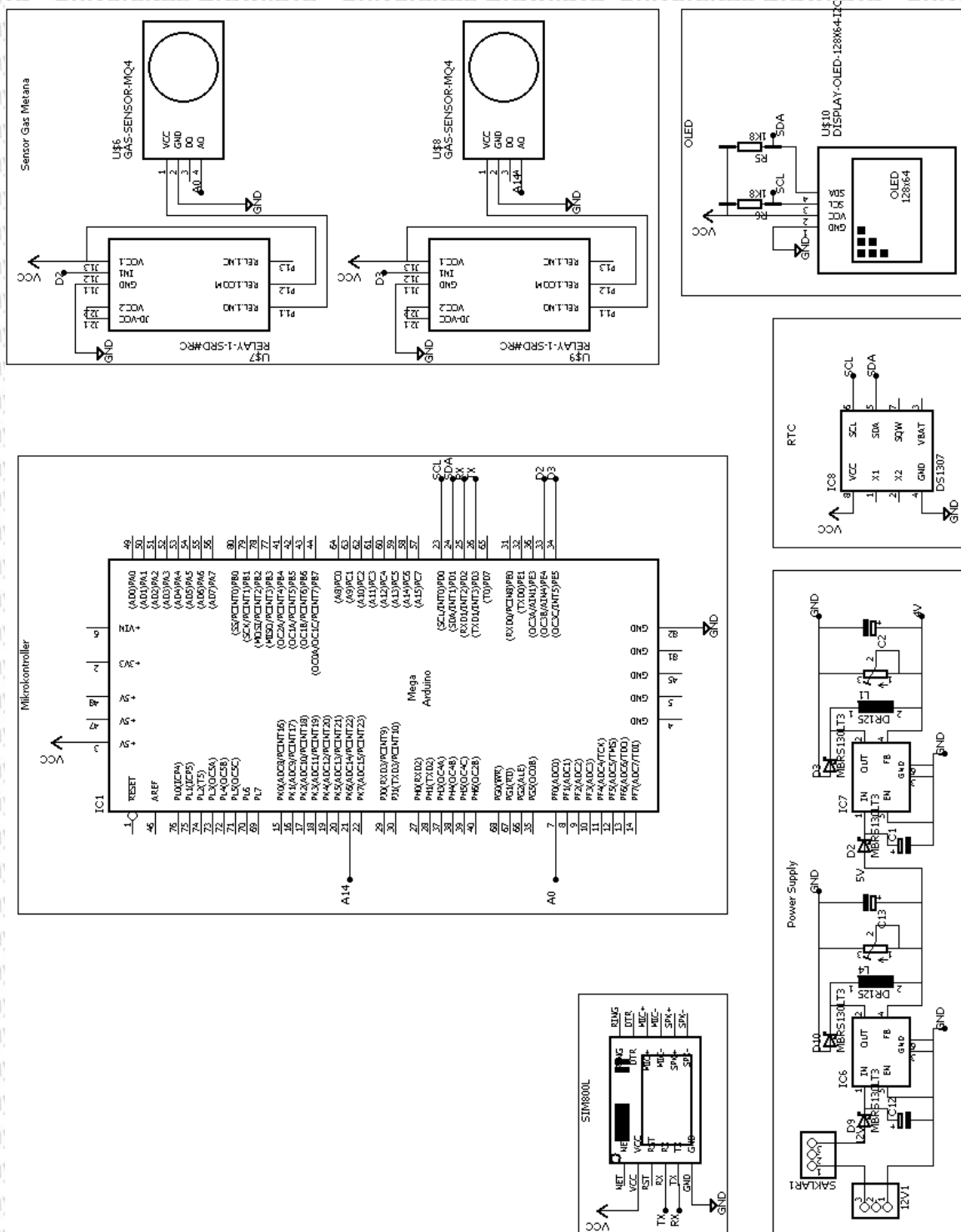
Gambar 4. Foto Alat Tampak Atas



Gambar 5. Foto Alat Bagian Dalam



Gambar 6. Foto Sensor dalam Tabung Penampung



Gambar 7. Skematik Rangkaian

Lampiran 2

Listing Program

```

/*****

```

```

SKRIPSI

```

```

Nama      : Aidil Fikri Islamy

```

```

NIM       : 165060301111026

```

```

Judul     : Sistem Monitoring Gas Metana Pada Reaktor Biogas Berbasis IoT

```

```

Jurusan   : Teknik Elektro

```

```

Fakultas  : Fakultas Teknik

```

```

Universitas : Universitas Brawijaya

```

```

*****/

```

```

/* Comment this out to disable prints and save space */

```

```

#define BLYNK_PRINT Serial

```

```

#define TINY_GSM_MODEM_SIM800

```

```

#include <Adafruit_GFX.h>

```

```

#include <Adafruit_SSD1306.h>

```

```

#include <Wire.h>

```

```

#include <TinyGsmClient.h>

```

```

#include <BlynkSimpleTinyGSM.h>

```

```

#include "RTCLib.h"

```

```

#include <SoftwareSerial.h>

```

```

#define SerialMon Serial

```

```

#define SCREEN_WIDTH 128

```

```

#define SCREEN_HEIGHT 64

```

```

#define sensor2_mq4 A0

```

```

#define sensor_mq4 A14

```

```

const int led1 = 3;

```

```

const int led2 = 2;

```

56

float ppm;

float ppm2;

float m = -0.394;

float b = 1.227;

float R0 = 134375;

void lcd_run();

void eksekusi();

SoftwareSerial SerialAT(10, 11);

RTC_DS1307 rtc;

char namaHari[7][12] = {"Minggu", "Senin", "Selasa", "Rabu", "Kamis", "Jumat", "Sabtu"};

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);

const char apn[] = "telkomsel";

const char user[] = "wap";

const char pass[] = "wap123";

const char auth[] = "1WRdskJTMUIXmjdjZ0eF6_idIksB0VVm";

TinyGsm modem(SerialAT);

void setup()

{

SerialMon.begin(9600);

delay(10);

SerialAT.begin(9600);

delay(3000);

SerialMon.println("Initializing modem...");

modem.restart();

String modemInfo = modem.getModemInfo();

SerialMon.print("Modem Info: ");

SerialMon.println(modemInfo);

```
Blynk.begin(auth, modem, apn, user, pass);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
pinMode(led1, OUTPUT);
```

```
pinMode(led2, OUTPUT);
```

```
pinMode(sensor_mq4, INPUT);
```

```
pinMode(sensor2_mq4, INPUT);
```

```
Serial.println(F("Init...."));
```

```
SerialAT.println("AT");
```

```
SerialAT.println("AT+CMGF=1");
```

```
SerialAT.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0");
```

```
if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
```

```
Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
```

```
for(;;);
```

```
}
```

```
delay(2000);
```

```
display.clearDisplay();
```

```
if (! rtc.begin()) {
```

```
Serial.println("RTC TIDAK TERBACA");
```

```
while (1);
```

```
}
```

```
if (! rtc.isrunning()) {
```

```
Serial.println("RTC is NOT running!");
```

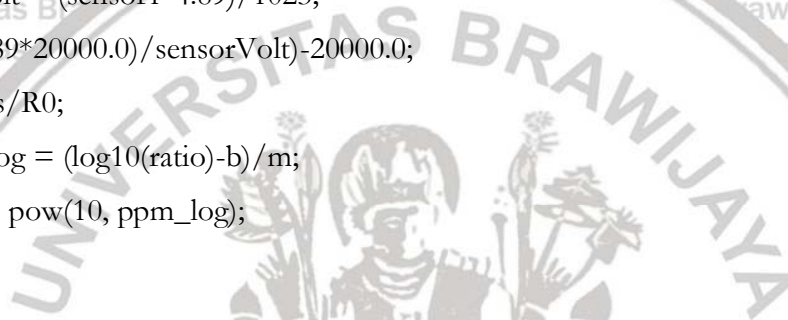
```
rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
```

```
}
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
lcd_run();  
Blynk.run();  
DateTime now = rtc.now();  
String currentTime = String(now.hour()) + ":" + now.minute() + ":" + now.second();  
  
float RS_gas;  
float ratio;  
float sensor1 = analogRead(sensor_mq4);  
float sensorVolt = (sensor1*4.89)/1023;  
RS_gas = ((4.89*20000.0)/sensorVolt)-20000.0;  
ratio = RS_gas/R0;  
double ppm_log = (log10(ratio)-b)/m;  
double ppm = pow(10, ppm_log);  
delay(1000);  
  
float RS_gas2;  
float ratio2;  
float sensor2 = analogRead(sensor2_mq4);  
float sensorVolt2 = (sensor2*4.89)/1023;  
RS_gas2 = ((4.89*20000.0)/sensorVolt2)-20000.0;  
ratio2 = RS_gas2/R0;  
double ppm_log2 = (log10(ratio2)-b)/m;  
double ppm2 = pow(10, ppm_log2);  
delay(1000);  
  
Blynk.virtualWrite(V0, ppm);  
Blynk.virtualWrite(V1, ppm2);  
  
Serial.print(namaHari[now.dayOfTheWeek()]);  
Serial.print(',');  
Serial.print(now.day(), DEC);  
Serial.print('/');
```



```
Serial.print(now.month(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.year(), DEC);
Serial.print(" ");
Serial.print(now.hour(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.minute(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.second(), DEC);
Serial.println();
delay(10);
}

void lcd_run() {
    DateTime now = rtc.now();
    String currentTime = String(now.hour()) + ":" + now.minute() + ":" + now.second();
    display.setTextSize(0);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println(now.day());
    display.setCursor(15, 0);
    display.println('/');
    display.setCursor(25, 0);
    display.println(now.month());
    display.setCursor(40, 0);
    display.println('/');
    display.setCursor(49, 0);
    display.println("2020");
    display.setCursor(93, 0);
    display.println(now.hour());
    display.setCursor(106, 0);
    display.println(":");
    display.setCursor(114, 0);
```

```

display.println(now.minute());
display.setCursor(0, 47);
display.println(ppm2);
display.setCursor(47, 47);
display.println("ppm");
display.setCursor(0, 57);
display.println(ppm);
display.setCursor(47, 57);
display.println("ppm");
display.display();
display.clearDisplay();

if (now.dayOfTheWeek() >= 3 && now.dayOfTheWeek() <= 6) {
    digitalWrite(led1, HIGH);
    Serial.print("Sensor 1 On:");
    Serial.print(ppm);
} else {
    digitalWrite(led1, LOW);
    delay(1000);}

if (now.dayOfTheWeek() >= 0 && now.dayOfTheWeek() <= 2) {
    digitalWrite(led2, HIGH);
    Serial.print("Sensor 2 On:");
    Serial.print(ppm2);
} else {
    digitalWrite(led2, LOW);}
delay(1000);
}

void eksekusi() {
    SerialAT.println("AT+CMGF=1");
    delay(1000);
    SerialAT.println("AT+CMGS=\"089666584338\\\"r");
    delay(1000);

```



```
SerialAT.println("Gas Metana siap digunakan");  
delay(100);  
SerialAT.println((char)26);  
delay(1000);  
}
```



Lampiran 3

Datasheet

Henan Hanwei Electronics Co., Ltd

www.hwsensor.com

MQ-4 Semiconductor Sensor for Natural Gas

Sensitive material of MQ-4 gas sensor is SnO_2 , which with lower conductivity in clean air. When the target combustible gas exist, The sensor's conductivity is more higher along with the gas concentration rising. Please use simple electrocircuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration.

MQ-4 gas sensor has high sensility to Methane, also to Propane and Butane. The sensor could be used to detect different combustible gas, especially Methane, it is with low cost and suitable for different application.

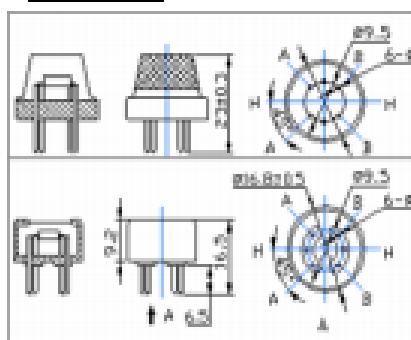
Character

- * Good sensitivity to Combustible gas in wide range
- * High sensitivity to Natural gas
- * Long life and low cost
- * Simple drive circuit

Application

- * Domestic gas leakage detector
- * Industrial Combustible gas detector
- * Portable gas detector

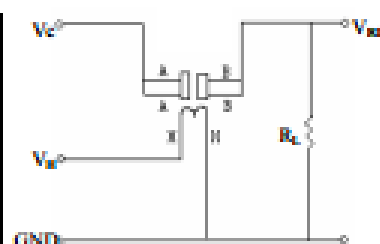
Configuration



Technical Data

Model No.		MQ-4	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Bakelite (Black Bakelite)	
Detection Gas		Natural gas/ Methane	
Concentration		300-10000ppm (Natural gas / Methane)	
Circuit	Loop Voltage	V_L	$\leq 24V$ DC
	Heater Voltage	V_H	5.0V $\pm$ 0.2V AC or DC
	Load	R_L	Adjustable
	Resistance	R_L	Adjustable
Character	Heater Resistance	R_H	310 $\pm$ 30 (Room Tem.)
	Heater consumption	P_H	$\leq 300mW$
	Sensing Resistance	R_s	2K Ω -20K Ω (in 5000ppm CH_4)
	Sensitivity	S	$R_a(\text{in air})/R_s(5000\text{ppm } \text{CH}_4) \geq 5$
	Slope	α	$\leq 0.5 (R_{1000ppm}/R_{500ppm} \text{CH}_4)$
Condition	Tem. Humidity	20 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 65% $\pm$ 5%/RH	
	Standard test circuit	V_H : 5.0V $\pm$ 0.1V, V_L : 5.0V $\pm$ 0.1V	
	Preheat time	Over 48 hours	

Basic test loop



The above is basic test circuit of the sensor.

The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage(V_H) and test voltage(V_C). V_H used to supply certified working temperature to the sensor, while V_C used to detect voltage (V_{RL}) on load resistance (R_L) whom is in series with sensor. The sensor has light polarity, V_C need DC power. V_C and V_H could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable R_L value is needed:

Power of Sensitivity body(P_s):

Tel: 86-371-67169070/80

Fax: 86-371-67169090

Email: sales@hwsensor.com

Henan Hanwei Electronics Co., Ltd

www.hwsensor.com

$$P_s = V_c^2 / R_s (R_s + R_L)^2$$

Resistance of sensor(R_s): $R_s = (V_c / V_L - 1) \cdot R_L$

Sensitivity Characteristics

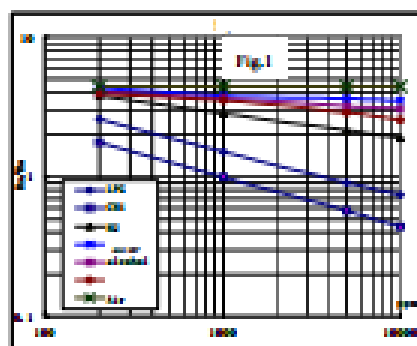


Fig.1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-4, ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_0), abscissa is concentration of gases. R_s means resistance in different gases, R_0 means resistance of sensor in 1000ppm Methane. All test are under standard test conditions.

P.S.: Sensitivity to smoke is ignite 10pcs cigarettes in 8m³ room, and the output equals to 200ppm Methane

Influence of Temperature/Humidity

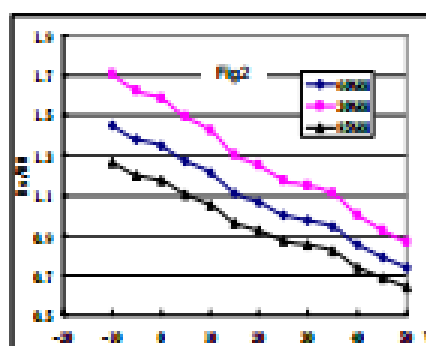
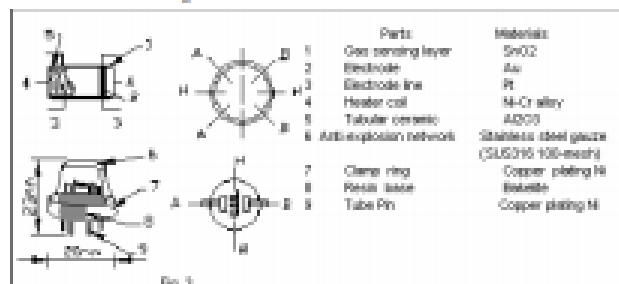


Fig.2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_0), R_s means resistance of sensor in 1000ppm Methane under different tem. and humidity. R_0 means resistance of the sensor in environment of 1000ppm Methane, 20°C/85%RH

Structure and configuration



Structure and configuration of MQ-4 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro Al₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-4 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Tel: 86-371-67169070/80

Fax: 86-371-67169090

Email: sales@hwsensor.com

Hanan Hanwei Electronics Co., Ltd

www.hwsensor.com

Notification

1 Following conditions must be prohibited

1.1 Exposed to organic silicon steam

Organic silicon steam cause sensors invalid, sensors must be avoid exposing to silicon bond, fixture, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment

1.2 High Corrosive gas

If the sensors exposed to high concentration corrosive gas (such as H_2S , SO_x , Cl_2 , HCl etc), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it cause sincere sensitivity attenuation.

1.3 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution

The sensors performance will be changed badly if sensors be sprayed polluted by alkali metals salt especially brine, or be exposed to halogen such as fluorin.

1.4 Touch water

Sensitivity of the sensors will be reduced when spattered or dipped in water.

1.5 Freezing

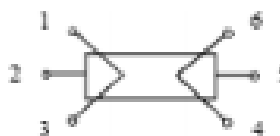
Do avoid icing on sensor's surface, otherwise sensor would lose sensitivity.

1.6 Applied voltage higher

Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, otherwise it cause down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristic changed badly.

1.7 Voltage on wrong pins

For 6 pins sensor, if apply voltage on 1. 3 pins or 4. 6 pins, it will make lead broken, and without signal when apply on 2. 4 pins



2 Following conditions must be avoided

2.1 Water Condensation

Indoor conditions, slight water condensation will effect sensors performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensor' sensitivity will be decreased.

2.2 Used in high gas concentration

No matter the sensor is electrified or not, if long time placed in high gas concentration, it will affect sensors characteristic.

2.3 Long time storage

The sensors resistance produce reversible drift if it's stored for long time without electrify, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in airproof without silicon gel bag with clean air. For the sensors with long time storage but no electrify, they need long aging time for stability before using.

2.4 Long time exposed to adverse environment

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc, it will effect the sensors performance badly.

2.5 Vibration

Continual vibration will result in sensors down-lead response then reapture. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

2.6 Concussion

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

2.7 Usage

For sensor, handmade welding is optimal way. If use wave crest welding should meet the following conditions:

2.7.1 Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine

2.7.2 Speed: 1-2 Meter/ Minute

2.7.3 Warm-up temperature: $100 \pm 20^\circ C$

2.7.4 Welding temperature: $250 \pm 10^\circ C$

2.7.5 1 time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will be reduced.

Tel: 86-371-67169070/80

Fax: 86-371-67169090

Email: sales@hwsensor.com



1. Introduction

This document describes SIM800L hardware interface in great detail.

This document can help user to quickly understand SIM800L interface specifications, electrical and mechanical details. With the help of this document and other SIM800L application notes, user guide, users can use SIM800L to design various applications quickly.

2. SIM800L Overview

SIM800L is a quad-band GSM/GPRS module, that works on frequencies GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz and PCS1900MHz. SIM800L features GPRS multi-slot class 12/ class 10 (optional) and supports the GPRS coding schemes CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4.

With a tiny configuration of 15.8*17.8*2.4mm, SIM800L can meet almost all the space requirements in user applications, such as smart phone, PDA and other mobile devices.

SIM800L has 88pin pads of LGA packaging, and provides all hardware interfaces between the module and customers' boards.

- Support 5*5*2 keypads
- One full modem serial port, user can configure two serial ports
- One USB, the USB interfaces can debug, download software
- Audio channel which includes two microphone input; a receiver output and a speaker output
- Programmable general purpose input and output.
- A SIM card interface
- Support FM
- Support one PWM

SIM800L is designed with power saving technique so that the current consumption is as low as 0.7mA in sleep mode.

2.1. SIM800L Key Features

Table 1: SIM800L key features

Feature	Implementation
Power supply	3.4V ~4.4V
Power saving	typical power consumption in sleep mode is 0.7mA (AT+CFUN=0)
Frequency bands	● Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM800L can search the 4 frequency bands automatically. The frequency bands can also be set by AT command "AT+CBAND". For details, please refer to document [1]. ● Compliant to GSM Phase 2/2+
Transmitting power	● Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900 ● Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900
GPRS connectivity	● GPRS multi-slot class 12 (default) ● GPRS multi-slot class 1~12 (option)
Temperature range	● Normal operation: -40°C ~ +85°C



Smart Machine Smart Decision

	Storage temperature -45°C ~ +90°C
Data GPRS	- GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps - GPRS data uplink transfer: max. 85.6 kbps - Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4 - PAP protocol for PPP connect - Integrate the TCP/IP protocol. - Support Packet Broadcast Control Channel (PBCCH) - CSD transmission rates: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps
CSD	Support CSD transmission
USSD	Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support
SMS	- MT, MO, CB, Text and PDU mode - SMS storage: SIM card
SIM interface	Support SIM card: 1.8V, 3V
External antenna	Antenna pad
Audio features	Speech codec modes: - Half Rate (ETS 06.20) - Full Rate (ETS 06.10) - Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) - Adaptive multi rate (AMR) - Echo Cancellation - Noise Suppression
Serial port and debug port	Serial port: - Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. 1200bps to 115200bps. - Can be used for AT commands or data stream. - Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. - Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. - Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 57600bps. - upgrading firmware Debug port: - USB_DM and USB_DP - Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Timing functions	Use AT command set
Physical characteristics	Size:15.8*17.8*2.4mm Weight:1.35g
Firmware upgrade	Main serial port or USB port.



Table 2: Coding schemes and maximum net data rates over air interface

Coding scheme	1 timeslot	2 timeslot	4 timeslot
CS-1	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps

2.2. Operating Mode

The table below summarizes the various operating modes of SIM800L.

Table 3: Overview of operating modes

Mode	Function
Normal operation	GSM/GPRS SLEEP Module will automatically go into sleep mode if the conditions of sleep mode are enabling and there is no on air and no hardware interrupt (such as GPIO interrupt or data on serial port). In this case, the current consumption of module will reduce to the minimal level. In sleep mode, the module can still receive paging message and SMS.
	GSM IDLE Software is active. Module is registered to the GSM network, and the module is ready to communicate.
	GSM TALK Connection between two subscribers is in progress. In this case, the power consumption depends on network settings such as DTX off/on, FR/EFR/HR, hopping sequences, antenna.
	GPRS STANDBY Module is ready for GPRS data transfer, but no data is currently sent or received. In this case, power consumption depends on network settings and GPRS configuration.
	GPRS DATA There is GPRS data transfer (PPP or TCP or UDP) in progress. In this case, power consumption is related with network settings (e.g. power control level); uplink/downlink data rates and GPRS configuration (e.g. used multi-slot settings).
Power down	Normal power down by sending AT command "AT+CPOWD=1" or using the PWRKEY. The power management unit shuts down the power supply for the baseband part of the module, and only the power supply for the RTC is remained. Software is not active. The serial port is not accessible. Power supply (connected to VBAT) remains applied.
Minimum functionality mode	AT command "AT+CFUN" can be used to set the module to a minimum functionality mode without removing the power supply. In this mode, the RF part of the module will not work or the SIM card will not be accessible, or both RF part and SIM card will be closed, and the serial port is still accessible. The power consumption in this mode is lower than normal mode.

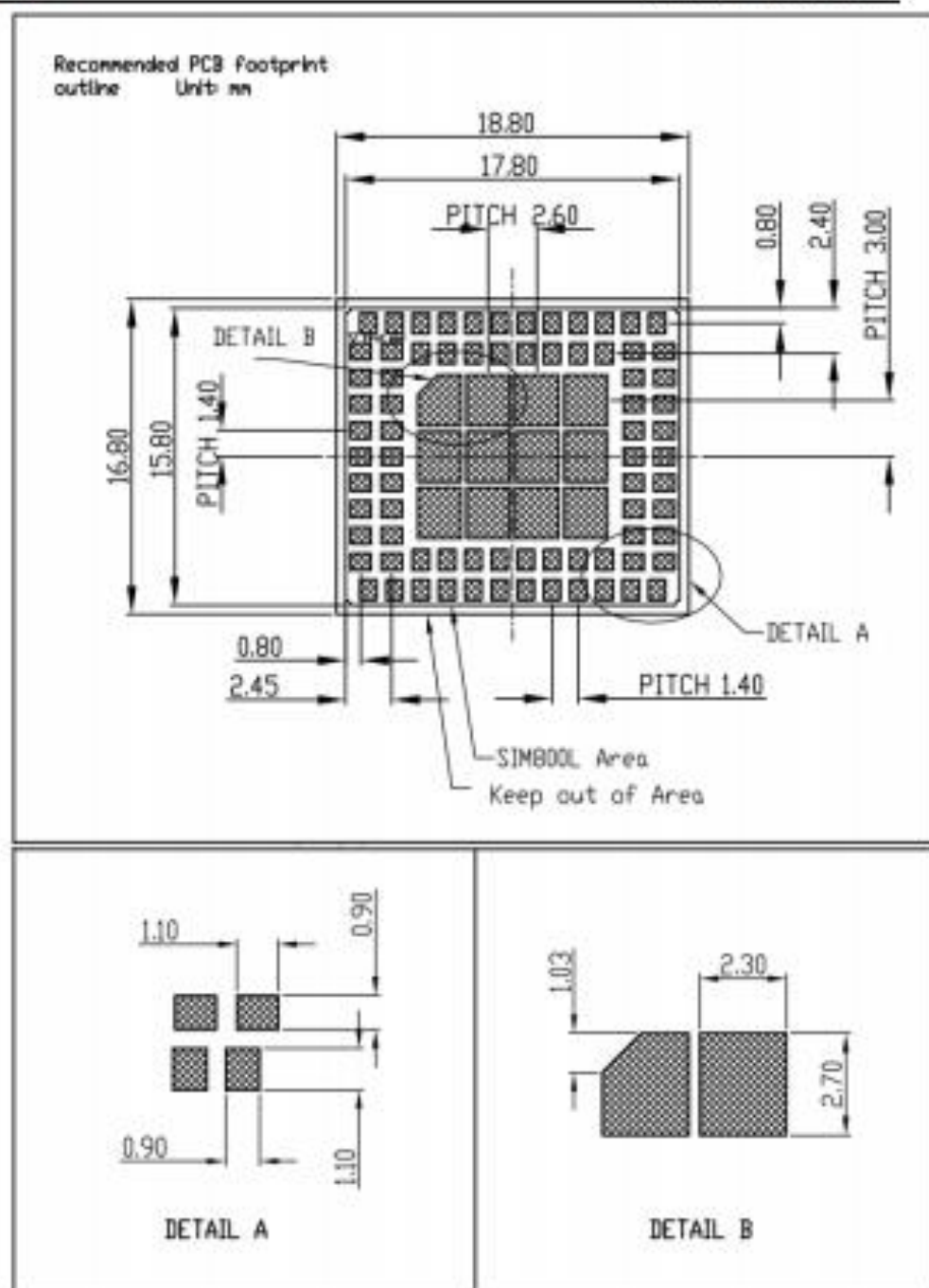


Figure 4: Recommended PCB footprint outline (Unit: mm)

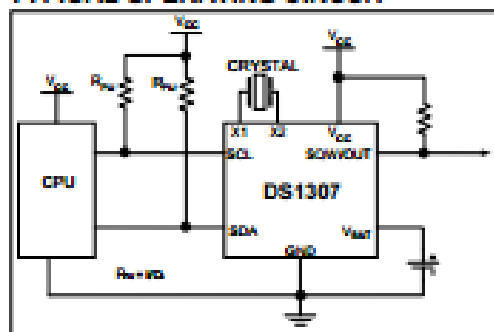


DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

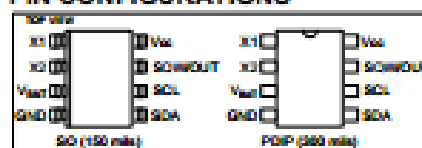
TYPICAL OPERATING CIRCUIT



BENEFITS AND FEATURES

- Completely Manages All Timekeeping Functions
 - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
 - 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
 - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Port Interfaces to Most Microcontrollers
 - I²C Serial Interface
- Low Power Operation Extends Battery Backup Run Time
 - Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
 - Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- 8-Pin DIP and 8-Pin SO Minimizes Required Space
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C Supports Operation in a Wide Range of Applications
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

PIN CONFIGURATIONS



ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+Denotes a lead-free/RoHS-compliant package.

*A "N" anywhere on the top mark indicates a lead-free package. An "N" anywhere on the top mark indicates an industrial temperature range device. Underwriters Laboratories, Inc. is a registered certification mark of Underwriters Laboratories, Inc.

DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (Noncondensing)	
Commercial	0°C to +70°C
Industrial	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads)	+260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount)	Refer to the JPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V _{IH}		2.2		V _{CC} + 0.3	V
Logic 0 Input	V _{IL}		-0.3		+0.8	V
V _{BAT} Battery Voltage	V _{BAT}		2.0	3	3.5	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I _I		-1		1	μA
I/O Leakage (SDA, SOWWOUT)	I _{IO}		-1		1	μA
Logic 0 Output (I _{OL} = 5mA)	V _{OL}				0.4	V
Active Supply Current (f _{SCL} = 100kHz)	I _{CCA}				1.5	mA
Standby Current	I _{CCS}	(Note 3)			200	μA
V _{BAT} Leakage Current	I _{BATLKA}			5	50	nA
Power-Fail Voltage (V _{BAT} = 3.0V)	V _{PF}		1.216 x V _{BAT}	1.25 x V _{BAT}	1.284 x V _{BAT}	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3.0V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{BAT} Current (OSC ON); SOWWOUT OFF	I _{BAT1}			300	500	nA
V _{BAT} Current (OSC ON); SOWWOUT ON (32kHz)	I _{BAT2}			480	800	nA
V _{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I _{BATDR}			10	100	nA

WARNING: Negative undershoots below -0.3V while the part is in battery-backed mode may cause loss of data.

DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t _{BUF}		4.7			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HOLDATA}	(Note 4)	4.0			μs
LOW Period of SCL Clock	t _{LOW}		4.7			μs
HIGH Period of SCL Clock	t _{HIGH}		4.0			μs
Setup Time for a Repeated START Condition	t _{SETUPATA}		4.7			μs
Data Hold Time	t _{HOLDATA}		0			μs
Data Setup Time	t _{SETUPATA}	(Notes 5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t _r				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t _f				300	ns
Setup Time for STOP Condition	t _{SETUPATO}		4.7			μs

CAPACITANCE

(T_A = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Pin Capacitance (SDA, SCL)	C _{IN}				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C _L	(Note 7)			400	pF

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.

Note 3: I_{CC} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.

Note 4: After this period, the first clock pulse is generated.

Note 5: A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the V_{APPMQ} of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.Note 6: The maximum t_{SETUPATO} only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.Note 7: C_L—total capacitance of one bus line in pF.

TYPICAL OPERATING CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

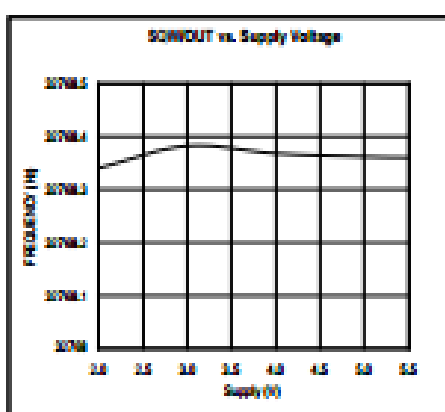
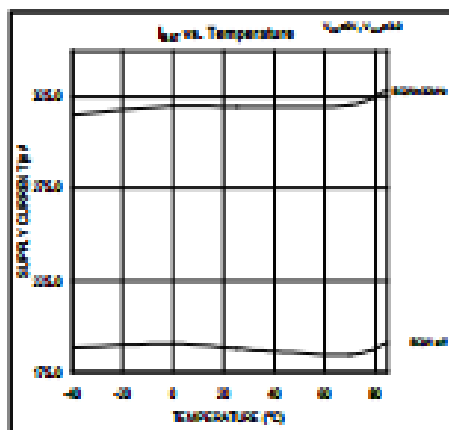
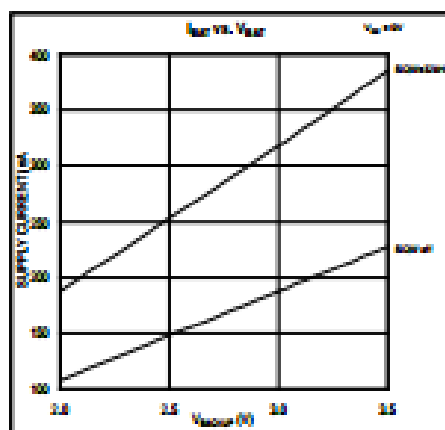
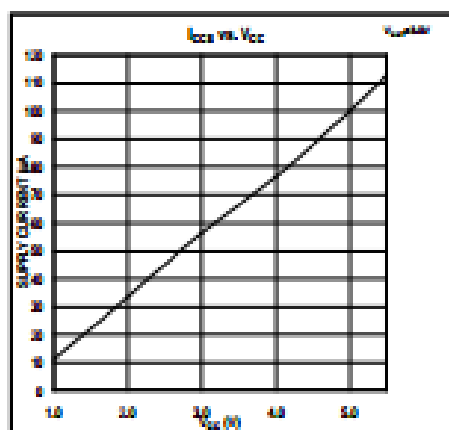
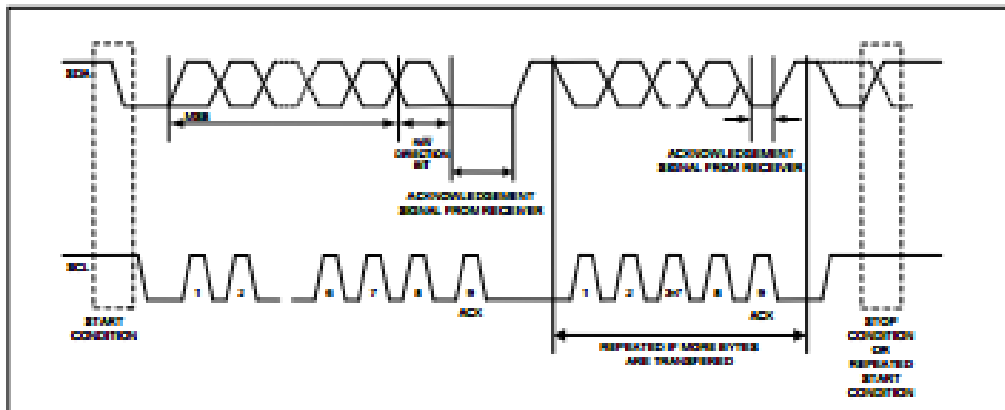


Figure 3. Data Transfer on I²C Serial Bus



Depending upon the state of the R/W bit, two types of data transfer are possible:

1. Data transfer from a master transmitter to a slave receiver. The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.
2. Data transfer from a slave transmitter to a master receiver. The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a "not acknowledge" is returned.

The master device generates all the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.