



TUGAS AKHIR - TF145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN DAN
MONITORING LEVEL BENSIN GUNA
MENGETAHUI *SPECIFIC FUEL CONSUMTION*
(SFC) PADA GENERATOR SET DUAL FUEL
SYSTEM**

AULIYA RAHMATIKA
NRP. 1051150000029

DOSEN PEMBIMBING I
ARIEF ABDURRAKHMAN, ST., MT
NIP . 19870712 2014404 1 002

DOSEN PEMBIMBING II
HERRY SUFYAN HADI, ST.,MT
NPP. 1988201711056

PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR - TF145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN DAN
MONITORING LEVEL BENSIN GUNA MENGETAHUI
SPECIFIC FUEL CONSUMTION (SFC) PADA
GENERATOR SET DUAL FUEL SYSTEM**

AULIYA RAHMATIKA
NRP. 1051150000029

DOSEN PEMBIMBING I
ARIEF ABDURRAKHMAN, ST., MT
NIP . 19870712 2014404 1 002

DOSEN PEMBIMBING II
HERRY SUFYAN HADI, ST.,MT
NPP. 1988201711056

PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



FINAL PROJECT - TF145565

***DESIGN OF LEVEL MEASUREMENT
MONITORING SYSTEM TO DETERMINE
SPECIFIC FUEL CONSUMTION IN GENERATOR
SET DUAL FUEL SYSTEM***

AULIYA RAHMATIKA
NRP. 1051150000029

ADVISOR LECTURE I
ARIEF ABDURRAKHMAN, ST, MT
NIP . 19870712 2014404 1 002

ADVISOR LECTURE II
HERRY SUFYAN HADI, ST.,MT
NPP. 1988201711056

***STUDY PROGRAM DIII INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty Of Vocation
Sepuluh November Institute of Technology
Surabaya
2018***

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN DAN
MONITORING LEVEL BENSIN GUNA
MENGETAHUI *SPECIFIC FUEL CONSUMTION*
(SFC) PADA GENERATOR SET *DUAL FUEL SYSTEM***

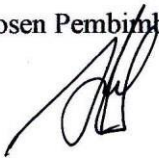
TUGAS AKHIR

Oleh :

AULIYA RAHMATIKA
NRP. 1051150000029

Surabaya, 19 Juli 2017
Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



Arief Abdurrahman, ST, MT
NIP . 19870712 2014404 1 002

Dosen Pembimbing II,



Herry Sufyan Hadi, ST, MT
NPP . 1988201711056

Kepala Departemen Teknik Instrumentasi
ITS,



Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN DAN MONITORING LEVEL BENSIN GUNA MENGETAHUI *SPECIFIC FUEL CONSUMTION* (SFC) PADA GENERATOR SET *DUAL FUEL SYSTEM*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

AULIYA RAHMATIKA
NRP. 1051150000029

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Arief Abdurrakhman, ST., M.T..... (Pembimbing I)
2. Herry Sufyan Hadi, S.T., M.T (Pembimbing II)
3. Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T..... (Penguji I)
4. Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T., M.Sc..... (Penguji II)

SURABAYA
JULI 2018

RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN DAN MONITORING LEVEL BENSIN GUNA MENGETAHUI *SPEKIFIC FUEL CONSUMTION* (SFC) BENSIN PADA MESIN GENERATOR SET *DUAL FUEL SYSTEM*

Nama : Auliya Rahmatika
NRP : 1051150000029
Jurusan : D3 Teknologi Instrumentasi, ITS Surabaya
Pembimbing I : Arief Abdurrakhman, ST., MT
Pembimbing II: Herry Sufyan Hadi, ST., MT

Abstrak

Telah dibuat rancangan bangun sistem monitoring Level Bensin Guna Mengetahui *Specific Fuel Consumption* (SFC) atau waktu konsumsi bahan bakar bensin pada generator set *dual fuel system*, sistem monitoring ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penggunaan bahan bakar bensin pada generator set *dual fuel system* setelah penambahan bahan bakar biogas dengan menghitung perubahan level bensin pada storage bensin dalam satuan menit. Pada sistem monitoring temperatur menggunakan alat ukur sensor ultrasonik tipe HCSR-04. Sensor ultrasonik HCSR-04 yang digunakan saat ini dengan range pengukuran 5 cm – 30cm, span : 25 cm ,resolusi 0,01, sensitifivitas (k) 1,0012, % maks, histerisis 1,44 %, akurasi 99,42 %. Monitoring level tingkat konsumsi menggunakan LCD 20x4 sebagai display. Pengambilan data sistem monitoring waktu konsumsi bensin dilakukan dengan mengukur perubahan penurunan level saat bensin masuk pada engine generator set *dual fuel sytem*. Didapatkan hasil bahwa tingkat penggunaan bahan bakar atau specific fuel consumption pada *plant* sebesar 7.28 (kg/hp/jam) dengan rata – rata konsumsi 0.061 (kg/hp.jam) dan tidak lebih dari standar SFC yaitu sebesar 6.4 (kg/hp.jam) . Dapat disimpulkan bahwa *plant* generator set *dual fuel system* dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar bensin.

Kata kunci : *Specific Fuel Consumption, Generator set Dual Fuel System, Biogas*

**DESIGN OF LEVEL MEASURING AND MONITORING
SYSTEM LEVEL TO DETERMINE SPECIFIC FUEL
CONSUMPTION IN GENERATOR SET DUAL FUEL
SYSTEM**

Name : Auliya Rahmatika

NRP : 1051150000029

Departement : Diploma of Instrumentation Technology, ITS
Surabaya

Supervisor I : Arief Abdurrakhman, ST., MT

Supervisor II : Herry Sufyan Hadi, ST., MT

Abstract

Already built a measuring and monitoring system of gasoline level to know Specific Fuel Consumption (SFC) or gasoline fuel consumption time on generator set dual fuel system, monitoring system is aimed to know the level of gasoline fuel usage in generator set of dual fuel system after addition of fuel biogas by calculating the change in gasoline level on gasoline storage in minutes. In the temperature monitoring system using ultrasonic sensor type HCSR-04. The current HCSR-04 ultrasonic sensors are used with a measurement range of 5 cm - 30cm, span: 25 cm, resolution 0.01, sensitivity (k) 1.0012, max%, hysteresis 1.44%, 99.42% accuracy. Monitoring consumption level using LCD 20x4 as display. The data retrieval system of gasoline consumption time monitoring is done by measuring the change of level decrease when gasoline comes in the engine generator set of dual fuel system. It was found that the fuel consumption rate or specific fuel consumption in the plant was 7.28 kg / hp / hour with an average consumption of 0.061 (kg / hp.jam) and no more than the SFC standard of 6.4 (kg / hp.jam). It can be concluded that the plant generator set of dual fuel system can minimize the use of gasoline fuel

Keywords : Specific Fuel Consumption, Dual Fuel System
Generator set, Biogas

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan kebesaran-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN DAN MONITORING LEVEL BENSIN GUNA MENGETAHUI *SPESTIFIC FUEL CONSUMPTION* (SFC) BENSIN PADA MESIN GENERATOR SET *DUAL FUEL SYSTEM*” tepat pada waktunya.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan segala dukungan baik moral maupun materil serta dukungan yang sangat luar biasa
2. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Kepala Departemen D3 Teknik Instrumentasi ITS yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada kami
3. Ibu Lizda Mawarani, ST.,MT selaku dosen wali kami
4. Bapak Arief Abdurakhman, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, arahan dan saran yang membantu selama proses pengerjaan tugas akhir
5. Terimakasih kepada mbak dan mas yang telah mendukung, memberikan motivasi selama ini
6. Terimakasih kepada BIOGAS PROJECT TEAM, Alif, Tyo, dan Rifda yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir ini
7. Teman-teman tercinta Workshop Intrumentasi 2015 yang selalu senantiasa memberikan semangat dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini,
8. Kekasih saya Muhammad Hafiih Khoiruddin yang selalu memberikan semangat dan do'a selama mengerjakan tugas akhir
9. Sahabat saya Sarina Wati, yang tidada henti menghibur saya dan memberi semangat selama pengerjaan tugas akhir

10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik untuk di kemudian hari. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 16 Juli 2018

Penulis

Auliya Rahmatika

NRP.1051150000029

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Laporan	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Penelitian Yang Pernah Dilakukan	7
2.2 Biogas	9
2.3 Perkembangan Biogas Saat ini.....	11
2.4 Generator Set <i>Dual Fuel Engine</i>	12
2.5 Sistem Monitoring	13
2.6 Sensor Ultrasonik HCSR-04	21
2.7 Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Level.....	21
2.8 Sistem Akuisisi Data.....	22
2.9 Mikrokontroler ATMega128	23
2.10 CVAVR.....	24
2.11 LCD 20x4.....	25
2.12 Komunikasi Data Usart Serial.....	26
2.13 Specific Fuel Consumption (SFC)	27
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1 <i>Flow Chart</i> / Diagram Alir Pembuatan Alat	29
3.2 Perancangan Sistem <i>Monitoring Specific Fuel Consumption (SFC)</i>	33

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perancangan Alat	43
4.2 Kalibrasi Sensor Ultrasonik	45
4.3 Pengambilan Data Level Bensin Guna Mengetahui Specific Fuel Consumption (SFC) pada Generator Dual Fuel System	54
4.4 Pembahasan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN	
Lampiran A (Datasheet)	
Lampiran B (Listing Program)	
Lampiran C (Data Hasil Pengujian)	
BIODATA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Plant</i> biogas.....	10
Gambar 2.2	Generator set	13
Gambar 2.3	Diagram blok sistem pengukuran	14
Gambar 2.4	Tabel t student.....	18
Gambar 2.5	Respon orde nol.....	19
Gambar 2.6	Respon orde satu	20
Gambar 2.7	Respon orde dua.....	20
Gambar 2.8	Sensor Ultrasonik HCSR-04.....	21
Gambar 2.9	Sensor ultrasonic sebagai pengukur level	22
Gambar 2.10	Diagram blok sistem akuisisi data	23
Gambar 2.11	Ic chip ATMega128	24
Gambar 2.12	LCD 20x4.....	26
Gambar 3.1	Diagram alir pengerjaan tugas akhir	29
Gambar 3.2	Blok flow diagram generator set <i>dual fuel system</i>	32
Gambar 3.3	<i>Piping & Instrument</i> diagram generator set dual fuel system	34
Gambar 3.4	Diagram blok sistem pengukuran level <i>Specific Fuel Consumption (SFC)</i> pada generator set <i>dual fuel system</i>	36
Gambar 3.5	Tempat peletakkan <i>hardware</i>	36
Gambar 3.6	Diagram blok sensor ultrasonik	36
Gambar 3.7	Rangkaian sensor ultrasonik.....	37
Gambar 3.8	Konfigurasi pin ATMega128	37
Gambar 3.9	Rangkaian wiring LCD	38
Gambar 3.10	Tampilan LCD	38
Gambar 3.11	Desain plant generator set dual fuel system.....	39
Gambar 3.12	Listing Program CVAVR.....	40
Gambar 4.1	Generator set <i>dual fuel system plant</i>	43
Gambar 4.2	Peletakkan sensor HCSR-04.....	44
Gambar 4.3	Rangkaian elektrik alat.....	44
Gambar 4.4	Tampilan LCD	45
Gambar 4.5	Kalibrasi Sensor HCSR-04 dan penggaris.....	46
Gambar 4.6	Grafik Uji Sensor Pembacaan naik dan pembacaan turun	48

Gambar 4.7 Grafik perbandingan SFC single fuel (bensin) dan
dual fuel (biogas-bensin)64

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel Uji Sensor Ultrasonik HCSR-04	47
Tabel 4.2	Perhitungan Uji Sensor	48
Tabel 4.3	Hasil Data Sensor Naik dan Turun.....	52
Tabel 4.4	Data Nilai Level Bensin Guna Mengetahui <i>Specific Fuel Consumption</i> (SFC) pada Generator Set <i>Dual Fuel System</i>	54
Tabel 4.5	Data Hasil <i>Specific Fuel Consumption</i> (SFC) Dengan Bahan Bakar Bensin Pada Generator Set <i>Dual Fuel</i> <i>System</i>	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melonjaknya harga minyak bumi dunia dan diikuti dengan meningkatnya harga bahan bakar fosil lain. Di sisi lain, isu lingkungan global yang menuntut tingkat kualitas lingkungan yang lebih mendorong berbagai pakar energi untuk mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan dan mendukung keamanan pasokan berkesinambungan. Saat ini cadangan energi fosil semakin menipis dan pencarian sudah sangat sulit dilakukan, bahkan diprediksi 2030 akan betul-betul menjadi *nett importer* energi, sebab keseimbangan antara produksi dan konsumsi energi domestik terjadi di tahun 2030. Mulai tahun ini produksi energi dalam negeri (fosil dan EBT) sudah tidak mampu lagi memenuhi konsumsi domestik dan Indonesia berubah status menjadi negara pengimpor energy [1].

Hal tersebut membuat peranan *energy renewable* lebih dikembangkan apalagi Indonesia memiliki potensi besar untuk itu. Berdasarkan jenisnya, Indonesia mempunyai sumber daya energi mulai dari *hydro*, panas bumi, biomassa, surya, angin, hingga samudra. Namun yang disayangkan kekayaan tersebut belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi yang dapat menggantikan sumber-sumber energi fosil yang semakin lama sudah semakin menipis. Salah satu sumber energi terbarukan yang sedang digencarkan penggunaannya adalah biogas, khususnya untuk skala rumah tangga[2]. Tapi, pengembangan biogas di Indonesia masih relatif lambat karena berbagai faktor, mulai dari masyarakat yang masih kurang nyaman dengan energi dari kotoran hingga masalah pemurnian biogas serta pengimplementasian pada *generator set*.

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik seperti kotoran manusia, kotoran ternak, serta daun-daun atau sayuran dalam kondisi anaerob. Komposisi biogas yang dihasilkan dari pencernaan anaerobik biasanya sekitar 60 - 70 % CH₄, sekitar 30 - 40 % CO₂, kurang

dari 1 % N_2 , dan sekitar 10 - 2000 ppm H_2S . Gas metana menjadi unsur primer dan menjadi parameter utama dalam menentukan kualitas sebuah produk biogas[2].

Biogas *dual fuel engine* merupakan salah satu solusi permasalahan yang dapat diaplikasikan sebagai energi terbarukan. Sistem *dual fuel* selain menghemat penggunaan bensin sebagai bahan bakar dan biaya produksi dapat ditekan, juga biaya modifikasi *generator set* relatif lebih murah dibanding mengkonversi ke mesin gas (*gas engine*). Selain itu, penerapan biogas dengan sistem *dual fuel* pada *generator set* dapat meningkatkan unjuk kerja dan efisiensi mesin. Pemanfaatan biogas ke *generator set* tidak akan mengubah komposisi peralatan mesin dan hanya menambah peralatan sistem *mixer ventury* pada saluran isap. Sedangkan penggunaan *dual fuel* dimaksudkan untuk mengurangi penggunaan bensin pada proses pembakaran[3]. Untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan bahan bakar pada mesin genset dapat diketahui dengan melihat penurunan level bahan bakar bensin yang digunakan pada perubahan level tank bensin. Pada percobaan yang telah dilakukan, untuk mendapatkan waktu konsumsi bensin masih dilakukan secara manual yaitu, dengan memperhatikan tingkat level bensin pada buret percobaan. Pada saat dilakukan pengukuran tingkat konsumsi bensin cukup kesulitan karena memerlukan ketelitian dan konsentrasi yang lebih.

Oleh karena itu dibuatkan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran dan Monitoring Level Bensin Guna Mengetahui *Spesific Fuel Consumption* (SFC) Pada Mesin Generator Set *Dual Fuel System*”. Dimana pada tugas akhir ini dirancang untuk mengukur dan menyimpan data konsumsi bensin guna mengetahui tingkat penggunaan bahan bakar pada mesin generator set *dual fuel engine*.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang sebuah alat pengukuran dan monitoring level bensin guna mengetahui *Specific Fuel Consumption* (Sfc) pada mesin generator *set dual fuel system*?
2. Bagaimana menguji sistem pengukuran dan monitoring level bensin guna mengetahui *Specific Fuel Consumption* (Sfc) pada mesin generator *set dual fuel system* sehingga mendapatkan data perubahan level *gasoline*?

1.3 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahannya yaitu adalah:

1. Fokus tugas akhir ini membahas tentang sistem pengukuran dan monitoring level bensin guna *Specific Fuel Consumption* (SFC) atau penggunaan bensin pada mesin genset *dual fuel system*.
2. Sistem monitoring ini menggunakan ATmega128 untuk mengolah sinyal *output* sensor ultrasonik yang divisualisasikan dalam bentuk display LCD 20x4.
3. Alat ukur yang digunakan berupa sensor ultrasonic HC-SR04 dengan range pengukuran 2 cm – 3 m.

1.4 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi diploma 3 Teknik Instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

1. Menghasilkan alat yang difokuskan untuk pengukuran dan monitoring level bensin guna mengetahui *Specific Fuel Consumption* (Sfc) pada mesin generator *set dual fuel system*.
2. Dapat menguji sistem pengukuran dan monitoring level bensin guna mengetahui *Specific Fuel Consumption* (Sfc) bensin pada mesin generator *set dual fuel system*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu :

1. Tugas akhir ini dapat dijadikan untuk bekal bagi peserta untuk kedepannya dalam menghadapi dunia tentang teknologi energi terbarukan tentang biogas dan sistem kontrol,
2. Tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai ajang menambah pengetahuan bagi adik tingkat di program studi D3 Instrumentas tentang inovasi energi terbarukan dan sistem kontrol.

1.6 Sistematika Laporan

Dalam Penyusunan tugas akhir ini, sistematika laporan akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab I ini terdiri dari penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab II ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang gambaran umum Biogas, sistem Monitoring, sistem akuisisi data, metode pengukuran, ATmega128, dan display.

BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam bab ini terdiri dari penjelasan secara detail langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Produk yang dihasilkan dari tahap-tahap yang telah dilakukan adalah perancangan dan model yang siap untuk dibuat, diuji dan dianalisa

BAB IV Pengujian Alat dan Analisa Data

Pada bab ini merupakan tindak lanjut dari bab III, dimana jika telah melaksanakan perancangan dan pembuatan alat maka dilakukan pengujian alat

sehingga memperoleh data baik data berupa grafik maupun tabulasi, kemudian dilakukan analisa data dan pembahasan

BAB V

Kesimpulan dan saran

Dalam bab ini adalah berisi mengenai kesimpulan pokok dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II DASAR TEORI

2.1 Penelitian Yang Pernah Dilakukan

Perkembangan penelitian mengenai biogas semakin tahun semakin pesat, hal ini dikarenakan rasio antara *plant* terpasang dengan potensi biogas di Indonesia masih sangat rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain. Berikut merupakan beberapa jurnal penelitian terkait biogas.

Ari Budi Santoso, Bambang Sudarmanta (2013) membuat penelitian dengan judul “UNJUK KERJA MESIN DIESEL GENERATOR SET SISTEM DUAL- FUEL SOLAR DAN BIOGAS DENGAN PENAMBAHAN FAN UDARA SEBAGAI PENYUPLAI UDARA” Dimana dijelaskan bahwa, sejalan dengan pengembangan biogas sebagai bahan bakar alternatif pada motor pembakaran dalam, maka dalam penelitian ini dilakukan aplikasi biogas pada mesin diesel melalui mekanisme sistem *dual-fuel*. Sasaran utamanya adalah selain untuk mengkarakterisasi unjuk kerja juga untuk mendapatkan substitusi biogas yang maksimal pada mekanisme sistem *dual-fuel*. tersebut. Karakterisasi unjuk kerja sistem *dual-fuel* dilakukan dengan pengujian mesin diesel pada putaran konstan 2200 rpm. Pembebanan dimulai dari beban 200 hingga 2000 Watt dengan interval kenaikan pembebanan 200 Watt. Mekanisme pemasukan biogas dilakukan dengan pemasangan pressure regulator dan mixer berbentuk venturi dan di dalamnya dipasang *mixing jet*. Pengaturan jumlah biogas yang dimasukkan kedalam ruang bakar melalui pengaturan tekanan pada *pressure regulator* yaitu sebesar 1,5 kgf/cm², 2,5 kgf/cm², 2,5 kgf/cm², 3 kgf/cm², dan 3,5 kgf/cm². Kebutuhan udara mesin diesel yang turun dengan adanya penambahan bahan bakar biogas dipasok dengan menggunakan blower. Pengukuran dilakukan terhadap laju alir udara dan biogas, waktu konsumsi minyak solar 5,024 ml, temperatur: gas buang, oli pelumas, cairan pendingin, udara, dan biogas. Hasil menunjukkan bahwa dengan penambahan biogas sebagai bahan bakar akan mengurangi konsumsi minyak solar

rata-rata 35,08% dibandingkan standar. Nilai *specific fuel consumption (sfc)* minyak solar saja mengalami penurunan dengan adanya penambahan biogas rata-rata hingga 50,72% dari kondisi *sfc* standar. Efisiensi termal mesin secara umum mengalami penurunan dengan penambahan biogas, rata-rata sebesar 12,57% dari kondisi standar *single-fuel*, penurunan *AFR* rata-rata sebesar 74,53% dari *AFR* standar *single-fuel*, serta dengan penambahan *blower* menambah kenaikan *mass flowrate* udara rata-rata sebesar 13,56%.

Muhrom Khudhori dan Dedet Hermawan Setiabudi (2013), membuat penelitian dengan judul “OPTIMALISASI UNJUK KERJA GENSET BERBAHAN BAKAR *HYBRID* (BIOGAS-BENSIN) UNTUK Mendukung PILOT *PLANT DME* (Desa Mandiri Energi) di Berbah”, dimana dijelaskan bahwa baik frekuensi dan arus pada *output-an generator set* lebih stabil dan lebih baik apabila dibandingkan pada saat sebelum menggunakan katup biogas. Hal ini membuktikan adanya pengaruh laju aliran biogas pada unjuk kerja *generator set*. Pada uji coba menggunakan beban 500 watt, percobaan pertama tanpa katup biogas, maka dihasilkan frekuensi sebesar 50,5 Hz dan arus sebesar 2,58 Ampere. Sedangkan ketika menggunakan katup biogas, maka dihasilkan frekuensi sebesar 52,7 Hz dan arus sebesar 2,95 ampere. Dari penelitian yang telah dilakukan disayangkan pengaturan *flow* masih secara manual, tentu hal tersebut akan merugikan pengguna yang tidak begitu paham mengenai kinerja *generator set*. Begitupun dengan kandungan biogas yang diujikan tanpa melalui *treatment* seperti purifikasi, yang mana jika diaplikasikan pada mitra KPSP Setia Kawan Nongkojajar, tentu baik itu perpipaan dan komponen-komponen yang dilalui biogas tersebut akan cepat rusak dikarenakan kandungan H_2S yang tinggi, apalagi jika dilakukan pada *generator set*, tentu hal yang sama akan terjadi yang akan berdampak pada pembengkakan biaya.

Arief Abdurrahman, Totok Soehartanto dan Bambang Sudarmanta (2013), membuat penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT PURIFIKASI BIOGAS DENGAN MENGGUNAKAN CaO DAN WATER SCRUBBER”, Dari penelitian tersebut telah dirancang alat purifikasi biogas dengan menggunakan CaO yang digabung dengan *water scrubber* pada biogas yang didesain sesuai dengan karakteristik instalasi biogas di Indonesia. Alat yang telah dibuat pada penelitian ini memiliki efisiensi reduksi kadar H₂S dalam biogas sampai pada 0,7 ppm dari kandungan awal H₂S rata-rata sebesar 40,99 ppm, yaitu sebesar 98,24%, efisiensi reduksi CO₂ mencapai 20,68%, dan peningkatan kadar metana sampai konsentrasi sekitar 65% pada biogas hasil purifikasi. Adapun efisiensi *water scrubber* dalam menangkap *particulate matter* adalah sebesar 81,4 %. Adapun penurunan kadar-kadar polutan tersebut tentu memiliki dampak positif yaitu peningkatan kadar metana. Penelitian yang dilakukan tentu sangat bermanfaat bagi perkembangan biogas kedepan. Namun yang disayangkan masih tidak adanya sistem kontrol *flow* biogas pada *generator set*, sehingga unjuk kerja dari *generator set* masih belum optimal.

Dari penjelasan diatas, penulis menciptakan sebuah alat *flow control system* secara otomatis, dimana biogas sudah dalam *treatment* purifikasi dari penelitian yang dilakukan oleh Arief Abdurrahman.

2.2 Biogas

Biogas mulai dikembangkan sejak abad 17 tepatnya di negara Perancis. Biogas sendiri merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik dalam kondisi anaerobik atau bisa disebut minim oksigen. Bahan-bahan organik tersebut antara lain dapat berupa daun-daun yang telah membusuk, kotoran manusia, kotoran ternak, dan masih banyak lagi selama masih tergolong bahan organik. Akan tetapi kotoran manusia sangat sulit untuk dijadikan biogas karena manusia merupakan makhluk yang memakan segala macam makanan tidak hanya satu jenis makanan saja. Di Indonesia bahan organik untuk

biogas yang paling banyak digunakan adalah dari kotoran hewan karena masih banyaknya peternakan. Selain itu sebab lain di Indonesia menggunakan kotoran ternak adalah ternak merupakan makhluk yang hanya memakan satu jenis makanan saja, seperti tumbuh-tumbuhan. Sehingga potensi peternakan di Indonesia selain untuk kebutuhan pangan, juga bisa untuk pengembangan sumber daya terbarukan seperti biogas[7].



Gambar 2.1 *Plant Biogas* [7]

Biogas merupakan gas yang sangat mudah terbakar. Unsur-unsur utama biogas diantaranya metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), beberapa unsur lain seperti amonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S), karbon monoksida (CO), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), dan oksigen (O_2). Komposisi biogas yang dihasilkan dari pencernaan anaerobik biasanya sekitar 60 - 70 % CH_4 , sekitar 30 - 40% CO_2 , kurang dari 1% N_2 , dan sekitar 10 - 2000 ppm H_2S . Biogas mudah terbakar karena kandungan gas metana didalamnya. Gas metana memiliki nilai kalor yang tinggi. Untuk gas metan murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900 Kkal/ m^3 . Ketika dibakar 1 ft^3 gas bio menghasilkan sekitar 10 BTU (2,52 Kkal) energi panas per persentase komposisi metan[7].

Biogas memiliki berbagai keunggulan dibanding dengan bahan bakar lain. Biogas lebih ramah lingkungan karena tidak seperti bahan bakar dari fosil yang jika dilakukan pembakaran menghasilkan gas CO_2 . Sampah-sampah organik yang dibiarkan

membusuk bisa menjadi gas metana yang berbahaya jika langsung lepas ke udara, sehingga dengan pemanfaatannya sebagai biogas bisa menekan polusi udara yang ditimbulkan oleh gas metana. Selain itu, dengan memanfaatkan kotoran hewan peternakan sebagai biogas, otomatis dapat menambah penghasilan para peternak atau bisa mensejahterakan hidup para peternak dengan memanfaatkan biogas tersebut sendiri[7].

2.3 Perkembangan Biogas Saat ini

Secara umum pada kegiatan usaha ternak sapi perah, kotoran ternak seringkali dipandang sebagai limbah dari usaha peternakan yang sulit penanganannya. Oleh karena itu, terdapatnya upaya pengolahan limbah kotoran ternak yang diproses menjadi biogas, selain akan memperoleh keuntungan dalam hal bisnis usaha peternakan juga menimbulkan dampak positif bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengembangan biogas di Provinsi Jawa Barat dan menganalisis peran pengembangan biogas bagi ekonomi peternak sapi perah. Kajian dilakukan di Provinsi Jawa Barat, yaitu di sentra peternakan sapi perah Kabupaten Bandung dan Garut pada tahun 2014[8]. Contoh kajian meliputi peternak sapi perah yang melakukan pengolahan

kotoran ternak menjadi biogas dan instansi/lembaga terkait penelitian. Hasil kajian diperoleh intisari:

- 1) Pengembangan biogas di Jawa Barat sangat potensial, mengingat potensi limbah berupa kotoran ternak sapi perah cukup besar
- 2) Implementasi program pengembangan biogas di Jawa Barat selama kurun waktu 2006–2013 telah dilaksanakan di 12 kabupaten dengan jumlah *digester* mencapai 2.038 unit
- 3) Pada kegiatan pengelolaan biogas dari kotoran ternak peternak dapat mengoptimalkan pemanfaatan kotoran ternak, yaitu sebagai sumber energi alternatif, sementara sebelumnya pemanfaatannya masih terbatas untuk pupuk dan kerap dianggap menjadi faktor polusi lingkungan

Prospek pengembangan biogas berbahan baku kotoran ternak sapi perah di Jawa Barat akan sangat tergantung dari beberapa faktor, seperti masa kelola (peliharaan) sapi perah, kelembagaan peternak sapi perah dan introduksi teknologi pengolahan biogas. Untuk pengembangan biogas diperlukan kebijakan, antara lain pengembangannya agar lebih terkoordinasi antarinstansi, pengembangan biogas bersinergi dengan pengembangan ternak sapi, dan perlunya bantuan *digester* dan peralatan pendukungnya[8].

2.4 Genator Set Dual Fuel Engine

Genset atau yang merupakan singkatan dari generator set ini adalah sebuah perangkat yang mampu menghasilkan daya listrik. genset ini merupakan seperangkat atau gabungan antara generator atau alternator dan *engine* yang dapat digunakan sebagai alat pembangkit listrik. *Generator set* bahan bakar ganda (*dual fuel*) adalah mesin standar bensin yang ditambahkan bahan bakar lain yang dalam hal ini adalah biogas pada *intake manifold* dan penyalaan bahan bakar dilakukan oleh semprotan bensin yang disebut *pilot fuel*. Secara sederhana bahan bakar cair atau gas dapat dimasukkan dengan membuat lubang pada *intake manifold* mesin bensin. Tergantung dari jenis bahan bakar yang ditambahkan, apabila jenis *liquid*/cair yang digunakan seperti *ethanol* atau *methanol* maka perlu dibuatkan karburator seperti pada mesin bensin atau dipompa dengan tekanan tertentu dan dikabutkan saat masuk ke saluran udara masuk mesindiesel. Sedangkan untuk bahan bakar gas tidak diperlukan lagi karburator karena bahan bakar gas sudah mempunyai tekanan sendiri[9].

Sistem *dual fuel* selain menghemat penggunaan bensin sebagai bahan bakar, biaya produksi dapat ditekan, juga biaya modifikasi *generator set* relatif lebih murah dibanding mengkonversi ke mesin gas (*gas engine*). Lebih jauh lagi, penerapan biogas dengan sistem *dual fuel* pada *generator set* dapat meningkatkan unjuk kerja dan efisiensi mesin. Pemanfaatan biogas ke *generator set* tidak akan mengubah komposisi peralatan

mesin dan hanya menambah peralatan sistem *mixer ventury* pada saluran isap. Sedangkan penggunaan *dual fuel* dimaksudkan untuk mengurangi penggunaan bensin pada proses pembakaran.



Gambar2.2 Generator Set[9]

2.5 Sistem Monitoring

Monitoring merupakan pemantauan pada suatu proses atau sistem yang mencapai hasil yang diharapkan baik secara kualitas dan kuantitas dengan efektif. Monitoring dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan gangguan jika terdeteksi suatu gangguan atau kegagalan dalam suatu sistem. Monitoring selain berfungsi sebagai pengawasan juga berfungsi untuk merekam apa yang terjadi pada sistem yang dimonitor dalam bentuk data table maupun grafik yang ditampilkan dalam bentuk *display*[10].

Untuk mempermudah dalam melakukan pengukuran maka perlu diketahuimengenai pronsip dasar pengukuran seperti gambar berikut :



Gambar 2.3 Diagram Block Sistem Pengukuran [10]

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. sebagai contoh adalah sensor termokopel yang memiliki masukan berupa temperatur serta keluaran berupa gaya gerak listrik (GGL) yang kecil. GGL yang kecil ini oleh bagian sistem pengukuran yang lain dapat diperkuat sehingga diperoleh pembacaan pada alat ukur.

Mikrokontroler merupakan elemen sistem instrumentasi yang akan mengambil keluaran dari sensor dan mengubahnya menjadi suatu bentuk besaran yang cocok untuk tampilan dan transmisi selanjutnya dalam beberapa sistem kontrol. Seperti pengondisi sinyal (signal conditioner) merupakan salah satu bentuk prosesor sinyal.

Penampil data Elemen ini menampilkan nilai-nilai yang terukur dalam bentuk yang bisa dikenali oleh pengamat, seperti melalui sebuah alat penampil (display), misalnya sebuah jarum penunjuk (pointer) yang bergerak disepanjang skala suatu alat ukur. Selain ditampilkan, sinyal tersebut juga dapat direkam, misalnya pada kertas perekam diagram atau pada piringan magnetik, ataupun ditransmisikan ke beberapa sistem yang lain seperti sistem kontrol/kendali[10].

2.5.1 Karakteristik Statis

Merupakan karakter yang menggambarkan parameter instrument dalam keadaan *steady*. Adapun yang termasuk dalam bagian dari karakteristik static adalah sebagai berikut :

- a. Akurasi (ketelitian)
Ketepatan alat ukur dalam memberikan hasil pengukuran.
- b. Presisi (*Repeatability*)
Kemampuan sistem pengukuran untuk menampilkan ulang output yang sama pada pengukuran berulang singkat.
- c. Toleransi
Menunjukkan kesalahan maksimum.
- d. Range (span)
Selisih nilai maksimum dan minimum yang dapat diukur oleh alat.
- e. Sensitivitas
Perubahan output instrument yang terjadi ketika kualitas pengukuran berubah.
- f. Linieritas
Pengukuran yang baik adalah jika input pengukuran (nilai sesungguhnya) memberikan *output* (nilai yang ditunjukkan alat ukur) yang sebanding lurus. Sehingga bisa dikatakan bahwa linieritas adalah terjadinya penyimpangan garis linier[11].

2.5.2 Ketidakpastian Pengukuran

Suatu parameter yang berhubungan dengan hasil pengukuran yang mengkarakteristikan (memberikan sifat) penyebaran nilai-nilai layak dikaitkan dengan besaran ukur[11]. Dalam perhitungan ketidakpastian pengukuran ada beberapa langkah yang harus dihitung antara lain:

- a. **Koreksi**
koreksi dapat diperoleh dengan persamaan berikut
koreksi = pembacaan standart – pembacaan alat

b. Standart Deviasi

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n - 1}$$

Dimana :

Y_i = koreksi alat ukur

\bar{Y} = rata-rata koreksi

N = banyak range pengukuran

c. Analisa Type A, (U_a)

Pada analisa tipe A ini hasilnya diperoleh dari data pengukuran. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

d. Ketidakpastian U_{a2}

Ketidakpastian U_{a2} dapat dihitung dengan persamaan :

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n - 2}} \quad (\text{Ketidakpastian regresi})$$

e. Analisa type B, U_b

Analisa type B ini diperoleh berdasarkan sertifikat kalibrasi atau spesifikasi dari alat ukur. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

UB_1 (Ketidakpastian resolusi) :

$$\frac{1}{2} \times \frac{\text{Resolusi}}{\sqrt{3}}$$

UB_2 (Ketidakpastian resolusi) :

$$\frac{a}{k}$$

f. Ketidakpastian Kombinasi , U_c

U_c merupakan ketidakpastian kombinasi dari ketidakpastian tipe A dan ketidakpastian tipe B. Adapun persamaan dari ketidakpastian kombinasi adalah :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2}$$

Dimana :

- U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi
- U_{A1} = Nilai ketidakpastian hasil pengukuran
- U_{A2} = Nilai ketidakpastian regresi
- U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi
- U_{B2} = Nilai ketidakpastian kalibrator

g. Ketidakpastian di perluas

U_c merupakan ketidakpastian kombinasi dari ketidakpastian tipe A dan ketidakpastian tipe B. Adapun persamaan dari ketidakpastian kombinasi adalah :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2}$$

Dimana :

- U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi
 - U_{A1} = Nilai ketidakpastian hasil pengukuran
 - U_{A2} = Nilai ketidakpastian regresi
 - U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi
 - U_{B2} = Nilai ketidakpastian kalibrator
- Hasil akhir kalibrasi adalah ketidakpastian diperluas sehingga alat ukur tersebut dapat diketahui ketidakpastiannya melalui *Uexpand*. Persamaan *Uexpand* adalah :

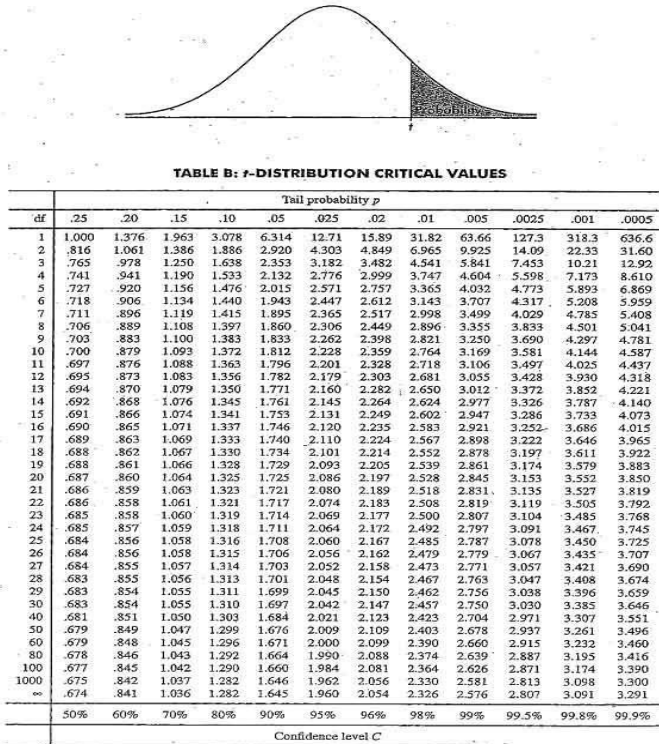
$$U_{expand} = K \cdot U_c$$

Dimana :

k = Faktor cakupan

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi

Untuk mencari nilai k, maka melihat table t student sesuai dengan *confidence level 95%*. Tabel T *student* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Tabel T student [11]

h. V efektif

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 \cdot V_i}$$

Dimana

V_{eff} : Derajat kebebasan efektif dari ketidakpastian kombinasi

V_i : Derajat kebebasan dari komponen ketidakpastian ke- i

U_i : Hasil ketidakpastian tipe A dan B

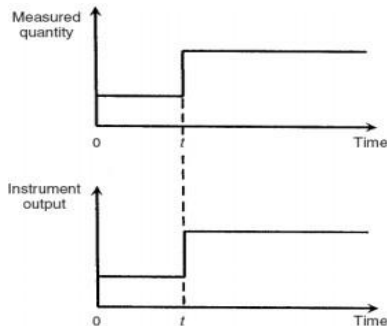
2.5.3 Karakteristik dinamik

Karakteristik dinamik dari sebuah alat ukur menggambarkan perilakunya antara waktu yang terukur dengan perubahan nilai dan waktu ketika sebuah alat output mencapai nilai stabil. Nilai karakteristik dinamik dikutip dalam lembaran instrumen data hanya berlaku pada saat instrumen yang digunakan dalam kondisi lingkungan tertentu[11].

Karakteristik dinamik dikelompokkan menjadi tiga orde diantaranya:

1. Instrument orde nol

Pada Instrument orde nol, ketika ada perubahan input pengukuran, output akan bergerak cepat menuju nilai baru sehingga mendekati respon *step*. Berikut ini merupakan respon output orde nol

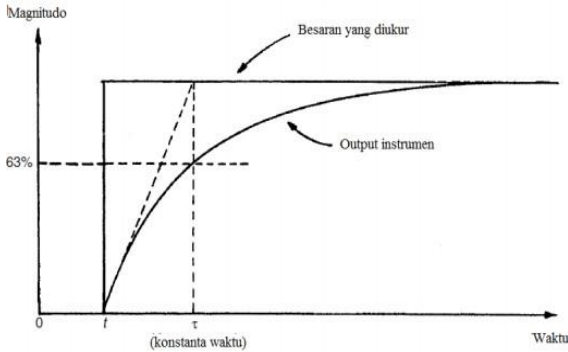


Gambar 2.5 Respon orde nol[11]

2. Instrument orde satu

Pada instrument orde satu, saat ada perubahan step input pengukuran, output instrumen berubah secara gradual (tidak secara tiba-tiba seperti instrumen orde nol) dan membutuhkan

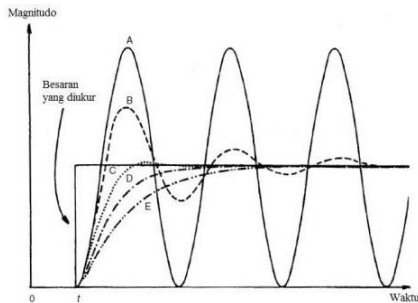
waktu untuk mencapai kondisi yang sama dengan nilai besaran yang diukur. Pada orde ini nilainya dipengaruhi oleh karakteristik statik instrumen.



Gambar 2.6 Respon Orde Satu[11]

3. Instrument orde dua

Pada instrument orde dua ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya rasio redaman, sensitivitas statik, dan frekuensi natural tak teredam. Redaman sangat mempengaruhi respon terhadap perubahan step input. Bentuk respon step besaran output o yang diperoleh bergantung pada nilai parameter rasio redaman.



Gambar 2.7 Respon Orde Dua [11]

2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang dikembangkan oleh Parallax yang difungsikan untuk mengukur jarak. Range pengukuran sensor ini memiliki *range* pengukuran antara 2 cm sampai dengan 3 meter. Sensor ini juga dapat dihubungkan dengan mudah ke berbagai controller populer saat ini seperti Arduino dan Mikrokontroler.

Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan sinyal ultrasonik (sinyal suara 40 KHz di atas suara yang dapat didengar oleh pendengaran manusia, hanya hewan seperti lumba-lumba, kelelawar atau paus yang dapat mendengar suara ultrasonik), Sensor akan mengeluarkan signal yang akan terpantul kembali dan diterimanya ketika ada objek yang ia deteksi keberadaannya[9].



Gambar 8.5 Sensor ultrasonik HC-SR04[12]

2.7 Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Level

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat. Jika gelombang ultrasonik berjalan melalui sebuah medium, Secara matematis besarnya jarak dapat dihitung. Sensor ultrasonik merupakan modul sensor ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor ultrasonik Ping ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115 μ S sampai 18,5 mS. Dalam pengujian pada

jurnal ini, dibuat sebuah alat yaitu untuk mengukur level ketinggian zat cair menggunakan gelombang ultrasonik berbasis mikrokontroler AT Mega128 [10].



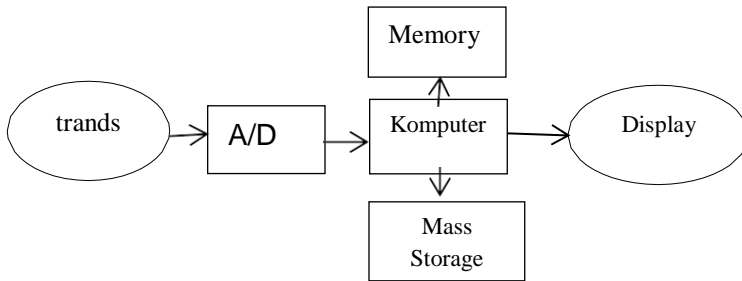
Gambar 2.9 Sensor ultrasonic sebagai pengukur level [13]

Pengujian menggunakan bejana bulat berdiameter 60 cm yang dapat menampung air/cairan. Sensor ultrasonik mempunyai *range* jarak antara 3cm sampai 300 cm sehingga dalam pengujian ini dapat berjalan baik dengan bejana yang dapat menampung air berdimensi tinggi 60 cm. Pengukuran ketinggian air oleh sensor ultrasonik pada pengujian ini mempunyai tingkat presisi terbesar 2 cm Indikator *level* air belum linear terhadap volume [13].

2.8 Sistem Akuisisi Data

Sistem akuisisi data mengkonversikan besaran fisis sumber data ke bentuk sinyal digital dan di olah oleh suatu komputer. Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang di pilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk yang siap untuk diproses lebih lanjut. Sebuah sistem akuisisi data atau biasa dikenal Data

Acquisition System (DAS) merupakan system instrumentasi elektronik yang terdiri dari sejumlah elemen yang secara bersama-sama bertujuan untuk melakukan pengukuran, menyimpan, dan mengolah hasil pengukuran. Secara aktual DAS berupa *interface* antara lingkungan *analog* dengan lingkungan digital. Lingkungan analog meliputi transduser dan pengkondisian sinyal dengan segala kelengkapannya, sedangkan lingkungan digital meliputi *analog to digital converter* dan selanjutnya pemrosesan digital yang dilakukan oleh mikrokontroler. Komputer yang digunakan untuk system akuisisi transfer pada komputer yang bersangkutan mempengaruhi kinerja dari sistem akuisisi data secara keseluruhan[14].



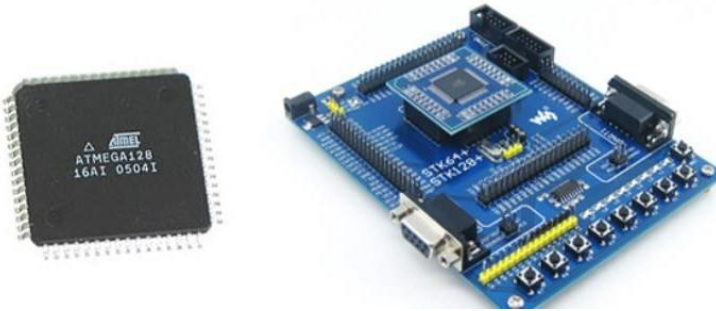
Gambar 2.10 Diagram Blok Sistem Akuisisi Data [14]

Suatu konfigurasi sistem akuisisi data sangat tergantung pada jenis dan jumlah transduser serta teknik pengolahan yang akan digunakan. Konfigurasi ini dapat dilihat dari banyaknya transduser atau kanal yang digunakan, kecepatan pemrosesan data dan letak masing-masing komponen pada sistem akuisisi data [14].

2.9 Mikrokontroler Atmega128

Mikrokontroler ATmega128 merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit. Beberapa fitur yang dimiliki adalah memiliki beberapa memori yang bersifat non-volatile, yaitu 128Kbytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (128Kbytes memori flash untuk pemrograman), 4Kbytes memori EEPROM, 4Kbytes memori

Internal SRAM, write/erase cycles : 10.000 Flash/ 100.000



EEPROM [12].

Gambar 2.11 Ic Chip Atmega128 [15]

2.10 CVAVR

CodeVisionAVR adalah sebuah *compiler* C yang telah dilengkapi dengan fasilitas *Integrated Development Environment* (IDE) dan didesain agar dapat menghasilkan kode program secara otomatis untuk mikrokontroler Atmel AVR. Program ini dapat berjalan dengan menggunakan sistem operasi Windows® XP, Vista, Windows 7, dan Windows 8, 32-bit dan 64-bit[16].

Integrated Development Environment (IDE) telah dilengkapi dengan fasilitas pemrograman chip melalui metode *In-System Programming* sehingga dapat secara otomatis mentransfer file program ke dalam *chip* mikrokontroler AVR setelah sukses dikompilasi. Software In-System Programmer didesain untuk bekerja ketika dihubungkan dengan development board STK500, STK600, AVRISP mkII, AVR Dragon, AVRProg (AVR910 application note), Atmel JTAGICE mkII, Kanda System STK200+STK300, Dontronics DT006, Vogel Elektronik VTEC-SIP, Futurlec JRAVR and MicroTronics ATCPU, dan Mega2000[16].

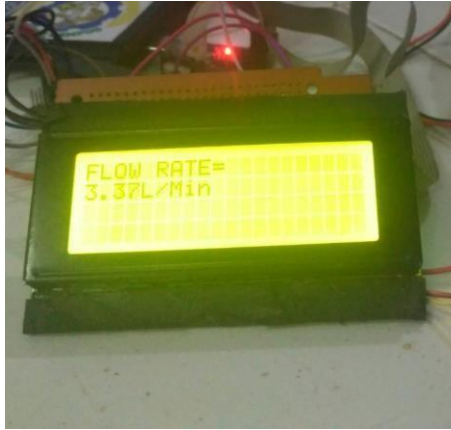
Untuk meningkatkan kehandalan program ini, maka pada CodeVisionAVR juga terdapat kumpulan pustaka (*library*) untuk:

- Modul LCD Alphanumeric
- Philips I2C bus
- National Semiconductor Sensor Temperatur LM75
- Philips PCF8563, PCF8583, dan Maxim/Dallas Semiconductor Real Time Clock DS1302 dan DS1307
- Maxim/Dallas Semiconductor 1 wire protocol
- Maxim/Dallas Semiconductor Sensor Temperatur DS1820, DS18S20, dan DS18B20
- Maxim/Dallas Semiconductor Termometer/Thermostat DS1621
- Maxim/Dallas Semiconductor EEPROMs DS2430 dan DS2433
- SPI
- Power Management
- Delays
- Gray Code Conversion
- MMC/SD/SD HC Flash memory cards low level access
- Akses FAT pada MMC/SD/SD HC Flash memory card

CodeVisionAVR dapat menghasilkan kode program secara otomatis melalui fasilitas CodeWizardAVR Automatic Program Generator. Dengan adanya fasilitas ini maka penulisan program dapat dilakukan dengan cepat dan lebih efisien[16].

2.11 LCD (Liquid Crystal Display) 20x4 Karakter

LCD merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan ketahu melalui tampilan layar kristalnya. Dimana penggunaan LCD dalam logger suhu ini menggunakan LCD dengan 16x4 karakter (4 baris 20 karakter). LCD 20x4 memiliki 20 nomor pin, dimana masing- masing pin memiliki tanda simbol dan juga fungsi-fungsinya. LCD 16x4 ini beroperasi pada *power supply* +5V, tetapi juga dapat beroperasi pada *power supply* +3V[14].



Gambar 2.4 LCD 20x4 [17]

2.11 Komunikasi Data Usart Serial

USART (*Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter*) adalah protokol komunikasi serial antara PC dengan komponen elektronika lainnya, salah satunya adalah mikrokontroler. USART juga digunakan sebagai alat komunikasi antara satu mikrokontroler dengan mikrokontroler lain maupun dengan *port expander*. Hal terpenting dalam komunikasi USART antara mikrokontroler adalah diperlukannya *driver* penghubung yaitu IC RS232 yang berfungsi mengkonversi perbedaan *logic*. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah *setting baudrate* dan *clock* yang digunakan mikrokontroler tersebut. USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver/Transmitter*) pada mikrokontroler ATmega16 memiliki beberapa keuntungan diantaranya ialah operasi *full duplex* (memiliki *register receiver* dan *transmitter* yang terpisah), mendukung komunikasi multiprosesor dan kecepatan transmisi berorde Mbps[18].

Pada mikrokontroler AVR untuk mengaktifkan dan mengatur komunikasi USART dilakukan dengan cara mengaktifkan register-register yang digunakan untuk

komunikasi USART. Untuk melakukan inialisasi pada komunikasi USART, maka register control USART harus diatur sedemikian rupa agar komunikasi dapat berlangsung dengan baik[18].

2.12 Specific Fuel Consumption (SFC)

Specific fuel consumption adalah rasio perbandingan total konsumsi bahan bakar terhadap daya listrik yang dibangkitkan dalam sebuah industri pembangkitan listrik, biasanya digunakan sebagai salah satu cara untuk mengetahui seberapa efisien sebuah pembangkit listrik dan untuk memprediksi nilai kalor bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran. Pengukuran *SFC* sebaiknya dilakukan pada beban yang tetap selama minimum dua jam, kemudian diukur seberapa banyak jumlah pemakaian bahan bakar selama periode dua jam tersebut. Jika periode waktu ini dirasa terlalu lama, maka dapat dipersingkat dengan pengambilan data minimum selama satu jam. Semakin rendah nilai *Sfc* maka semakin rendah pula konsumsi bahan bakar yang digunakan[19]. Berikut ini merupakan hasil dari pengukuran konsumsi bahan bakar spesifik. Rumus untuk menghitung *SFC* adalah :

$$Sfc = \frac{mf}{P}$$

Dimana :

Sfc = Specific fuel consumption

(Kg/HP.jam)

mf = laju aliran bahan bakar (Kg/jam)

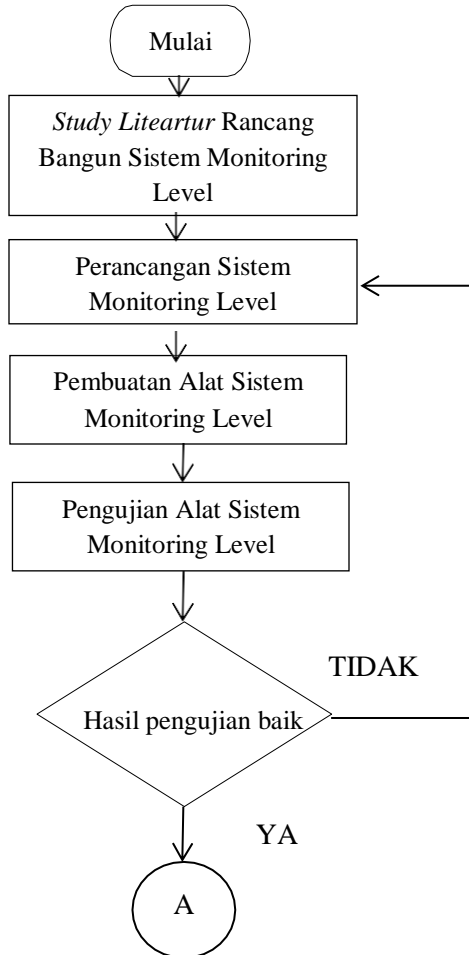
P = daya yang dihasilkan oleh mesin (HP)

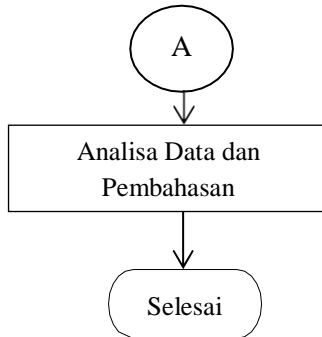
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat

Pada subbab ini dijelaskan mengenai prosedur tahapan dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan. Dengan *flowchart* dibawah ini





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Adapun keterangan **Gambar 3.1** mengenai diagram alir dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Dilakukan kajian terhadap metode-metode, konsep, atau teori yang terkait dengan penelitian yang dilakukan, baik yang bersumber dari jurnal, laporan penelitian, maupun buku-buku yang memiliki bahasan yang sesuai dengan tema penelitian.

b. Perancangan Sistem Monitoring

Dilakukan perancangan sistem monitoring level pada *storage* bensin mesin *genset dual fuel engine system*, perancangan dilakukan dengan membuat desain mekanik alat serta desain visualisasi data yang akan ditampilkan.

c. Pembuatan Alat

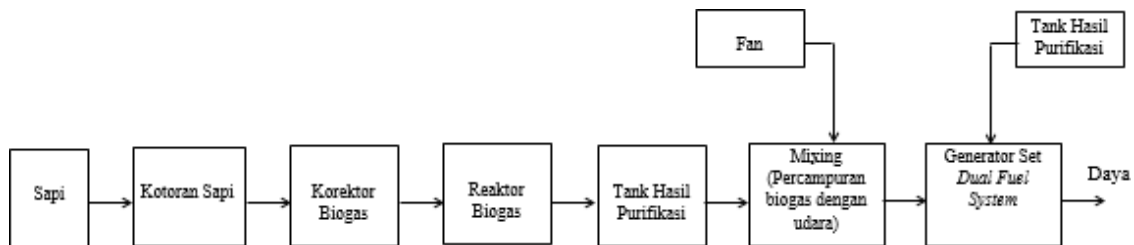
Dilakukan pembuatan sistem monitoring level pada *storage* bensin mesin *genset dual fuel system*, pembuatan sistem monitoring dilakukan dengan membuat *Hardware* dan *software* dari sistem monitoring, pembuatan *hardware* meliputi pembuatan mekanik alat dan pembuatan *software* meliputi pembuatan *visualisasi* data yang akan ditampilkan berdasarkan hasil ukur alat ukur.

d. Analisis Kinerja Sistem Monitoring

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah kinerja dari masing-masing komponen sesuai dengan perancangan mekanik alat serta bentuk *visualisasi* dari hasil pengukuran, apabila tidak sesuai maka akan dilakukan evaluasi terhadap perancangan sistem monitoring.

3.1.1 Gambaran Umum *Genset Dual Fuel Engine System*

Pada perancangan tugas akhir ini dilakukan sistem monitoring level bensin guna mengetahui *Specific Fuel Consumption* (SFC) atau konsumsi bensin dengan memanfaatkan perubahan level pada storage bensin mesin genset *dual fuel system* guna mengetahui tingkat efisiensi mesin, pada sistem monitoring ini terletak pada *storage* bensin mesin genset *dual fuel system* sebelum *inlet* masuk ke *engine*.

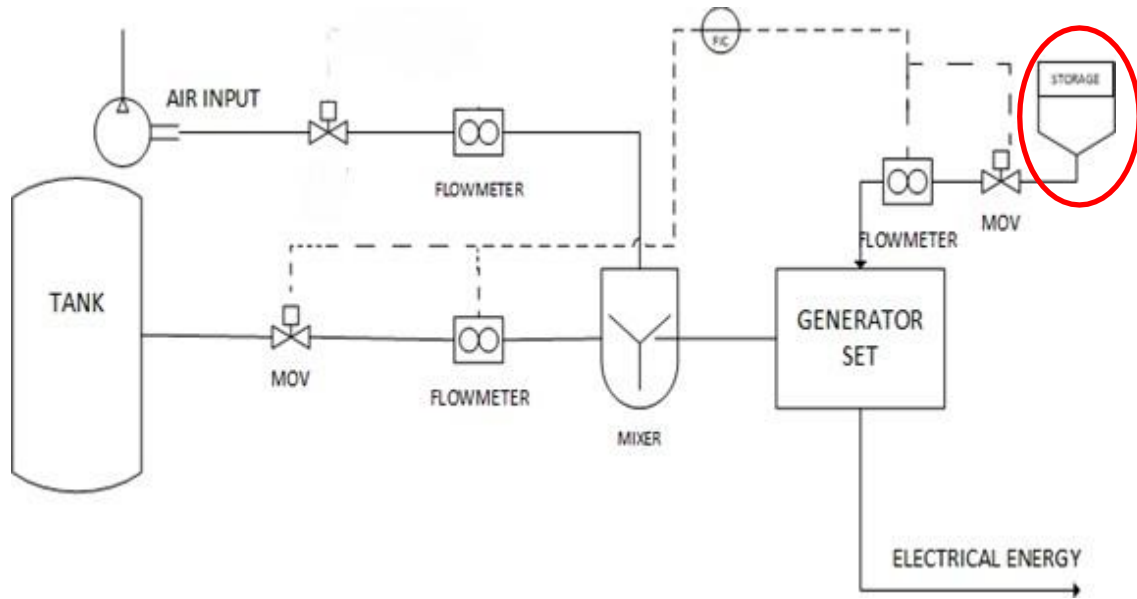


Gambar 3.2 *Block Flow Diagram Generator Set Dual Fuel System*

Pada gambar diatas merupakan proses yang ada pada mesin generator set *dual fuel system* yang berawal dari biogas yang berasal dari kotoran sapi kotoran sapi yang kemudian dialirkan ke alat purifikasi agar hasil biogas lebih baik, lalu biogas disimpan dalam tanki biogas yang nantinya akan dialirkan menuju engine genset. Sebelum masuk ke dalam engine genset biogas akan dicampur dengan udara (*mixing*) di mixing ini dipasok *three way valve* untuk mencampur udara dengan biogas. Udara diperlukan pada sistem ini untuk proses pembakaran. Maka dari itu fan digunakan untuk menambah udara yang masuk dalam *engine*. Karena, pada saat melakukan pengujian mesin, udara yang masuk sedikit, sehingga pembakaran yang terjadi tidak maksimal. Saat biogas dan udara masuk, saat itu juga secara bersamaan bensin juga akan masuk dalam inlet genset. Untuk mengetahui apakah genset ini efisien atau tidak dalam konsumsi bensin setelah ditambahkan biogas sebagai bahan bakar, yaitu engan melihat waktu konsumsi habisnya bensin (*gasoline*). Dengan melihat waktu habisnya bensin, dapat dianalisa apakah *dual fuel system pada genset ini* benar – benar efisien atau tidak.

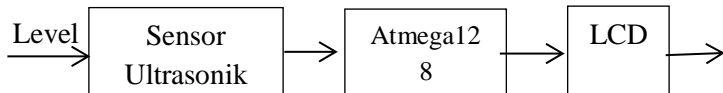
3.2 Perancangan Sistem Monitoring *Specific Fuel Consumption (SFC)*

Pada tugas akhir ini dirancang Sistem monitoring level bensin guna mengetahui *specific fuel consumption (SFC) gasoline* pada *storage* bensin, sistem ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsumsi bensin daripada *generator set dual fuel system*. Untuk mengetahui tingkat konsumsi bensin dengan memonitoring perubahan level daripada bensin. Semakin lama perubahan tingkat konsumsi bensin, maka semakin kecil tingkat konsumsi bensin pada generator *set dual fuel system*. Pada pengujian sebelumnya monitoring level bensin masih dilakukan manual dan butuh konsentrasi serta ketelitian yang tinggi. Untuk mempermudah memonitor level bensin bensin, maka dibuatlah tugas akhir ini.



Gambar 3.3 *Piping & Instrumentation Diagram
Generator Set Dual Fuel System*

Pada gambar 3.3 merupakan P&ID dari *plant* generator set *dual fuel system* pada gambar tersebut sistem monitoring level bensin guna mengetahui *specific fuel consumption (SFC)* atau konsumsi bensin terdapat pada gambar yang dilingkar merah. Perancangan sistem monitoring level bensin guna mengetahui *specific fuel consumption (SFC)* atau konsumsi bensin pada generator set *dual fuel system* ini terdapat beberapa proses yaitu perancangan pada *sensing element*, komponen *sensing element* ini menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04, pemrosesan sinyal menggunakan mikrokontroller ATMega128 serta tampilan nilai jarak dan waktu konsumsi bensin pada PC, berikut ini blok diagram sistem monitoring waktu konsumsi bensin :



Gambar 3.4 Diagram blok sistem pengukuran *specific fuel consumption (sfc)* pada generator set *dual fuel system*

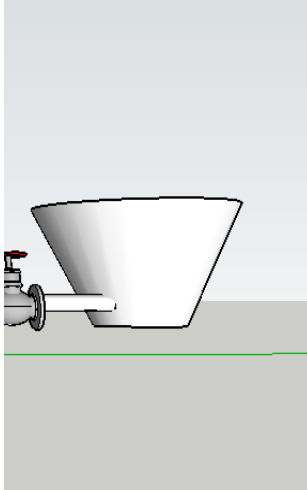
Dari diagram blok diatas, level bensin pada *storage* di deteksi oleh sensor ultrasonic HC-SR04, kemudian akan diproses oleh elemen pemrosesan sinyal menggunakan mikrokontroller ATMega128 hasil dari pemrosesan sinyal akan ditampilkan pada display.

3.2.1 Perancangan *Hardware*

Pembuatan *hardware* untuk sistem monitoring ini terdapat perancangan pada rangkaian *sensing element*, perancangan pada mikrokontroller ATMega128 , dan display pada LCD berikut ini merupakan penjelasan setiap perancangan tersebut :

a. Perancangan rangkaian *sensing element*

Dalam perancangan tugas akhir ini, sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini diletakkan di atas penutup *storage* bensin.



Gambar 3.5 Tempat peletakan *hardware*

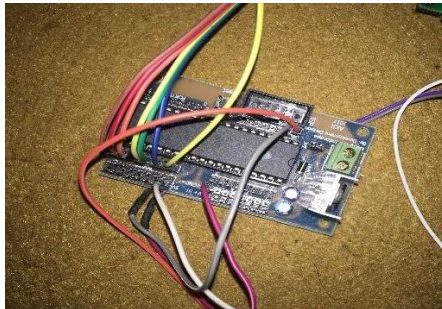


Gambar 3.6 Diagram blok sensor ultrasonic



Gambar 3.7 Rangkain sensor ultrasonik

Sebagai aktivasi mikrokontroller ATmega128 ini mendapatkan sumber tegangan 5 volt. Untuk koneksi dari tiap pin terhadap instrumen digunakan kabel *jumper*, Dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.8 Konfigurasi Pin ATmega128

b. Display

Display merupakan suatu modul penampil. Untuk hal ini digunakan untuk menampilkan data yang terdeteksi oleh sensor sehingga dapat ditampilkan data berupa *digital* yang menunjukkan nilai suhu pada *steam output* boiler. Berikut ini merupakan rangkaian *skematik* LCD (*Liquid Crystal Display*) ke mikroontroller ATmega128 dapat dilihat pada gambar berikut ini



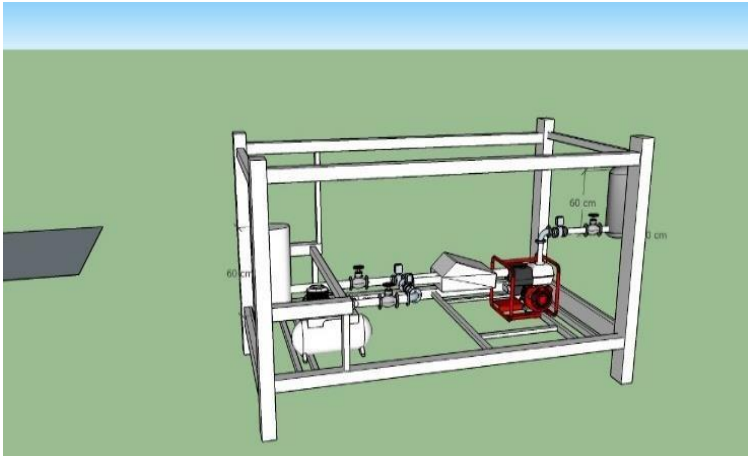
Gambar 3.9 Rangkaian wiring LCD



Gambar 3.10 Tampilan LCD

c. Rancangan Alat

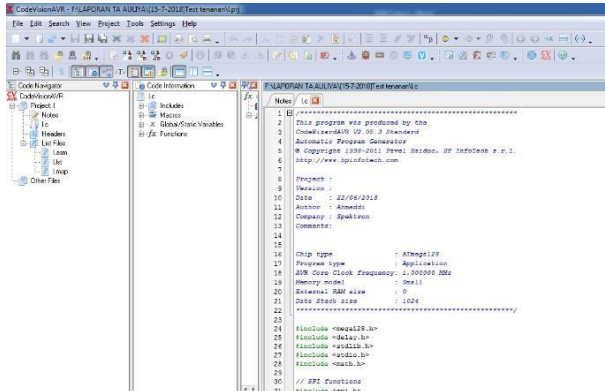
Pada pembuatan tugas akhir ini rancangan alat adalah seperti **Gambar 3.11** sebagai berikut :



Gambar 3.11 Desain plant genset *dual fuel engine*

3.2.2 *Rancangan firmware*

Pada pembuatan tugas akhir ini dibuat *software* penunjang untuk sistem monitoring, *software* yang digunakan merupakan CodeVisionAVR sebagai *interface* dari ATMega128. Pada *software* pemrograman CodeVisionAVR dilakukan pemrograman LCD, kemudian rangkaian *sensing element* dalam pemrograman CodeVisionAVR diintegrasikan dengan men-*download* program CodeVisionAVR ke mikroontroller ATMega128, kemudian akan diproses pada rangkaian pemrosesan sinyal dan akan ditampilkan ke LCD pada panel dalam bentuk data level bensin pada *plant* generator set *dual fuel system*. Berikut listing program yang dibuat pada CVAVR seperti pada **Gambar 3.12** di bawah ini :



Gambar 3.12 Listing program pada CVAVR

Setelah melakukan konfigurasi program yang akan dibuat, selanjutnya membuat kodingan program seperti berikut :

- a. Program Pembacaan Level pada Sensor Ultrasonik HCSR-04
Berikut pemrograman pembacaan sensor ultrasonic sebagai sensor level :

```

//Ultrasonic
unsigned int countUS;
float jarak;
float level_cm;
//float waktu_second;
char buff[50];
//int timeOut;
//const int maxTimeOut = 30;
void bacaSensorUS()
{
    countUS = 0;
    PORTB.0 = 1;
    delay_us(15);
    PORTB.0 = 0;
    while(PINB.1==0)

```

```

    {
        //if(timeOut>=maxTimeOut) break;
    };
    while(PINB.1==1)
    {
        //if(timeOut>=maxTimeOut) break;
        countUS++;
    }
    //waktu_second = (countUS*0.000000083);
    //ukur jarak
    jarak= (((countUS*0.344)/2));

    //level
    level_cm=30-jarak;
}

void dataultrasonic(){
    bacaSensorUS();
    sprintf(buff,"L:%.2f cm",level_cm);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts(buff);
    delay_ms(1000);
}

```

b. Pemograman Data Logger

Berikut pemograman yang dibuat untuk data logger, dimana pada pemograman ini akan mengirimkan data pembacaan sensor ultrasonic sebagai sensor level :

```

int a=3;
void usart()

{
    printf ("L =%f\r",level_cm);
}

```

```
void simpan_data()
{
    if(xcount==2)
    {
        printf("Level = %.3f cm ",level_cm);
        putchar(10);
        putchar(13);
        putchar(10);
        putchar(13);
    }
}
```

c. Mengcompile Program

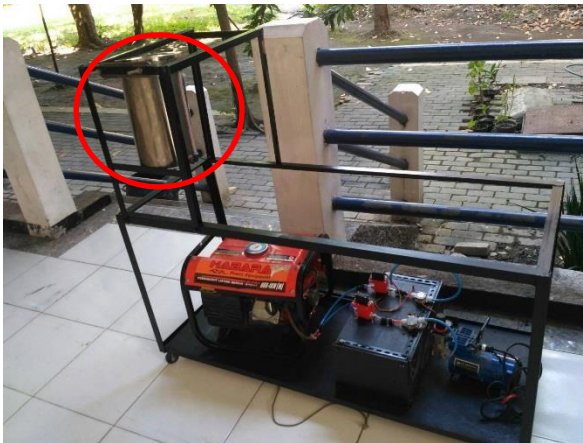
Setelah melakukan proses pemograman, selanjutnya program di “*Build All*” dan *dicompile* melalui aplikasi khazama. Berikut langkah – langkah yang dilakukan untuk *mengcompile* program pada aplikasi khazama :

- Aplikasi khazama dibuka
- Dipilih File>Flash file, lalu program dipilih dalam bentuk “exe”
- Auto program di klik
- Setelah itu program akan berhasil decompile pada mikrkontoler dan siap dijalankan.

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Alat

Berikut ini merupakan hasil perancangan sistem pengukuran dan monitoring level bensin guna mengetahui *Specific Fuel Consumption (SFC)* pada *plant* generator set *dual fuel system*.



Gambar 4.1 Generator Set *dual fuel system plant*

Pada sistem monitoring ini menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04 dimana mempunyai range pengukuran sebesar 2 cm – 3 m. Sensor ultrasonik dipasang pada tutup *storage* bensin, yang nantinya akan merange perubahan level bensin dan dikonversikan ke menit. Sensor ultrasonik dipasang pada lingkaran merah pada gambar 4.1, yang kemudian ditarik kabel yang disambungkan ke mikrokontroller ATmega128 pada panel. Berikut ini merupakan peletakan sensor ultrasonik pada *storage* bensin.



Gambar 4.2 Peletakan sensor ultrasonik HCSR-04



Gambar 4.3 Rangkaian elektrik alat

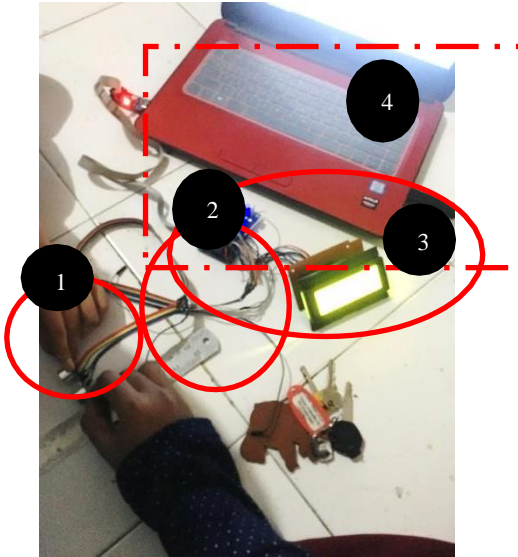


Gambar 4.4 Tampilan LCD

4.2 Kalibrasi Sensor Ultrasonik HCSR-04

Agar dapat mengetahui dan menganalisa sensor yang digunakan dan rangkaian yang telah dibuat agar dapat berfungsi dengan baik diperlukan adanya pengujian terhadap rangkaian yang telah dibuat. Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui karakteristik statik maupun karakteristik dinamik daripada sensor ultrasonik HCSR-04.

Pengujian alat ukur ini dilakukan dengan membandingkan alat ukur standar dengan alat ukur jarak yang digunakan. Pengujian sensor ini dilakukan di laboratorium pengukuran dan kalibrasi jurusan Teknik Instrumentasi, ITS. Alat ukur standar yang digunakan adalah penggaris standard langsung dibandingkan dengan sensor ultrasonik HCSR-04 , Dalam hal ini kedua alat ukur tersebut mempunyai fungsi yang sama yaitu untuk mengukur jarak. Berikut ini merupakan rangkaian kalibrasi pada sensor ultrasonik HCSR-04 :



Gambar 4.5 Kalibrasi Sensor HCSR-04 dan penggaris

Keterangan :

1. Sensor ultrasonik HCSR-04
2. Penggaris
3. Rangkaian mikdokontroller ATMega128 dan LCD
4. Laptop

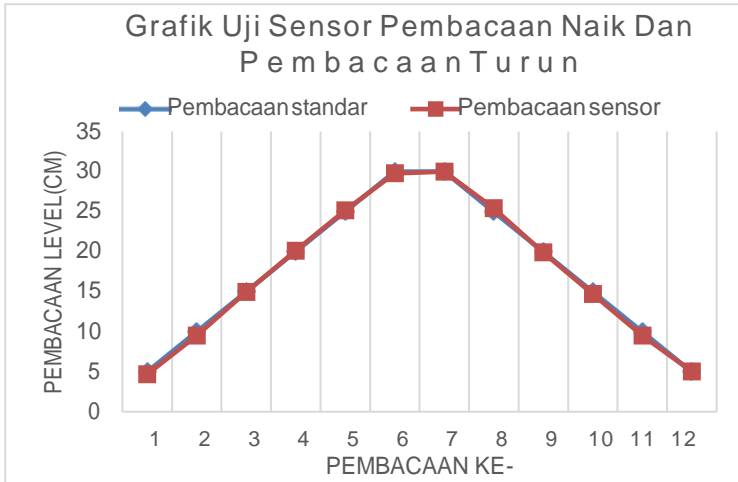
Uji sensor ultrasonik HCSR-04 dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran pada penggaris dengan nilai pembacaan dari sensor ultrasonik HCSR-04 yang hasil pengukurannya dalam bentuk bilangan digital yang ditampilkan pada *display* (LCD), sensor akan diletakkan sejajar dengan penggaris sesuai jarak yang diinginkan. Misalkan pengukuran pertama 5 cm, maka sensor ultrasonik HCSR-04 diletakkan tepat sejajar dengan penggaris dengan jarak 5 cm. pengukuran dilakukan dengan range 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm. apakah nilai pengukuran pada sensor ultrasonik sama dengan nilai yang ditunjukkan oleh penggaris. Pengukuran dilakukan dengan dua tahap yaitu

pengukuran naik dan pengukuran turun sebanyak 3 kali setiap pengukuran dengan prosedur yang sama.

Tabel 4.1 Tabel Uji Sensor Ultrasonik HCSR-04

No	Pembacaan standar (cm)	Pembacaan alat		Rata-Rata (cm)	Koreksi (cm)
		rata-rata naik (cm)	rata-rata turun (cm)		
1	5	4.67	5.04	4.86	0.15
2	10	9.51	9.53	9.52	0.48
3	15	14.95	14.73	14.84	0.16
4	20	20.11	19.93	20.02	-0.02
5	25	25.14	25.41	25.28	-0.27
6	30	29.77	30.00	29.89	0.12
Jumlah	105			104.4	0.61
Rata-rata	17.5			17.40	0.10

Tabel diatas merupakan pengujian sensor ultrasonik HCSR-04 dibandingkan dengan kalibrator. Pengujian dilakukan dengan membandingkan alat ukur standar dengan alat uji, dengan rentang ukur 5 cm – 30 cm. Dari table diatas diperoleh grafik perbandingan pembacaan standar dengan pembacaan alat seperti pada **Gambar 4.6** dibawah ini :



Gambar 4.6 Grafiuji sensor pembacaan naik dan pembacaan turun

Pada grafik Uji sensor dapat dilihat perbandingan antara sensor ultrasonik HCSR-04 dengan penggaris , dari grafik tersebut pembacaan alat ukur mendekati nilai standar yang ditunjukkan pada penggaris. Kemudian data yang diperoleh dihitung sesuai dengan tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Perhitungan Uji Sensor

No	X_i	X^2	$x_i.y_i$	$y-y'$	$(y-y')^2$
1	4.86	25	0.70	0.05	0.0025
2	9.52	100	4.57	0.38	0.1444
3	14.84	225	2.37	0.06	0.0036
4	20.02	400	-0.40	-0.12	0.0144
5	25.28	625	-6.95	-0.37	0.1369
6	29.89	900	3.44	0.02	0.0004
jumlah	104.41	2275	3.73	0.02	0.3022
rata-rata	17.4	379.2	0.62	0.003	0.0504

Keterangan :Y_i = koreksiY_i' = rata-rataX_i = pembacaan standart ke-i

Pengujian alat ukur ini bertujuan untuk mengetahui besar ketidakpastian alat ukur yang dibuat, sehingga dengan mengetahui hal tersebut bisa pula diketahui nilai ketidakpastian pengukuran (U_{a1}). Akan tetapi, sebelum menghitung nilai ketidakpastian dari alat ukur tersebut, maka perlu diketahui terlebih dahulu standard deviasi (δ) dari pengukuran tersebut. Adapun untuk menghitung standard deviasi (δ) sebagai berikut :

a. Ketidakpastian Tipe A (U_{a1})

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.5)$$

Untuk mencari nilai ketidakpastian tipe A (U_{a1}) pertama mencari standar deviasi (σ) dari pembacaan alat ukur yakni jumlah dari nilai koreksi dibagi dengan ($n-1$), dimana n adalah jumlah data atau titik pengujian (dapat dilihat pada persamaan 4.6)

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n-1} \quad (4.6)$$

$$= 0.246$$

Sehingga dari persamaan 4.6 dapat dicari nilai ketidakpastian tipe A (U_{a1}) sebagai berikut :

$$U_{a1} = \frac{0.246}{\sqrt{6}} = 0.1003$$

Nilai Ketidakpastian Regresi (U_{a2})

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (4.7)$$

$$Y_{reg} = a + (bx) \quad (4.8)$$

$$a = \bar{y} - (b\bar{x}) \quad (4.9)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum y_i \cdot \sum x_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

y_i = Nilai koreksi

$$b = \frac{(6x-4,1) - (0,61x \cdot 105) (5)}{x \cdot 2272 - (2275)^2}$$

$$b = 0,000007$$

Sehingga nilai :

$$a = 0,10 - (0,000007x \cdot 17,5)$$

$$a = 0,101$$

Jadi, persamaan regresi menjadi

$$Y_{reg} = (0,101) + (0,000007x \cdot 10)$$

Yang menghasilkan nilai SSR = 0,050894

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{0,050894}{6-2}} \quad (4.10)$$

$$U_{a2} = 0.1128$$

b. Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar termometer (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,01}{\sqrt{3}} = 0,0028 \quad (4.11)$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k},$$

dikarenakan pada alat standar terdapat sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{B2} = 0$

c. Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

$$\begin{aligned} U_c &= \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2} \quad (4.12) \\ &= \sqrt{0,1003^2 + 0,1128^2 + 0,0028^2 + 0} \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

$V = n-1$, sehingga :

$V_1 = 5$; $V_2 = 5$; $V_3 = 50$;

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{eff} &= \frac{(U_c)^4}{\sum \frac{(U_i)^4}{V_i}} \quad (4.13) \\ &= \frac{(0,15)^4}{\frac{(0,1003)^4}{5} + \frac{(0,1128)^4}{5} + \frac{(0,0028)^4}{50}} \end{aligned}$$

$V_{eff} = 9,8$ sehingga jika dibulatkan menjadi 10, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 1,812.

Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian berulang sebesar :

$$U_{exp} = k \times U_c \quad (4.14)$$

$$U_{exp} = 1,812 \times 0,15 = 0,2718$$

Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar $\pm 0,27$ dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan

4.1.2 Karakteristik Statis Sensor Ultrasonik HCSR-04

Karakteristik statik adalah karakteristik yang harus diperhatikan apabila alat tersebut digunakan untuk mengukur suatu kondisi yang tidak berubah karena waktu atau hanya berubah secara lambat laun. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai karakteristik dari sensor ultrasonik HCSR-04 diantaranya sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Data Sensor Naik dan Turun

No	Pembacaan standar (cm)	Pembacaan alat naik (cm)	Pembacaan alat turun (cm)	H(I)
1	5	4.67	5.04	0.36
2	10	9.51	9.53	0.02
3	15	14.95	14.73	-0.22
4	20	20.11	19.93	-0.18
5	25	25.14	25.41	0.26
6	30	29.77	30.00	0.23
Jumlah		104.16	104.63	
Rata-rata		17.36	17.44	

- a. Sensitivitas(daridatapengujianalat)= $\frac{\Delta O}{\Delta I}$
- $$= \frac{29.89 - 4.86}{30 - 5} = 1.0012$$
- b. Akurasi :
- $$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$$
- dengan Y_n = Pembacaan standar dan X_n = Pembacaan alat
- $$A = 1 - |0,0058| \times 100\% = 99.42\%$$
- c. Error :
- $$e = 1 - A$$
- $$e = 1 - 0,9942$$
- $$e = 0.0058$$
- Persen error = 0.58%
- d. Histerisis
- $$H(I) = O(I)_{II} - O(I)_{I}, \hat{H} H(I)_{max} \text{ sehingga :}$$
- $$\% \text{Maksimum histeresis} = \frac{H}{O_{max} - O_{min}} \times 100\%$$
- $$\% \text{Maksimum histeresis} = \frac{0,36}{29.89 - 4.86} \times 100\%$$
- $$\% \text{Maksimum histeresis} = \frac{0,36}{25.03} \times 100\%$$
- $$\% \text{Maksimum histeresis} = 1.44\%$$

Sehingga diperoleh nilai karakteristik statik dari sensor ultrasonik HCSR-04 diantaranya :

- | | |
|-----------------------|----------------|
| a. Range | : 5 cm – 30 cm |
| b. Span | : 25 cm |
| c. Resolusi | : 0,01 |
| d. Sensitifivitas (K) | : 1,0012 |
| e. % maksHisterisis | : 1,44 % |
| f. Akurasi | : 99,42 % |

g. Kesalahan (*error*) : 0,58%

4.3 Pengambilan Data Level Bensin Guna Mengetahui *Specific Fuel Consumption (SFC)* pada *Plant Biogas Dual Fuel System*

Pengambilan data *Specific Fuel Consumption (SFC)* atau Waktu Konsumsi Bensin pada *Plant Generator Set Dual Fuel System* bertujuan untuk mengetahui tingkat penggunaan bahan bakar bensin pada genset saat ditambahkan biogas. Dengan melihat lamanya tingkat perubahan level konsumsi bensin pada genset, dapat mengetahui apakah genset dengan *dual fuel system* ini dapat menghemat dan meminimalisir penggunaan bensin. sehingga dapat mengetahui apakah generator set dual fuel system ini dapat menjadi teknologi alternatif dalam menghasilkan energi listrik. Berikut ini merupakan hasil dari pengukuran konsumsi bahan bakar spesifik. Rumus untuk menghitung SFC adalah :

$$Sfc = \frac{mf}{P}$$

Dimana :

Sfc = Specific fuel consumption

(Kg/HP.jam)

mf = laju aliran bahan bakar (Kg/jam)

P = daya yang dihasilkan oleh mesin (HP)

Tabel 4.4 Data Nilai Level Bensin Guna Mengetahui Specific Fuel Consumption (SFC) Bensin Generator Set *Dual Fuel System*

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level (cm)	Volume bensin (Liter)	SFC (kg/hp.jam)
1	100	2400	8.31	0.4737	0.809
2	100	2400	8.31	0.4737	0.809
3	100	2400	8.23	0.4691	0.809
4	100	2568	8.31	0.4737	0.809
5	100	2568	8.23	0.4691	0.809

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level (cm)	Volume bensin (Liter)	SFC (kg/hp.jam)
6	100	2568	8.26	0.4708	0.809
7	100	2568	8.24	0.4697	0.809
8	100	2568	8.31	0.4737	0.809
9	100	2568	8.19	0.4668	0.809
10	100	2568	8.23	0.4691	0.809
11	100	2568	8.16	0.4651	0.809
12	100	2400	8.16	0.4651	0.809
13	100	2400	8.09	0.4611	0.809
14	100	2400	8.23	0.4691	0.809
15	100	2400	8.03	0.4577	0.809
16	100	2400	7.99	0.4554	0.809
17	100	2400	8.03	0.4577	0.809
18	100	2400	8.03	0.4577	0.809
19	100	2400	8.01	0.4566	0.809
20	100	2400	7.89	0.4497	0.809
21	200	1920	7.79	0.4440	0.404
22	200	1920	7.79	0.4440	0.404
23	200	1920	7.58	0.4321	0.404
24	200	1920	7.69	0.4383	0.404
25	200	1920	7.45	0.4247	0.404
26	200	1920	7.58	0.4321	0.404
27	200	1920	7.56	0.4309	0.404
28	200	1920	7.59	0.4326	0.404
29	200	1920	7.24	0.4127	0.404
30	200	2000	7.34	0.4184	0.404
31	200	2000	7.39	0.4212	0.404
32	200	2000	7.39	0.4212	0.404

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level (cm)	Volume bensin (Liter)	SFC (kg/hp.jam)
33	200	2000	8.04	0.4583	0.404
34	200	2000	7.59	0.4326	0.404
35	200	2000	7.13	0.4064	0.404
36	200	2000	7.13	0.4064	0.404
37	200	1920	7.05	0.4019	0.404
38	200	1920	7.88	0.4492	0.404
39	200	1920	7.04	0.4013	0.404
40	300	1658	6.99	0.3984	0.270
41	300	1658	6.99	0.3984	0.270
42	300	1658	7.13	0.4064	0.270
43	300	1658	7.24	0.4127	0.270
44	300	1658	6.79	0.3870	0.270
45	300	1958	6.35	0.3620	0.270
46	300	1958	6.78	0.3865	0.270
47	300	1958	6.78	0.3865	0.270
48	300	1958	6.96	0.3967	0.270
49	300	1958	6.78	0.3865	0.270
50	300	1958	6.76	0.3853	0.270
51	300	1958	6.73	0.3836	0.270
52	300	1958	6.79	0.3870	0.270
53	300	1958	6.61	0.3768	0.270
54	300	1958	6.65	0.3791	0.270
55	300	1958	6.98	0.3979	0.270
56	300	1958	6.69	0.3813	0.270
57	300	1958	6.87	0.3916	0.270
58	400	1260	6.57	0.3745	0.202
59	400	1260	6.51	0.3711	0.202
60	400	1260	6.34	0.3614	0.202

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level (cm)	Volume bensin (Liter)	SFC (kg/hp.jam)
61	400	1260	6.54	0.3728	0.202
62	400	1260	6.48	0.3694	0.202
63	400	1260	6.48	0.3694	0.202
64	400	1260	6.54	0.3728	0.202
65	400	1260	6.39	0.3642	0.202
66	400	1260	6.47	0.3688	0.202
67	400	1260	6.89	0.3927	0.202
68	400	1260	6.45	0.3677	0.202
69	400	1260	6.45	0.3677	0.202
70	400	1260	6.43	0.3665	0.202
71	400	1260	6.43	0.3665	0.202
72	400	1260	6.78	0.3865	0.202
73	400	1260	6.57	0.3745	0.202
74	500	1020	6.45	0.3677	0.162
75	500	1020	6.26	0.3568	0.162
76	500	1020	6.34	0.3614	0.162
77	500	1020	6.31	0.3597	0.162
78	500	1020	6.56	0.3739	0.162
79	600	900	6.29	0.3585	0.135
80	600	900	6.78	0.3865	0.135
81	600	900	6.25	0.3563	0.135
82	600	900	6.25	0.3563	0.135
83	600	900	6.39	0.3642	0.135
84	700	670	6.17	0.3517	0.116
85	700	670	6.45	0.3677	0.116
86	700	670	6.13	0.3494	0.116
87	700	670	6.15	0.3506	0.116

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level (cm)	Volume bensin (Liter)	SFC (kg/hp.jam)
88	700	670	6.19	0.3528	0.116
89	800	540	6.46	0.3682	0.101
90	800	540	6.03	0.3437	0.101
91	800	540	6.19	0.3528	0.101
92	800	540	6.13	0.3494	0.101
93	800	540	6.49	0.3699	0.101
94	900	500	6.01	0.3426	0.090
95	900	500	6.45	0.3677	0.090
96	900	500	5.99	0.3414	0.090
97	900	500	5.78	0.3295	0.090
98	900	500	5.98	0.3409	0.090
99	900	500	6.01	0.3426	0.090
100	900	500	6.03	0.3437	0.090
101	900	500	5.97	0.3403	0.090

Data diatas merupakan cuplikan dari nilai tingkat penurunan level bensin pada plant dengan *dual* bahan bakar (biogas dan bensin) hanya menghabiskan 0,15 liter bensin dalam *storage*, hasil perhitungan nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) lengkapnya dapat dilihat dengan lengkap pada lampiran A pada lampiran tugas akhir ini, dari data tersebut dapat dihitung nilai *specific fuel consumption* (SFC) atau tingkat konsumsi bahan bakar pada *plant* generator set *dual fuel system*.

Untuk mengetahui apakah generator set *dual fuel system* dengan dua bahan bakar biogas dan bensin lebih sedikit tingkat konsumsi bahan bakarnya, maka dari itu data pada **Tabel 4.4** dibandingkan dengan data hasil pengujian alat hanya dengan menggunakan bahan bakar bensin. Didapatkan hasil pengujian alat hanya dengan menggunakan bahan bakar bensin seperti pada **Tabel 4.5** dibawah ini :

Tabel 4.5 Data Hasil *Specific Fuel Consumption* (SFC) Dengan Bahan Bakar Bensin Pada Generator Set *Dual Fuel System*

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level bensin (cm)	Volume Bensin (liter)	SFC (kg/hp.jam)
1	100	3668	14.47	0.825	2.305
2	100	3668	13.97	0.796	2.305
3	100	3668	14.47	0.825	2.305
4	100	3668	13.97	0.796	2.305
5	100	3668	13.93	0.794	2.305
6	100	3668	13.97	0.796	2.305
7	100	3670	14.47	0.825	2.305
8	100	3670	14.47	0.825	2.305
9	100	3670	14.45	0.824	2.305
10	100	3670	14.45	0.824	2.305
11	100	3668	14.47	0.825	2.305
12	100	3668	14.45	0.824	2.305
13	100	3668	14.47	0.825	2.305
14	100	3668	14.47	0.825	2.305
15	200	3650	14.29	0.815	1.153
16	200	3650	14.29	0.815	1.153
17	200	3650	13.12	0.748	1.153
18	200	3650	13.43	0.766	1.153
19	200	3650	14.29	0.815	1.153
20	200	3650	14.29	0.815	1.153
21	200	3650	14.29	0.815	1.153
22	200	3658	13.43	0.766	1.153
23	200	3658	14.29	0.815	1.153
24	200	3658	14.29	0.815	1.153

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level bensin (cm)	Volume Bensin (liter)	SFC (kg/hp.jam)
25	300	3640	14.29	0.815	0.768
26	300	3650	14.29	0.815	0.768
27	300	3640	13.35	0.761	0.768
28	300	3640	13.85	0.789	0.768
29	300	3640	13.85	0.789	0.768
30	300	3640	13.85	0.789	0.768
31	300	3640	13.85	0.789	0.768
32	300	3640	14.01	0.799	0.768
33	400	3600	14.01	0.799	0.576
34	400	3600	14.12	0.805	0.576
35	400	3618	13.85	0.789	0.576
36	400	3600	13.85	0.789	0.576
37	400	3600	13.85	0.789	0.576
38	400	3600	13.53	0.771	0.576
39	400	3600	13.85	0.789	0.576
40	400	3600	13.85	0.789	0.576
41	400	3618	13.42	0.765	0.576
42	400	3600	13.85	0.789	0.576
43	500	3591	13.15	0.750	0.461
44	500	3591	13.15	0.750	0.461
45	500	3591	13.15	0.750	0.461
46	500	3540	13.15	0.750	0.461
47	500	3540	12.65	0.721	0.461
48	500	3540	12.65	0.721	0.461
49	500	3540	12.65	0.721	0.461
50	500	3540	12.65	0.721	0.461
51	500	3540	13.15	0.750	0.461
52	500	3540	13.15	0.750	0.461

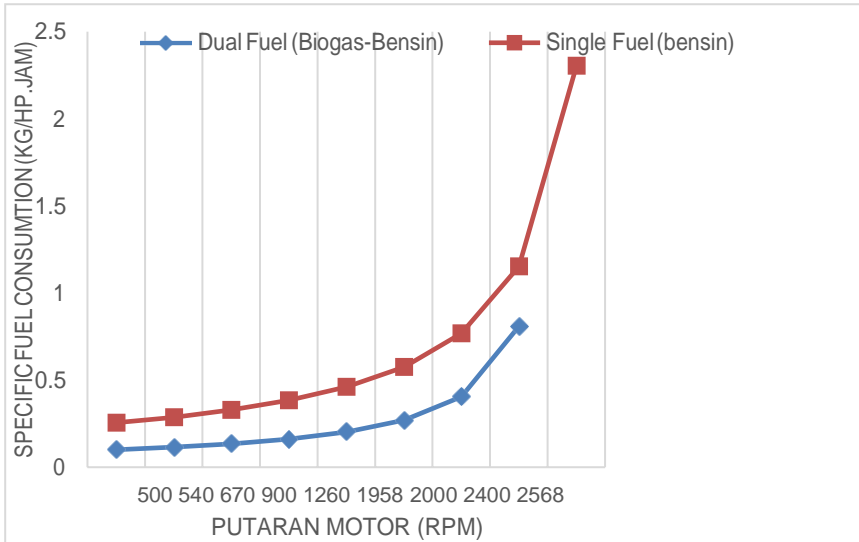
No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level bensin (cm)	Volume Bensin (liter)	SFC (kg/hp.jam)
53	500	3540	13.15	0.750	0.461
54	500	3540	13.15	0.750	0.461
55	500	3540	13.15	0.750	0.461
56	500	3540	12.15	0.693	0.461
57	500	3500	12.14	0.692	0.461
58	500	3500	12.15	0.693	0.461
59	500	3500	12.14	0.692	0.461
60	500	3500	13.02	0.742	0.461
61	500	3500	12.14	0.692	0.461
62	500	3500	12.14	0.692	0.461
63	500	3500	12.14	0.692	0.461
64	600	3490	11.05	0.630	0.384
65	600	3490	11.05	0.630	0.384
66	600	3490	12.05	0.687	0.384
67	600	3490	11.05	0.630	0.384
68	600	3490	12.5	0.713	0.384
69	600	3490	12.5	0.713	0.384
70	600	3490	11.05	0.630	0.384
71	600	3490	11.05	0.630	0.384
72	600	3490	11.05	0.630	0.384
73	600	3490	11.15	0.636	0.384
74	600	3524	11.3	0.644	0.384
75	600	3490	11.5	0.656	0.384
76	600	3490	11.45	0.653	0.384
77	600	3524	11.05	0.630	0.384
78	600	3524	11.05	0.630	0.384
79	600	3490	11.05	0.630	0.384

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level bensin (cm)	Volume Bensin (liter)	SFC (kg/hp.jam)
80	700	3497	9.8	0.559	0.329
81	700	3497	9.8	0.559	0.329
82	700	3497	9.54	0.544	0.329
83	700	3450	9.54	0.544	0.329
84	700	3450	9.54	0.544	0.329
85	700	3450	9.5	0.542	0.329
86	700	3450	9.83	0.560	0.329
87	700	3450	9.35	0.533	0.329
88	700	3445	9.8	0.559	0.329
89	700	3450	9.8	0.559	0.329
90	800	3430	8.57	0.488	0.288
91	800	3430	8.57	0.488	0.288
92	800	3430	8	0.456	0.288
93	800	3430	8.57	0.488	0.288
94	800	3430	8.35	0.476	0.288
95	800	3430	8.5	0.485	0.288
96	800	3430	8.57	0.488	0.288
97	800	3430	8.57	0.488	0.288
98	800	3430	8.57	0.488	0.288
99	800	3430	8	0.456	0.288
100	900	3400	6.81	0.388	0.256
101	900	3400	7.26	0.414	0.256
102	900	3454	7.15	0.408	0.256
103	900	3454	7.15	0.408	0.256
104	900	3400	7.26	0.414	0.256
105	900	3454	7.54	0.430	0.256
106	900	3400	7.26	0.414	0.256
107	900	3400	7.26	0.414	0.256

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level bensin (cm)	Volume Bensin (liter)	SFC (kg/hp.jam)
108	900	3400	7.54	0.430	0.256
109	900	3400	7.26	0.414	0.256
110	900	3400	7.26	0.414	0.256
111	900	3400	7.26	0.414	0.256
112	900	3400	7.26	0.414	0.256

Data diatas merupakan cuplikan dari nilai tingkat penurunan level bensin pada plant dengan *dual* bahan bakar (biogas dan bensin) menghabiskan 0,4 liter bensin dalam *storage*.

Untuk mengetahui perbandingan tingkat konsumsi bahan bakar bensin pada *plant* pada saat *single fuel* dan *dual fuel* dengan beban yang sama, didapatkan grafik perbandingan seperti **Gambar 4.7** dibawah ini :



Gambar 4.7 Grafik perbandingan SFC *single fuel* (bensin) dan *dual fuel* (biogas-bensin)

4.3 Pembahasan

Tugas akhir yang berjudul sistem monitoring level bensin guna mengetahui *Specific Fuel Consumption (SFC)* atau waktu konsumsi bensin pada plant generator set *dual fuel system* bertujuan untuk mengetahui tingkat penggunaan bahan bakar bensin dengan memonitoring perubahan level bensin. Sehingga dapat mengetahui apakah *plant* biogas *dual fuel system* ini dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar atau tidak saat ditambahkan bahan biogas. Sistem ini akan memonitoring perubahan penurunan level bensin menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04 sebagai alat ukur, dan mikrokontroler ATMega128.

Sebelum sensor ini digunakan perlu dilakukan kalibrasi untuk mengetahui performansi dari sensor tersebut. Kalibrasi sensor sensor HCSR-04 ini menggunakan alat ukur standard yakni penggaris. Dilakukan pada *range* 5 cm hingga 30 cm. Sensor ultrasonik HCSR-04 diletakkan sebanding dengan

penggaris dengan menghadap ke papan. setelah itu dibandingkan apakah nilai pengukuran pada sebsor ultrasonik HCSR-04 sebanding dengan nilai yang ditunjukkan penggaris. Setelah dilakukan pengujian sensor yaitu dilakukan perhitungan kalibrasi. Dari perhitungan kalibrasi didapatkan nilai ketidakpastian alat sebesar $\pm 0,27$ dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai karakteristik statis dan karakteristik dinamis alat dari karakteristik statis dengan range pengukuran 5 cm hingga 30 cm didapatkan nilai Span 25 cm, Resolusi 0,01, Sensitivitas 1.0012, Histerisis 1,44%, Akurasi 99,42%, Kesalahan (*error*) 0,58% .

Monitoring level bensin menggunakan LCD 20x4 sebagai display data dan PC sebagai penyimpanan database monitoring. Pengambilan data sistem monitoring level dilakukan dengan menambah beban lampu pada plant dan didapatkan perubahan penurunan level bensin. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat konsumsi bensin pada genset atau *Specific Fuel Consumption (SFC)*. Nilai SFC akan dibandingkan dengan perubahan putaran motor genset saat penambahan beban lampu hingga 900 watt. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa ketika diberi beban 100 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.809 (kg/hp.jam), untuk daya 200 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.404 (kg/hp.jam), untuk daya 300 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.270 (kg/hp.jam), untuk daya 400 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.202 (kg/hp.jam), untuk daya 500 watt didapatkan nilai konsumsi bensin 0.162 (kg/hp.jam), untuk daya 600 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.135 (kg/hp.jam), untuk daya 700 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.116 (kg/hp.jam), untuk daya 800 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.101 (kg/hp.jam), untuk daya 900 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.090 (kg/hp.jam), untuk daya 1000 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0,07 (kg/hp.jam). Dari data tersebut didapatkan nilai total SFC pada plant sebesar 7.28 (kg/hp.jam). Dan didapatkan nilai rata-rata konsumsi bensin

pada plant sebesar 0.061 (kg/hp.jam). Sedangkan untuk standar nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) dengan rata-rata sebesar 6.40 (kg/hp.jam). Sehingga dapat diketahui bahwa generator set *dual fuel system* ini memiliki tingkat konsumsi bahan bakar bensin yang sedikit saat penambahan bahan bakar biogas pada generator set.

Disisi lain didapatkan hasil pula tingkat konsumsi bensin atau *specific fuel consumption* (SFC) pada *plant* pada saat *single fuel* atau hanya berbahan bakar bensin bahwa pada saat ketika diberi beban 100 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 2.305 (kg/hp.jam), untuk daya 200 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 1.153 (kg/hp.jam), untuk daya 300 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.768 (kg/hp.jam), untuk daya 400 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.576 (kg/hp.jam), untuk daya 500 watt didapatkan nilai konsumsi bensin 0.461 (kg/hp.jam), untuk daya 600 watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0,38 (kg/hp.jam), untuk daya 700 watt watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.329 (kg/hp.jam), untuk daya 800 watt watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.288 (kg/hp.jam), untuk daya 900 watt watt didapatkan tingkat konsumsi bensin 0.256 (kg/hp.jam). Dari data tersebut didapatkan nilai total SFC pada plant sebesar 81.084 (kg/hp.jam). Dan didapatkan nilai rata-rata konsumsi bensin pada plant sebesar 0.675 (kg/hp.jam). nilai tersebut masih di bawah standar dari tingkat *specific fuel consumption* sebesar 6.4 (kg/hp.jam). Dari grafik pada **Gambar 4.7** juga dapat diketahui bahwa generator set dengan bahan bakar *single fuel* (bensin) ini memiliki tingkat konsumsi bahan bakar bensin lebih banyak daripada generator set dengan *dual fuel system* (biogas-bensin). Semakin tingginya beban yang diberikan menyebabkan putaran motor pada generator set semakin menurun dan hal ini menyebabkan semakin berkurangnya tingkan konsumsi bahan bakar pada generator set *dual fuel system* ini.

Dan dari perancangan sistem monitoring level bensin ini data hasil pengukuran dapat ditampilkan pada LCD dengan penyimpanan SD card openlog dan hasil *record* akan

tersimpan pada local disk D pada *PC* , data *logger* ini dapat menyimpan file dengan merory tergantung pada kapasitas memory dalam *harddisk* laptop, sehingga apabila sistem monitoring dijalankan kemudian dimatikan maka hasil *record* dari data yang sebelumnya akan tersimpan pada file *record* pada *notepad* di local disk D.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perancangan sistem monitoring *Specific Fuel Consumption (SFC)* atau waktu konsumsi bensin pada plant generator *set dual fuel system* maka dapat didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dirancang sistem monitoring temperatur *steam output* pada boiler berbahan bakar LPG pada *mini plant*. Pada sistem monitoring temperatur menggunakan alat ukur sensor ultrasonik HCSR-04 dengan mikrokontroler ATmega128.
2. Bahwa generator set dengan bahan bakar single fuel (bensin) ini memiliki tingkat konsumsi bahan bakar bensin lebih banyak daripada generator set dengan *dual fuel system* (biogas-bensin). Dari pengujian alat didapatkan nilai tingkat konsumsi bahan bakar bensin pada plant *atau Specific Fuel Consumption (SFC)* dengan dual fuel (biogas-bensin) pada plant sebesar 7.28 (kg/hp.jam). Dan rata-rata konsumsi bensin pada plant sebesar 0.061 (kg/hp.jam). Sedangkan hasil tingkat konsumsi bahan bakar bensin pada plant *atau Specific Fuel Consumption (SFC)* saat hanya diberi bahan bakar bensin (*single fuel*) sebesar 81.3 (kg/hp.jam). Dan rata-rata konsumsi bensin pada plant sebesar 0.675 (kg/hp.jam).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran diantaranya sebagai berikut :

1. Penggunaan sensor jarak jauh yang membutuhkan kabel yang panjang tentunya akan mengakibatkan *loss*.
2. Peletakan/ *tapping point* pada instrument alat ukur perlu diperhatikan karena nilai rambat suatu element

berbeda sehingga tidak memberikan nilai yang seharusnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurrahman, A., Soehartanto, T., (2014). “*Analisis Karakterisasi Water Scrubber pada Alat Purifikasi Biogas Tipe Kombinasi Spray Tower dan Tray Tower*”. Seminar Nasional Teknologi Terapan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [2] Abdurrahman, A., Soehartanto, T., Sudarmanta, B. 2013. *Rancang Bangun Alat Purifikasi Biogas dengan Menggunakan CaO dan Water Scrubber*. Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS, Surabaya
- [3] Sudarmanta Bambang. 2015. *Karakteristik Mesin Diesel Dual Fuel ESolar-ction Dengan Pengaturan CNG Tipe LPIG Dengan Pengaturan Start of dan Durasi Injeksi*.ITS, Surabaya
- [4] Santoso Arif Budi, Sudarmanta, B.2013. *Unjuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistemn Dual Fuel Solar Dan Biogas Dengan Penambahan Fan Udara Sebagai Penyuplai Udara*. ITS, Surabaya
- [5] Hermawan Dedet, Khudhori Muhrom.2013. *Optimalisasi Unjuk Kerja Genset Berbahan Bakar Hybrid (Biogas_Sensin) Untuk Mendukung Pilot Plant Dme (Desa Mandiri Energi)*. Sekolah Tinggi Teknologi Adistijpto, Yogyakarta.
- [6] Abdurrahman, A., Soehartanto, T., Sudarmanta, B. 2013. *Rancang Bangun Alat Purifikasi Biogas dengan Menggunakan CaO dan Water Scrubber*. Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS, Surabaya
- [7] Setiawan, A. I., (2002), *Memfaatkan Kotoran Ternak*. Jakarta : Cetakan Ketiga Penebar Swadya.
- [8] Agustin, Andang.2014. *Pengembangan Biogas Berbasis Kotoran Ternak Dalam Rangka Pemberdayaan Potensi Sumber Daya Peternakan Sapi Perah Di Jawa Barat*. Jawa Barat
- [9] Sudarmanta, Bambang dan Achmad Rizkal. 2016. *Karakterisasi Unjuk Kerja Diesel Engine Generator Set Sistem Dual Fuel Engine Solar-Syngas Hasil Gasifikasi Briket Municipal Solid Waste (MSW) Secara*

Langsung. Surabaya. Institut Teknologi Speuluh Nopember
Surabaya

- [10] IRAWAN, Arif. 2017. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengukuran Bahan Bakar Minyak Pada Tangki PDAM SPBU*. Yogyakarta.
- [11] Share ITS. 2013. *Teknik Pengukuran dan Kalibrasi*. ITS. Surabaya
- [12] <https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/28015-PING-Sensor-Product-Guide-v2.0.pdf> (diakses pada tanggal 17 Januari 2018)
- [13] Ulfah Mediaty Arief. 2011. *Pengujian Sensor Ultrasonik untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air*.
- [14] www.diglib.unila.ac.id (diakses pada tanggal 17 Januari 2018)
- [15] www.duniaelektronik.net (diakses pada tanggal 17 Januari 2018)
- [16] Abidin Zaenal. 2015. *Pengenalan dasar CVAVR dan ISIS Proteus*. Bangkalan.
- [17] www.nn-digital.com (diakses pada tanggal 17 Januari 2018)
- [18] Natalio Nuncino. 2017. *Modul Komunikasi Serial Pada Model Simulator Boiler Berbasis Mikrokontroler ATMega16*. Yogyakarta
- [19] www.diglib.its.ac.id (diakses pada tanggal 18 Juli 2018)

LAMPIRAN A

(Datasheet)



Tech Support: servicos@elec Freaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The module includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) If the signal back, through high level, time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time * velocity of sound (340M/S)) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

Electric Parameter

Working Voltage	DC 5V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10us TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL level signal and the range in proportion
Dimension	45*28*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $uS / 58 = \text{centimeters}$ or $uS / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise ,it will affect the results of measuring.

www.ElecFreaks.com



Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 133 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers + Peripheral Control Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 128Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 4Kbytes EEPROM
 - 4Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 60°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
 - Programming Lock for Software Security
 - SPI Interface for In-System Programming
- QTouch[®] Heavy support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - QTouch and QMatrix acquisition
 - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Delay Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - Two Expanded 16-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Two 8-bit PWM Channels
 - 0 PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits
 - Output Compare Modulator
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 30x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Dual Programmable Serial USARTs
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
 - Software Selectable Clock Frequency
 - ATmega128 Compatibility Mode Selected by a Fuse
 - Global Pull-up Disable
- IO and Packages
 - 53 Programmable I/O Lines
 - 64-lead TQFP and 64-pad QFNMLP
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V ATmega128L
 - 4.5 - 5.5V ATmega128
- Speed Grades
 - 0 - 8MHz ATmega128L
 - 0 - 16MHz ATmega128



8-bit Atmel
Microcontroller
with 128KBytes
In-System
Programmable
Flash

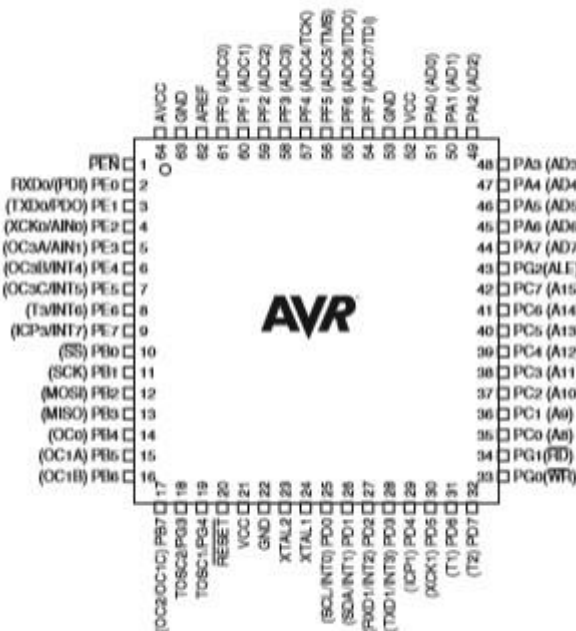
ATmega128
ATmega128L

Doc. 3673, AVR1001



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega128



Note: The Pinout figure applies to both TQFP and MLF packages. The bottom pad under the QFNMLF package should be soldered to ground.

Overview

The Atmel® AVR® ATmega128 is a low power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega128 achieves throughputs approaching 1MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

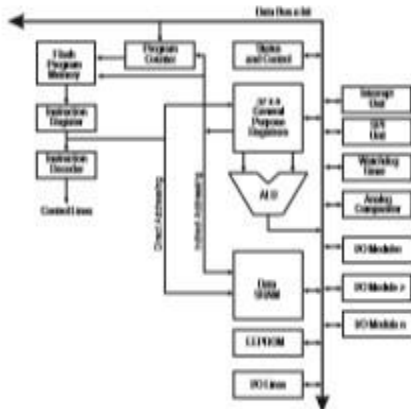
AVR CPU Core

Introduction

This section discusses the Atmel® AVR® core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals and handle interrupts.

Architectural Overview

Figure 3. Block Diagram of the AVR Architecture



In order to maximize performance and parallelism, the AVR uses a Harvard architecture – with separate memories and buses for program and data. Instructions in the program memory are executed with a single level pipelining. While one instruction is being executed, the next instruction is pre-fetched from the program memory. This concept enables instructions to be executed in every clock cycle. The program memory is in-system Reprogrammable Flash memory.

The fast-access Register file contains 32 x 8-bit general purpose working registers with a single clock cycle access time. This allows single-cycle Arithmetic Logic Unit (ALU) operation. In a typical ALU operation, two operands are output from the Register file, the operation is executed, and the result is stored back in the Register file – in one clock cycle.

Six of the 32 registers can be used as three 16-bit indirect address register pointers for Data Space addressing – enabling efficient address calculations. One of these address pointers can also be used as an address pointer for look up tables in Flash Program memory. These added function registers are the 16-bit X-register, Y-register and Z-register, described later in this section.

The ALU supports arithmetic and logic operations between registers or between a constant and a register. Single register operations can also be executed in the ALU. After an arithmetic operation, the Status Register is updated to reflect information about the result of the operation.

LAMPIRAN B
LISTING PROGRAM PADA CVAVR

/******

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 22/06/2018
Author : Ahmaddi
Company : Spektron
Comments:

Chip type : ATmega128
Program type : Application AVR
Core Clock frequency: 1,000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 1024

*****/

```
#include <mega128.h>
#include <delay.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
```

```
// SPI functions
#include <spi.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
```

```
#define up PIND.4
#define down PIND.5
```

```

#define start    PIND.6
#define stop     PIND.7
#define off 0
#define on 1

//Ultrasonic
unsigned int countUS;
float jarak;
float level_cm;
//float waktu_second;
char buff[50];
//int timeOut;
//const int maxTimeOut = 30;
void bacaSensorUS()
{
    countUS = 0;
    PORTB.0 = 1;
    delay_us(15);
    PORTB.0 = 0;
    while(PINB.1==0)
    {
        //if(timeOut>=maxTimeOut) break;
    };
    while(PINB.1==1)
    {
        //if(timeOut>=maxTimeOut) break;
        countUS++;
    }
    //waktu_second = (countUS*0.000000083);
    //ukur jarak
    jarak= (((countUS*0.344)/2));

    //level
    level_cm=30-jarak;
    level_cm = level_cm-15;
}

```



```

    level_cm = level_cm+1;
    if (level_cm<=0) level_cm=0;
    if (level_cm>=35) level_cm=30;
}

void dataultrasonic(){
    bacaSensorUS();
    sprintf(buff,"L:%.2f cm",level_cm);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts(buff);
    delay_ms(1000);
}

```

b. Listing Program Data Logger

```

}
int a=3;
void usart()

{
    printf ("L =%f\r",level_cm);
    printf ("F1=%f\r",freqflow);
    printf ("F2=%f\r",freqflow1);
    printf ("F3=%f\r",freqflow2);
    printf ("S1=%d\r",data);
    printf ("S2=%d\r",data1);
    printf ("S3=%d\r",data2);
    printf ("RPM=%f\r\n",pulsaoop);
}

void simpan_data()
{
    if(xcount==2)
    {
        printf("Flow Bensin = %.3f L/min",freqflow);
        putchar(10);
    }
}

```

```
putchar(13);
putchar(10);
putchar(13);
printf("Flow Biogas = %.3f L/min",freqflow1);
putchar(10);
putchar(13);
putchar(10);
putchar(13);
printf("Flow Udara = %.3f L/min",freqflow2);
putchar(10);
putchar(10);
putchar(13);
printf("Level = %.3f cm ",level_cm);
putchar(10);
putchar(13);
putchar(10);
putchar(13);
printf("Servo 1 = %d %",data);
putchar(10);
putchar(13);
putchar(10);
putchar(13);
printf("Servo 2 = %d %",data1);
putchar(10);
putchar(13);
putchar(10);
putchar(13);
printf("Servo 3 = %d %",data2);
putchar(10);
putchar(13);
putchar(10);
putchar(13);
printf("RPM = %d pulsa",counterop);
putchar(10);
putchar(13);
putchar(10);
```

```
        putchar(13);  
        xcount=0;  
    }  
}
```

**LAMPIRAN C (DATA PENGUJIAN ALAT DAN
KALIBRASI)**

Tabel C.1. Data Pengujian Sensor Ultrasonik HCSR-04

No	Pembacaan standar (X)	Pembacaan alat		Rata-Rata	Koreksi (Y)
		rata-rata naik	rata-rata turunan		
1	5	4.67	5.04	4.86	0.15
2	10	9.51	9.53	9.52	0.48
3	15	14.95	14.73	14.84	0.16
4	20	20.11	19.93	20.02	-0.02
5	25	25.14	25.41	25.28	-0.27
6	30	29.77	30.00	29.89	0.12
Jumlah	105			104.4	0.61
Rata-rata	17.5			17.40	0.10

No	Xi	X ²	x.y	y-y'	(y-y') ²
1	5	25	0.725	0.05	0.0025
2	10	100	4.8	0.38	0.1444
3	15	225	2.4	0.06	0.0036
4	20	400	-0.4	-0.12	0.0144
5	25	625	-6.875	-0.37	0.1369

6	30	900	3.45	0.02	0.0004
jumlah	105	2275	4.1	0.02	0.3022
rata-rata	17.5	379.2	0.68	0.003	0.0504

Tabel C.2 Data Level Bensin Saat Dual Fuel (Biogas-Bensin)

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level (cm)	Volume bensin (Liter)	Daya (hp)	SFC (kg/hp.jam)
1	0	2987	8.63	0.4919	0	0
2	0	2987	8.43	0.4805	0	0
3	0	2987	8.63	0.4919	0	0
4	0	2987	8.43	0.4805	0	0
5	0	2987	8.63	0.4919	0	0
6	0	2987	8.43	0.4805	0	0
7	0	2987	8.63	0.4919	0	0
8	0	2987	6.43	0.3665	0	0
9	0	2987	8.57	0.4885	0	0
10	0	2987	8.57	0.4885	0	0
11	0	2987	8.36	0.4765	0	0
12	0	2987	8.57	0.4885	0	0
13	0	2987	8.23	0.4691	0	0
14	0	2987	8.57	0.4885	0	0
15	0	2988	8.45	0.4817	0	0
16	0	2988	8.38	0.4777	0	0
17	0	2988	8.45	0.4817	0	0
18	0	2988	8.45	0.4817	0	0
19	0	2987	8.31	0.4737	0	0
20	100	2400	8.31	0.4737	0.134	0.000

21	100	2400	8.31	0.4737	0.134	0.000
22	100	2400	8.23	0.4691	0.134	0.000
23	100	2568	8.31	0.4737	0.134	0.000
24	100	2568	8.23	0.4691	0.134	0.000
25	100	2568	8.26	0.4708	0.134	0.000
26	100	2568	8.24	0.4697	0.134	0.000
27	100	2568	8.31	0.4737	0.134	0.000
28	100	2568	8.19	0.4668	0.134	0.000
29	100	2568	8.23	0.4691	0.134	0.000
30	100	2568	8.16	0.4651	0.134	0.000
31	100	2400	8.16	0.4651	0.134	0.000
32	100	2400	8.09	0.4611	0.134	0.000
33	100	2400	8.23	0.4691	0.134	0.000
34	100	2400	8.03	0.4577	0.134	0.000
35	100	2400	7.99	0.4554	0.134	0.000
36	100	2400	8.03	0.4577	0.134	0.000
37	100	2400	8.03	0.4577	0.134	0.000
38	100	2400	8.01	0.4566	0.134	0.000
39	100	2400	7.89	0.4497	0.134	0.000
40	200	1920	7.79	0.444	0.268	0.000
41	200	1920	7.79	0.444	0.268	0.000
42	200	1920	7.58	0.4321	0.268	0.000
43	200	1920	7.69	0.4383	0.268	0.000
44	200	1920	7.45	0.4247	0.268	0.000
45	200	1920	7.58	0.4321	0.268	0.000
46	200	1920	7.56	0.4309	0.268	0.000
47	200	1920	7.59	0.4326	0.268	0.000
48	200	1920	7.24	0.4127	0.268	0.000

49	200	2000	7.34	0.4184	0.268	0.000
50	200	2000	7.39	0.4212	0.268	0.000
51	200	2000	7.39	0.4212	0.268	0.000
52	200	2000	8.04	0.4583	0.268	0.000
53	200	2000	7.59	0.4326	0.268	0.000
54	200	2000	7.13	0.4064	0.268	0.000
55	200	2000	7.13	0.4064	0.268	0.000
56	200	1920	7.05	0.4019	0.268	0.000
57	200	1920	7.88	0.4492	0.268	0.000
58	200	1920	7.04	0.4013	0.268	0.000
59	300	1658	6.99	0.3984	0.402	0.000
60	300	1658	6.99	0.3984	0.402	0.000
61	300	1658	7.13	0.4064	0.402	0.000
62	300	1658	7.24	0.4127	0.402	0.000
63	300	1658	6.79	0.387	0.402	0.000
64	300	1958	6.35	0.362	0.402	0.000
65	300	1958	6.78	0.3865	0.402	0.000
66	300	1958	6.78	0.3865	0.402	0.000
67	300	1958	6.96	0.3967	0.402	0.000
68	300	1958	6.78	0.3865	0.402	0.000
69	300	1958	6.76	0.3853	0.402	0.000
70	300	1958	6.73	0.3836	0.402	0.000
71	300	1958	6.79	0.387	0.402	0.000
72	300	1958	6.61	0.3768	0.402	0.000
73	300	1958	6.65	0.3791	0.402	0.000
74	300	1958	6.98	0.3979	0.402	0.000
75	300	1958	6.69	0.3813	0.402	0.000
76	300	1958	6.87	0.3916	0.402	0.000
77	400	1260	6.57	0.3745	0.536	0.000

78	400	1260	6.51	0.3711	0.536	0.000
79	400	1260	6.34	0.3614	0.536	0.000
80	400	1260	6.54	0.3728	0.536	0.000
81	400	1260	6.48	0.3694	0.536	0.000
82	400	1260	6.48	0.3694	0.536	0.000
83	400	1260	6.54	0.3728	0.536	0.000
84	400	1260	6.39	0.3642	0.536	0.000
85	400	1260	6.47	0.3688	0.536	0.000
86	400	1260	6.89	0.3927	0.536	0.000
87	400	1260	6.45	0.3677	0.536	0.000
88	400	1260	6.45	0.3677	0.536	0.000
89	400	1260	6.43	0.3665	0.536	0.000
90	400	1260	6.43	0.3665	0.536	0.000
91	400	1260	6.78	0.3865	0.536	0.000
92	400	1260	6.57	0.3745	0.536	0.000
93	500	1020	6.45	0.3677	0.67	0.000
94	500	1020	6.26	0.3568	0.67	0.000
95	500	1020	6.34	0.3614	0.67	0.000
96	500	1020	6.31	0.3597	0.67	0.000
97	500	1020	6.56	0.3739	0.67	0.000
98	600	900	6.29	0.3585	0.804	0.000
99	600	900	6.78	0.3865	0.804	0.000
100	600	900	6.25	0.3563	0.804	0.000
101	600	900	6.25	0.3563	0.804	0.000
102	600	900	6.39	0.3642	0.804	0.000
103	700	670	6.17	0.3517	0.938	0.001
104	700	670	6.45	0.3677	0.938	0.001
105	700	670	6.13	0.3494	0.938	0.001

106	700	670	6.15	0.3506	0.938	0.001
107	700	670	6.19	0.3528	0.938	0.001
108	800	540	6.46	0.3682	1.072	0.001
109	800	540	6.03	0.3437	1.072	0.001
110	800	540	6.19	0.3528	1.072	0.001
111	800	540	6.13	0.3494	1.072	0.001
112	800	540	6.49	0.3699	1.072	0.001
113	900	500	6.01	0.3426	1.206	0.001
114	900	500	6.45	0.3677	1.206	0.001
115	900	500	5.99	0.3414	1.206	0.001
116	900	500	5.78	0.3295	1.206	0.001
117	900	500	5.98	0.3409	1.206	0.001
118	900	500	6.01	0.3426	1.206	0.001
119	900	500	6.03	0.3437	1.206	0.001
120	900	500	5.97	0.3403	1.206	0.001

Tabel C.3 Data Level Bensin Saat Single Fuel (Bensin)

No	Beban (watt)	Putaran Motor (RPM)	Level bensin (cm)	Volume Bensin (liter)	Daya (hp)	SFC (kg/hp.jam)
1	0	3678	14.85	0.846	0	0
2	0	3678	14.85	0.846	0	0
3	0	3678	14.32	0.816	0	0
4	0	3678	14.85	0.846	0	0
5	0	3678	14.83	0.845	0	0
6	0	3678	14.85	0.846	0	0
7	0	3678	14.85	0.846	0	0
8	0	3678	14.85	0.846	0	0
9	100	3668	14.47	0.825	0.134	2.305
10	100	3668	13.97	0.796	0.134	2.305
11	100	3668	14.47	0.825	0.134	2.305
12	100	3668	13.97	0.796	0.134	2.305
13	100	3668	13.93	0.794	0.134	2.305
14	100	3668	13.97	0.796	0.134	2.305
15	100	3670	14.47	0.825	0.134	2.305
16	100	3670	14.47	0.825	0.134	2.305

17	100	3670	14.45	0.824	0.134	2.305
18	100	3670	14.45	0.824	0.134	2.305
19	100	3668	14.47	0.825	0.134	2.305
20	100	3668	14.45	0.824	0.134	2.305
21	100	3668	14.47	0.825	0.134	2.305
22	100	3668	14.47	0.825	0.134	2.305
23	200	3650	14.29	0.815	0.268	1.153
24	200	3650	14.29	0.815	0.268	1.153
25	200	3650	13.12	0.748	0.268	1.153
26	200	3650	13.43	0.766	0.268	1.153
27	200	3650	14.29	0.815	0.268	1.153
28	200	3650	14.29	0.815	0.268	1.153
29	200	3650	14.29	0.815	0.268	1.153
30	200	3658	13.43	0.766	0.268	1.153
31	200	3658	14.29	0.815	0.268	1.153
32	200	3658	14.29	0.815	0.268	1.153
33	300	3640	14.29	0.815	0.402	0.768
34	300	3650	14.29	0.815	0.402	0.768
35	300	3640	13.35	0.761	0.402	0.768

36	300	3640	13.85	0.789	0.402	0.768
37	300	3640	13.85	0.789	0.402	0.768
38	300	3640	13.85	0.789	0.402	0.768
39	300	3640	13.85	0.789	0.402	0.768
40	300	3640	14.01	0.799	0.402	0.768
41	400	3600	14.01	0.799	0.536	0.576
42	400	3600	14.12	0.805	0.536	0.576
43	400	3618	13.85	0.789	0.536	0.576
44	400	3600	13.85	0.789	0.536	0.576
45	400	3600	13.85	0.789	0.536	0.576
46	400	3600	13.53	0.771	0.536	0.576
47	400	3600	13.85	0.789	0.536	0.576
48	400	3600	13.85	0.789	0.536	0.576
49	400	3618	13.42	0.765	0.536	0.576
50	400	3600	13.85	0.789	0.536	0.576
51	500	3591	13.15	0.75	0.67	0.461
52	500	3591	13.15	0.75	0.67	0.461
53	500	3591	13.15	0.75	0.67	0.461

54	500	3540	13.15	0.75	0.67	0.461
55	500	3540	12.65	0.721	0.67	0.461
56	500	3540	12.65	0.721	0.67	0.461
57	500	3540	12.65	0.721	0.67	0.461
58	500	3540	12.65	0.721	0.67	0.461
59	500	3540	13.15	0.75	0.67	0.461
60	500	3540	13.15	0.75	0.67	0.461
61	500	3540	13.15	0.75	0.67	0.461
62	500	3540	13.15	0.75	0.67	0.461
63	500	3540	13.15	0.75	0.67	0.461
64	500	3540	12.15	0.693	0.67	0.461
65	500	3500	12.14	0.692	0.67	0.461
66	500	3500	12.15	0.693	0.67	0.461
67	500	3500	12.14	0.692	0.67	0.461
68	500	3500	13.02	0.742	0.67	0.461
69	500	3500	12.14	0.692	0.67	0.461
70	500	3500	12.14	0.692	0.67	0.461
71	500	3500	12.14	0.692	0.67	0.461
72	600	3490	11.05	0.63	0.804	0.384

73	600	3490	11.05	0.63	0.804	0.384
74	600	3490	12.05	0.687	0.804	0.384
75	600	3490	11.05	0.63	0.804	0.384
76	600	3490	12.5	0.713	0.804	0.384
77	600	3490	12.5	0.713	0.804	0.384
78	600	3490	11.05	0.63	0.804	0.384
79	600	3490	11.05	0.63	0.804	0.384
80	600	3490	11.05	0.63	0.804	0.384
81	600	3490	11.15	0.636	0.804	0.384
82	600	3524	11.3	0.644	0.804	0.384
83	600	3490	11.5	0.656	0.804	0.384
84	600	3490	11.45	0.653	0.804	0.384
85	600	3524	11.05	0.63	0.804	0.384
86	600	3524	11.05	0.63	0.804	0.384
87	600	3490	11.05	0.63	0.804	0.384
88	700	3497	9.8	0.559	0.938	0.329
89	700	3497	9.8	0.559	0.938	0.329
90	700	3497	9.54	0.544	0.938	0.329

91	700	3450	9.54	0.544	0.938	0.329
92	700	3450	9.54	0.544	0.938	0.329
93	700	3450	9.5	0.542	0.938	0.329
94	700	3450	9.83	0.56	0.938	0.329
95	700	3450	9.35	0.533	0.938	0.329
96	700	3445	9.8	0.559	0.938	0.329
97	700	3450	9.8	0.559	0.938	0.329
98	800	3430	8.57	0.488	1.072	0.288
99	800	3430	8.57	0.488	1.072	0.288
100	800	3430	8	0.456	1.072	0.288
101	800	3430	8.57	0.488	1.072	0.288
102	800	3430	8.35	0.476	1.072	0.288
103	800	3430	8.5	0.485	1.072	0.288
104	800	3430	8.57	0.488	1.072	0.288
105	800	3430	8.57	0.488	1.072	0.288
106	800	3430	8.57	0.488	1.072	0.288
107	800	3430	8	0.456	1.072	0.288
108	900	3400	6.81	0.388	1.206	0.256
109	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256

110	900	3454	7.15	0.408	1.206	0.256
111	900	3454	7.15	0.408	1.206	0.256
112	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256
113	900	3454	7.54	0.43	1.206	0.256
114	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256
115	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256
116	900	3400	7.54	0.43	1.206	0.256
117	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256
118	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256
119	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256
120	900	3400	7.26	0.414	1.206	0.256

BIODATA



Auliya Rahmatika yang biasa dipanggil “Tika” ini merupakan mahasiswa dari daerah Gresik. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Sidomoro 2 Gresik, SMPN 2 Gresik, Dan SMAN 1 Manyar Gresik. Pada tahun 2015 penulis mengikuti test ujian D3 ITS dan diterima pada jurusan D3 Teknik Instrumentasi ini. Apabila ada pertanyaan mengenai tugas akhir penulis dapat menghubungi :

Hp : 081259967736

Email:

Auliyarahmatika@gmail.com