

**PURWARUPA SISTEM MONITORING TANGKI BAHAN BAKAR
GENSET PADA STO DENGAN METODE SENSING AKUMULASI
KECEPATAN FLUIDA**

(STUDI KASUS PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA)

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Fahmi Farizal

NIM: 125150300111002



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

PENGESAHAN

PURWARUPA SISTEM MONITORING TANGKI BAHAN BAKAR GENSET PADA STO
DENGAN METODE SENSING AKUMULASI KECEPATAN FLUIDA
(STUDI KASUS PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA)

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Fahmi Farizal
NIM: 125150300111002

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
4 Januari 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing 2

Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T
NIK. 201405 881229 1 001

Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T
NIK. 201208 761201 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.H, Ph.D.
NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 4 Januari 2019



Fahmi Farizal

NIM: 125150300111002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa, karena Rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun maksud penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menempuh ujian Sarjana Komputer pada Fakultas Ilmu Komputer. Judul skripsi yang disusun adalah: "Purwarupa Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Genset pada STO Dengan Metode Sensing Akumulasi Kecepatan Fluida (Studi Kasus PT. Telekomunikasi Indonesia)".

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari peran bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Allah Swt. Yang telah memberikan kesehatan jasmani maupun rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang yang senantiasa menjadikan Filkom menjadi lebih baik
3. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk memiliki akhir yang baik.
4. Bapak Dahniel Syauqy, S.T, M.T, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer yang selalu memberikan teladan dan semangat kepada para mahasiswanya.
5. Bapak Moch. Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T selaku pembimbing 1 skripsi dan Bapak Gembong Edhi, S.T, M.T selaku pembimbing 2 skripsi yang selalu memberi bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh civitas akademika Filkom yang selalu memberikan motivasi, dukungan, doa, serta bantuan sampai terselesaikannya skripsi ini.
7. Orang tua penulis yang senantiasa mendoakan dan membina penulis. Anisa Nur Hidayati dan buah hati yang dikandungnya sebagai penyemangat dan pendukung penulis didalam segala aspek kehidupan.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun atas skripsi ini untuk penelitian lebih baik selanjutnya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, 4 Januari 2019

Penulis

the.tribalist354@gmail.com

ABSTRAK

Fahmi Farizal, Purwarupa Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Genset Pada STO Dengan Metode Sensing Akumulasi Kecepatan Fluida (Studi Kasus PT. Telekomunikasi Indonesia)

Pembimbing: Moch. Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T dan Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T

Sentral Telepon Otomatis (STO) adalah salah satu perangkat komunikasi milik PT. Telekomunikasi Indonesia untuk menghubungkan atau mendistribusikan data dari suatu daerah ke daerah lain. STO memiliki fungsi yang vital. Karena jika sebuah STO mati akan mempengaruhi pendistribusian data yang melewati STO tersebut. Sehingga, ketersediaan tenaga dari *power supply* dari STO harus sangat diperhatikan juga ditambah dengan power supply cadangan.

Salah satu sumber *power supply* cadangan yang digunakan PT. Telkom adalah genset. Genset PT. Telkom memiliki tangki cadangan yang berfungsi menyimpan bahan bakar yang digunakan dalam 1 bulan. Namun, PT. Telkom tidak memiliki sistem pengukuran tangki tersebut sehingga berpotensi terjadi pencurian. Terlebih STO yang PT. Telkom gunakan berada di tempat yang jauh dari Kantor Cabang tempat *engineering* mengawasi STO- STO tersebut.

Atas permasalahan tersebut, penulis melakukan sebuah penelitian memanfaatkan teknologi untuk mengukur bahan bakar yang hasilnya bisa dipantau melalui database sehingga mempermudah *engineering* dalam melihat volume bahan bakar yang tersisa di tangki cadangan. Penulis mengaplikasikan sebuah *mini pc* bertipe Arduino UNO sebagai inti dari sistem yang ditambahkan sebuah ethernet shield yang berfungsi sebagai perantara pengirim data melalui kabel ethernet. Penulis menggunakan 2 buah water flow sensor untuk mengukur volume dari bahan bakar.

Alur kerja sistem ini dimulai dari mengakumulasi aliran per detik dari hasil pengukuran kedua sensor. Dari proses ini dapat diperoleh hasil pengukuran yang bisa dikalibrasi sehingga hasil pengukuran memiliki akurasi tinggi. Hasil akumulasi dari kedua sensor merupakan jumlah volume masuk dan keluar dari tangki cadangan yang selisihnya merupakan volume bahan bakar yang berada pada tangki cadangan. Hasil pengukuran dikirimkan melalui pemanggilan PHP yang kemudian disimpan di dalam MySQL.

Pada penelitian kali ini, penulis menilai bahwa penggunaan *mini pc* dan *ethernet shield* memungkinkan sistem untuk berkomunikasi melalui jaringan kabel *ethernet*. Namun diperlukan *mini PC* dengan spesifikasi lebih tinggi untuk meningkatkan performa dari sistem dan kecepatan pengiriman data. Hal ini juga berlaku untuk penggunaan water flow sensor agar sistem dapat mendeteksi aliran bahan bakar yang lebih besar.

Kata kunci: *water flow sensor*, Arduino UNO, *ethernet shield*, MySQL, volume

ABSTRACT

Fahmi Farizal, Monitoring System Prototye of Genset's Fuel Tank with Accumulation Sensing of Liquid Speed Method (Study Case PT. Telekomunikasi Indonesia)

Supervisors: Moch. Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T and Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T

Sentral Telepon Otomatis (STO) is a one of many communication structure belongs to PT. Telekomunikasi Indonesia with purpose to connecting or distributing data from one area to another area. STO have a important purpose. Because, when a STO is down it will be disturbing data distribution to/from another STO. So, availability of power source from primary and secondary power supply is very important

One of secondary PT. Telkom's STO power supply is a Genset. PT. Telkom's Genset have a secondary fuel tank for saving fuel for 1 month. Unfortunetely, PT. Telkom haven't tank measuring system, that giving a chance for fuel to stealed. Also, many PT. Telkom's STO is far away from engineering base in the middle of city.

On some of this considerations, the author conducted a research using technology to measuring fuel and send the result into database so the user can easier monitor the result of measuring in the secondary tank. The author applied a mini-pc with the type of Arduine UNO as the core of the system and feature it with ethernet shield that works for mediator of communication data within database and a measuring system. Also, the author using 2 water flow sensor for measuring liquid flow that through the sensor.

The beginning of system is accumulating liquid per second that through 2 sensors. Result of this process, user can obtain result of measuring that can be calibrated so the result have higher accuracy. Result of accumulation of 2 sensors is volume to secondary tank and volume from secondary tank. The difference of two accumulation is a volume in the secondary tank. Then, result of measuring sent to the database with PHP called-self function and saved in the mySQL.

In this research, the author were able to assess that use mini pc and ethernet shield can enable the system to communicated through ethernet wire network. However, it needed mini PC with higher specifications to improve system performance and speed up transmission data. This also applies to the use of water flow sensors for the system to measuring higher flow of fuel.

Key words: *water flow sensor, Arduino UNO, ethernet shield, mySQL, volume*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan masalah	2
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Landasan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	4
2.2.1 Metode Pengukuran Fluida.....	4
2.2.2 Metode <i>Flow Rate/Turbine Type</i> dalam Pengukuran	5
2.2.3 Water Flow Sensor	6
2.2.4 Konversi Kecepatan Aliran	6
2.2.5 Arduino UNO R3.....	7
2.2.6 Arduino Ethernet Shield.....	9
2.2.7 Database MySQL	9
2.2.8 Tangki	10
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Diagram Blok.....	12



3.2 Identifikasi Masalah	12
3.3 Studi Literatur	13
3.4 Analisis Kebutuhan Sistem.....	13
3.4.1 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional	13
3.4.2 Analisis Kebutuhan Fungsional	14
3.5 Perancangan	14
3.6 Implementasi	15
3.7 Pengujian dan Analisis	15
3.8 Pengambilan Kesimpulan dan Saran	15
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	16
4.1 Deskripsi Umum.....	16
4.1.1 Prespektif Sistem.....	16
4.1.2 Karakteristik Pengguna	16
4.1.3 Lingkungan Operasi.....	16
4.1.4 Batasan Perancangan dan Implementasi.....	16
4.1.5 Asumsi dan Ketergantungan	17
4.2 Rekayasa Kebutuhan.....	17
4.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	17
4.2.2 Kebutuhan Non-fungsional	18
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	20
5.1 Perancangan Sistem.....	20
5.1.1 Perancangan Perangkat Keras	21
5.1.2 Perancangan Perangkat Lunak.....	22
5.2 Implementasi Sistem	24
5.2.1 Implementasi Perangkat Keras	24
5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak.....	26
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA	29
6.1 Pengujian Sensor & Analisa	29
6.1.1 Sensor Masuk	29
6.1.2 Sensor Keluar	32
6.2 Pengujian Pengiriman Data	34
6.2.1 Tujuan Pengujian.....	34

6.2.2 Alat Pengujian	34
6.2.3 Langkah Pengujian	34
6.2.4 Hasil dan Analisa	35
BAB 7 PENUTUP	36
7.1 Kesimpulan.....	36
7.2 Saran	36
DAFTAR REFERENSI	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino	8
Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras	18
Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	19
Tabel 5.1 Skema <i>Wiring Pin</i> Arduino dan Sensor.....	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino UNO	8
Gambar 2.2 Arduino <i>Ethernet Shield</i>	9
Gambar 2.3 Halaman Muka MySQL	10
Gambar 2.4 Tangki Bulanan PT. Telkom	10
Gambar 2.5 Miniatur Tangki dengan Kapasitas 1 Liter	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian	12
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem	14
Gambar 5.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem	20
Gambar 5.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem (Lanjutan)	21
Gambar 5.2 Skema Rangkaian Sensor dan Arduino	22
Gambar 5.3 Diagram Alir Program Arduino	23
Gambar 5.4 Diagram Alir <i>File</i> PHP	24
Gambar 5.5 Rangkaian Sistem Keseluruhan Tampak Samping	25
Gambar 5.6 Rangkaian Keseluruhan Tampak Samping Depan	25
Gambar 5.7 Set Instruksi <i>Ethernet Setting</i>	26
Gambar 5.8 Set Instruksi Menerima Sinyal Sensor	26
Gambar 5.9 Menghitung Sinyal Menjadi Data Volume	27
Gambar 5.10 Set Instruksi Untuk Memanggil <i>File</i> PHP	27
Gambar 5.11 Autentifikasi dan Koneksi dengan Database	27
Gambar 5.12 Menerima Data dari Arduino UNO	28
Gambar 5.13 Menghitung Volume Selisih	28
Gambar 5.14 Menyimpan Data ke dalam Database	28
Gambar 6.1 Gelas Ukur Rumah Tangga	29
Gambar 6.2 Potongan Hasil Pengiriman Data dari Sistem ke Database	35

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Metode Pengukuran yang Sering Digunakan Dunia Industri	5
Grafik 6.1 Hasil Pengukuran Sensor 1 Dengan Air 100ml	30
Grafik 6.2 Hasil Pengukuran Sensor 1 Dengan Air 150ml	31
Grafik 6.3 Hasil Pengukuran Sensor 1 Dengan Air 200ml	31
Grafik 6.5 Hasil Pengukuran Sensor 2 dengan Air 150ml	33
Grafik 6.6 Hasil Pengukuran Sensor 2 dengan Air 200ml	34



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A SOURCE CODE ARDUINO	39
LAMPIRAN B FILE PHP	43



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sentral Telepon Otomatis (atau sering disebut STO), merupakan salah satu sarana komunikasi dari PT. Telekomunikasi Indonesia untuk pendistribusian data dari suatu area ke area yang lain. Adapun perangkat yang terdapat pada STO antara lain *cabinet rack* sebagai tempat menyambungkan kabel *Fiber Optic* (FO) primer dengan kabel FO dari sentral komunikasi, *Automatic Voltage Regulator* (AVR), baterai yang berfungsi sebagai cadangan *power supply* jangka pendek, dan genset sebagai *power supply* cadangan jangka panjang ketika daya utama tidak memadai dalam memenuhi kebutuhan STO tersebut. STO juga merupakan distributor data dari Telkom menuju masing-masing *end-user*.

Fungsional dari STO sangatlah penting. Karena jika sebuah STO dari suatu area tidak berfungsi, maka akan menyebabkan lalu lintas data di area tersebut, akan terganggu dan dampak yang lebih besar adalah terganggunya lalu lintas data dari satu area ke area yang lain. Dalam menanggulangi masalah di bidang daya, STO memiliki 2 cadangan *power supply*, yaitu baterai dan genset yang pembagian kinerjanya diatur oleh perangkat AVR.

Genset berkerja menggunakan bahan bakar minyak (BBM) dan memiliki 2 tangki BBM (harian dan bulanan) sebagai tempat cadangan minyak yang dibutuhkan ketika beroperasi. Namun, dengan peran genset yang begitu penting, Telkom tidak memiliki monitoring secara online untuk mengukur bahan bakar tangki tersebut. Semua variabel yang menjadi faktor penting dari sebuah STO dapat dipantau melalui OSASE (*Operation Supervisory and Alert System for Electrical*). Hanya level bahan bakar saja yang dipantau secara manual. Akibatnya, *Civil Mechanical Electrical* (CME, teknisi bagian *maintenance* STO) harus secara rutin memeriksa jumlah dan mengisi bahan bakar dari STO dengan cara datang ke satu per satu STO dan mengisi tangki cadangan bahan bakar. Dengan cara ini masih terdapat potensi terjadinya pencurian bahan bakar dikarenakan pemantuan yang bersifat manual dan banyaknya jumlah STO yang ada bahkan beberapa berada di daerah pelosok.

Solusi yang ditawarkan dari permasalahan tersebut adalah dengan membuat sebuah sistem informasi menggunakan *water flow sensor* sebagai penghitung jumlah volume pada tangki bahan bakar. Dengan cara ini, CME hanya perlu melakukan monitoring dari OSASE, yang kemudian ketika diketahui adanya bahan bakar yang harus diisi, CME bisa langsung menuju lokasi dan mengisi bahan bakar ke tangki. Dengan cara ini juga bisa menghindari pencurian bahan bakar. Karena apabila genset tidak aktif namun bahan bakar berkurang, menandakan adanya pencurian bahan bakar di STO tersebut.

Water flow sensor merupakan sensor yang terintegrasi dengan magnet yang mana setiap perputaran rotornya memberikan sinyal pulsa. Dengan suatu persamaan tertentu, sinyal pulsa tersebut dapat dikonversikan menjadi volume liter dari benda cair yang melewatinya (Iyegar, 2016).

Cara kerja sensor adalah dengan mengakumulasi kecepatan fluida yang melaluinya. Cara kerja dari sistem ini adalah dengan menempatkan 2 buah sensor pada saluran masuk dan saluran keluar tangki bahan bakar. Sehingga, ketika tangki diisi, maka akan diketahui jumlah volume pengisiannya, ketika bahan bakar keluar dari tangki akan diketahui jumlah volume yang berkurang dan status volume dari tangki tersebut bisa di monitoring dengan mudah. 2 sensor tersebut dihubungkan dengan *mini PC* yang kemudian data dari sensor diolah, ditampilkan sebagai monitoring dalam database. Dari database tersebut dapat diketahui berapa volume yang tersisa di dalam tangki bahan bakar.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan permasalahan yang diangkat pada bagian latar belakang, maka rumusan masalah dikhususkan pada:

1. Bagaimana cara mengukur volume bahan bakar menggunakan metode akumulasi kecepatan fluida?
2. Bagaimana cara mengetahui jumlah volume dari tangki bahan bakar dengan 2 sensor?
3. Bagaimana cara menyimpan hasil dari *sensing* kedua sensor untuk digunakan sebagai monitoring?

1.3 Tujuan

Tujuan :

1. Menerapkan algoritma untuk mengakumulasi kecepatan fluida menjadi volume.
2. Menerapkan metode akumulasi untuk mengetahui status volume dari tangki bahan bakar.
3. Menerapkan PHP sebagai protokol pengirim hasil dari pengukuran volume sensor.

1.4 Manfaat

Menyediakan purwarupa sistem dari sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur volume fluida menggunakan metode akumulasi kecepatan fluida bahan bakar yang bisa diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari yang langsung disimpan di dalam database berupa *mysql*.

1.5 Batasan masalah

1. Sistem merupakan purwarupa dari sistem informasi yang terdapat pada STO berupa pengukur volume bahan bakar saja.
2. Sensor yang digunakan pada sistem pengukuran volume ini berjumlah 2 yang terdapat pada saluran masuk dan saluran keluar tangki bahan bakar bulanan.

3. Perangkat yang digunakan sebagai *module analog* dan pengolah data hingga menjadi *mini PC* adalah Arduino.
4. *Range* kecepatan air 0.6-6 liter/menit.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika pembahasan ditunjukkan untuk memberikan gambaran dan uraian dari penulisan skripsi ini secara garis besar yang meliputi beberapa bab, sebagai berikut :

- Bab I : Pendahuluan
Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika pembahasan.
- Bab II : Kajian Pustaka dan Dasar Teori
Menguraikan tentang dasar teori dan referensi yang mendasari rancang bangun monitoring alat pengukur tersebut.
- Bab III : Metode Penelitian
Menguraikan tentang metode dan langkah kerja yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir yang terdiri dari studi literatur, perancangan sensor, implementasi alat, pengujian dan analisis serta pengambilan kesimpulan dan saran.
- Bab IV : Rekayasa Kebutuhan
Menguraikan kebutuhan sistem baik dari sisi fungsional maupun non-fungsional, dari sisi perangkat lunak maupun perangkat keras.
- Bab V : Perancangan dan Implementasi
Membahas analisis kebutuhan dan perancangan alat ini sesuai dengan dasar teori dan literatur yang ada.
- Bab VI : Hasil Penelitian dan Analisa
Memuat hasil yang diperoleh dari perancangan dan analisa apa yang menjadi kekurangan dari sistem.
- Bab VII : Penutup
Memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian alat pengukur yang dikembangkan dalam skripsi ini serta saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini membahas tentang kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan untuk menunjang penulisan skripsi “Purwarupa Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Genset Pada STO Dengan Metode Sensing Akumulasi Kecepatan Fluida (Studi Kasus PT. Telekomunikasi Indonesia)”

2.1 Landasan Pustaka

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa jurnal sebagai sumber referensi yang mendukung teori yang digunakan. Jurnal yang pertama adalah jurnal yang berjudul “Peningkatan Efisiensi Sistem Pendistribusian Air Dengan Menggunakan IoT” (Sirait, et al., 2017), jurnal yang kedua yang berjudul “Clean Water Billing Monitoring System Using Flow Liquid Meter Sensor and SMS Gateway” (Fahmi, et al., 2017), dan jurnal yang terakhir yang berjudul “The Water Flow Monitoring Module” (Iyegar, 2016). Ketiga jurnal tersebut membahas tentang metode *flow rate* sebagai pengukuran volume benda cair dengan tujuan yang berbeda. Namun, ketiga jurnal yang digunakan sebagai referensi tidak memiliki sistem penyimpanan informasi volume ke dalam database. *Output* yang dihasilkan dari penelitian ketiga jurnal tersebut hanya berupa otomasi dan informasi penghitungan sekilas dari sistem yang dibuat.

2.2 Dasar Teori

Berdasarkan literatur-literatur yang telah didapatkan terdapat beberapa teori yang dapat dijadikan dasar untuk mendukung penelitian ini. Dasar-dasar teori tersebut antara lain adalah :

2.2.1 Metode Pengukuran Fluida

Didalam pengukuran fluida, terdapat beberapa jenis pengukuran yang sering digunakan baik di dalam dunia industri, medis, perminyakan maupun rumah tangga. Bahkan di dunia medis, pengukuran fluida memiliki peranan yang sangat penting karena dibutuhkan ketepatan ukuran pada saat membuat komposisi obat. Menurut (Ali, et al., 2015), pemilihan metode pengukuran yang tidak tepat dapat menyebabkan hilangnya keuntungan dan mendapatkan kerugian. Menurut (Sood, et al., 2013), terdapat berbagai macam metode pengukuran fluida, yang sering digunakan antara lain adalah metode *orifice plate*, *thermal mass*, *electromagnetic*, *coriolis mass*, *vortex*, dan *ultrasonic*. Metode pengukuran memiliki banyak tujuan seperti untuk data dari sebuah sistem kontrol, proses analisa, pendapatan akuntansi, dan konsumsi (Medeiros, et al., 2016). Perbedaan dalam penerapan dan metode yang digunakan di dalam pengukuran menjadikan pengukuran *flow rate* memiliki banyak jenis. Sebagian besar, faktor yang mempengaruhi jenis pengukuran yang digunakan adalah kondisi fisik cairan, akurasi, rentang penggunaan, biaya, kesulitan, mudah dibaca, keawetan, dan prinsip yang digunakan di dalam pengukuran.

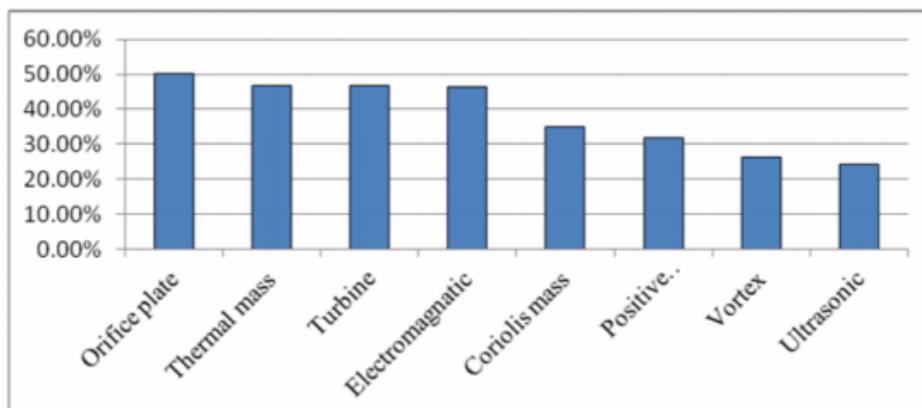
Namun, masing-masing metode pengukuran masih memiliki kekurangan di dalam satu jenis dengan jenis yang lain. Sehingga masih banyak dibutuhkan penelitian untuk meningkatkan faktor pengukuran yang dibutuhkan. Beberapa contoh pengukuran *flow rate* seperti penggunaan gelombang radio pada pipa, penggunaan sensor optik, pengukuran menggunakan kipas turbin, menggunakan *water flow sensor*, dsb. Diantara metode-metode tersebut, metode yang paling murah, mudah diaplikasikan, mudah didapatkan, dan mudah dibaca adalah dengan menggunakan *water flow sensor* (Sood, et al., 2013).

Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh (Guo, et al., 2015) yang berjudul “*A cylindrical cavity sensor for liquid water content measurement*” merupakan salah satu penelitian yang menggunakan metode pengukuran *flow rate* yang menggunakan resonansi gelombang mikro. Pengukuran ini memiliki akurasi pengukuran yang tinggi. Namun, biaya yang dibutuhkan untuk pengaplikasian cukup tinggi. Juga metode pengukuran ini tergolong pengukuran *flow rate* yang rumit dibanding dengan metode yang lain.

Penelitian yang serupa tentang pengukuran *flow rate* seperti yang dilakukan oleh (Jaiswal, et al., 2017), mereka menggunakan metode pengukuran yang menggunakan prinsip masa jenis cairan dari 2 tangki yang dibandingkan. Keuntungan dari pengukuran ini adalah akurasi pengukuran yang tinggi. Namun biaya yang dibutuhkan juga banyak dan selain itu, cairan yang dihitung harus dalam jumlah yang banyak. Metode pengukuran tidak cocok digunakan untuk mengukur volume yang sedikit.

2.2.2 Metode *Flow Rate/Turbine Type* dalam Pengukuran

Pengukuran *flow rate/turbine type* merupakan salah satu metode pengukuran volume cairan yang sering digunakan di dalam kehidupan sehari-hari. Pada dasarnya, semua metode pengukuran memiliki akurasi yang cukup tinggi. Dengan mempertimbangkan faktor lain selain akurasi, pemilihan metode pengukuran kini didasarkan pada kebutuhan, kemudahan di dalam kalibrasi, kemudahan di dalam instalasi, serta harga yang murah. Berikut adalah grafik yang diperoleh (Sood, et al., 2013) yang menunjukkan metode pengukuran yang sering digunakan oleh industri.



Grafik 2.1 Metode Pengukuran yang Sering Digunakan Dunia Industri

Terlihat di dalam grafik, *turbine type* menduduki posisi ketiga yang sering digunakan oleh industri. Karena *turbine type* mudah untuk diaplikasikan dan memiliki harga yang murah, serta mudah untuk dikalibrasikan. Penggunaan metode pengukuran fluida bisa memiliki hasil yang akurat jika secara rutin dikalibrasikan (Chun, et al., 2017). Hal inilah yang menjadi dasar penulis menjadikan metode *flow rate/turbine type* untuk digunakan sebagai penyelesaian masalah. Alat pengukur *flow rate* lebih efektif untuk mengukur kecepatan aliran air dibanding alat pengukur mekanik dalam aspek akurasi pengukuran yang tinggi, daya tahan yang lama, dan mendukung *Automatic Meter Reading* (AMR) yang mengurangi kesalahan manusia dalam mengukur dan memonitoring (Garmabdari, et al., 2015).

2.2.3 Water Flow Sensor

Water flow sensor merupakan sensor yang berupa rotor. Sensor ini merupakan salah satu alat yang menerapkan pengukuran *flow rate/turbine type*. Cara kerjanya adalah ketika rotor berputar, membuat perbedaan kecepatan atau aliran benda cair yang melewatinya yang kemudian memberikan output berupa sinyal pulsa. Sensor ini mudah diaplikasikan dan memiliki harga yang murah jika dibandingkan dengan metode pengukuran *flow rate* yang lain. Selain itu, sensor ini memiliki akurasi yang cukup tinggi yang bisa dikalibrasikan. Dan *water flow sensor* bisa mengukur aliran dari cairan yang sangat kecil, disesuaikan dengan sensor yang digunakan pada sistem pengukuran (Biswal, et al., 2018).

Ukuran dari *water flow sensor* beragam, sesuai dengan kebutuhan dan besar pipa aliran dari benda cair yang diukur. Ukuran yang saat ini tersedia di pasaran adalah $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, dan 1. Semakin besar angka ukurannya semakin besar pula ukuran pipa pengukur dari *water flow sensor*.

Selain ukuran, *water flow sensor* juga memiliki varian berdasarkan bahan dasar yang digunakan. Yaitu yang berbahan plastik dan aluminium/kuningan. Secara fungsional sama hanya saja yang terbuat dari kuningan atau metal memiliki ketahanan yang lebih baik.

Terdapat faktor yang mempengaruhi kinerja dari *water flow sensor*. Seperti tekanan dan jenis cairan yang diukur. Namun pada percobaan kali ini sepenuhnya mengabaikan jenis cairan dan tekanan pada alat. Pada dasarnya alat tidak dapat berkerja dengan maksimal jika aliran yang dihitung sangatlah kecil. Sehingga sensor harus sesuai dengan kebutuhan atau penggunaan. Jika aliran yang diukur kecil maka sensor dan saluran yang digunakan juga harus kecil. Namun, jika aliran yang diukur besar maka sensor dan saluran yang digunakan juga harus besar.

2.2.4 Konversi Kecepatan Aliran

Terdapat 2 jenis konversi yang digunakan, yaitu konversi dari sinyal pulsa menjadi nilai volume dan konversi dari volume mililiter per detik menjadi liter per detik. Adapun pembahasan konversi akan dibahas di sub bab berikut.

2.2.4.1 Konversi dari Sinyal Pulsa Menjadi Liter per Jam

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode pengukuran *flow rate/turbine type* yang menghasilkan sinyal pulsa per menitnya. Aliran yang melewati sensor menggerakkan rotor sehingga terjadi perbedaan kecepatan rotor. Semakin cepat rotor maka semakin besar aliran yang melewati sensor per detiknya. *Water flow sensor* merupakan sensor yang menerapkan metode tersebut. Sehingga, hasil pengukuran sensor masih berupa sinyal pulsa yang memiliki satuan *Hertz*. Adapun konversi sinyal pulsa menjadi satuan Liter per Jam adalah sebagai berikut:

$$V = K * P \quad (2.1)$$

Keterangan :

V = *Flow rate* / Voume total dalam satuan liter per jam

K = Konstanta yang nilainya dapat diubah berdasarkan kebutuhan untuk mendapatkan hasil kalibrasi yang akurat.

P = frekuensi pulsa sensor di dalam 1 menit.

Jika frekuensi pulsa alat adalah $7,5Q$ atau $7,5\text{Hz}/\text{menit}$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$V = K * Q/7,5 \quad (2.2)$$

Keterangan :

V = volume total liter per jam

K = konstanta yang niainya dapat diubah berdasarkan kebutuhan untuk mendapatkan hasil kalibrasi yang akurat

Q = sinyal frekuensi pulsa

2.2.4.2 Konversi dari Liter per Jam Menjadi Miliiter per Detik

Dalam alat pengukur ini menghasilkan output berupa status kecepatan aliran benda cair yang melewati sensor dengan satuan milliliter per detik. Untuk itu, perlu digunakan rumus konversi dari satuan milliliter per detik menjadi liter per menit. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V1 = V0 * 1000/3600 \quad (2.3)$$

Keterangan :

$V1$: hasil konversi (mililiter per detik)

$V0$: hasil pembacaan data awal (liter per jam)

2.2.5 Arduino UNO R3

Arduino merupakan merupakan salah satu penyedia perangkat *prototyping* yang menggunakan *software* dan *hardware* yang mudah digunakan. Arduino memiliki perangkat berupa *board* berbasis *microcontroller* yang bisa diisi dengan

set of instruction sehingga arduino bisa menjadi dasar dari sebuah *embedded system*. Dalam penelitian ini, kita menggunakan Arduino UNO sebagai *mini PC*. Untuk melakukan hal tersebut, Arduino memiliki bahasa pemrogramannya sendiri dan Arduino IDE untuk melakukan *download* ke dalam *board* Arduino (Arduino, 2015).



Gambar 2.1 Arduino UNO

Sumber (Arduino, 2015)

Arduino UNO merupakan board berbasis *microcontroller* Atmega328P. memiliki 14 pin *input/output digital*, 6 pin *analog input*, 16 MHz quartz crystal, port USB, jack sumberdaya, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Selain itu, Arduino UNO juga memiliki 2 pin interupsi yang digunakan untuk menghentikan dan mengulang program yang dijalankan berulang-ulang seperti yang digunakan pada penelitian kali ini (Azhari & Soeharwinto, 2015).

Berikut adalah tabel spesifikasi dari Arduino UNO

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino

Parameter	Spesifikasi
Mikrocontroller	ATmega328P
Voltase pengoperasian	5V
Voltase masukkan (yang disarankan)	7-12V
Voltase masukkan (batas)	6-20V
Pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Pin I/O digital PWM	6
Pin input analog	6

Arus DC pada pin I/O	20 mA
Arus DC pada pin 3,3V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328P) 0,5 KB diantaranya untuk bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz

2.2.6 Arduino Ethernet Shield

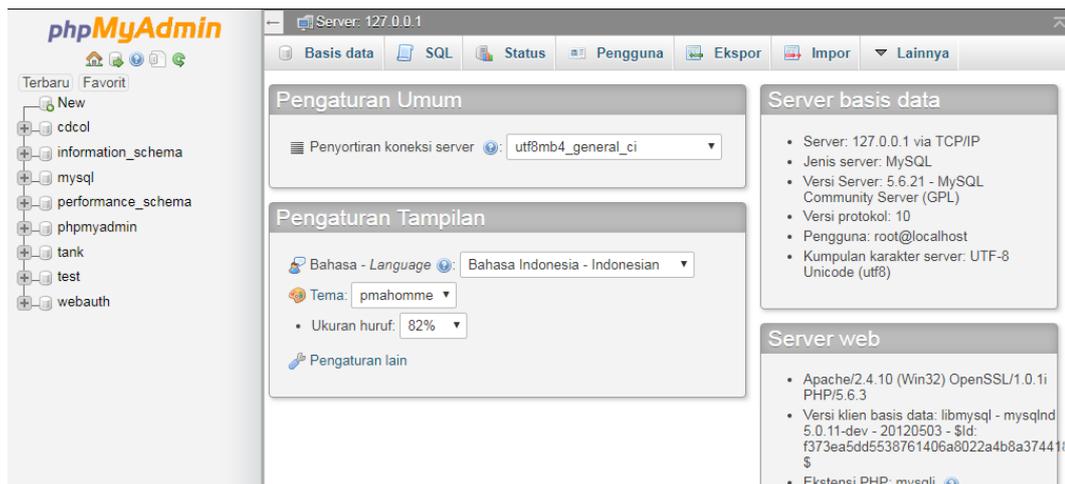
Arduino Ethernet Shield merupakan tambahan dari rangkaian Arduino UNO R3 berupa *Ethernet shield* yang berfungsi sebagai penghubung Arduino dengan jaringan kabel yang diwakili oleh adanya port Ethernet atau RJ45 berkapasitas 10/100Mb. Selain itu, Arduino Ethernet Shield juga memiliki slot microSD yang bisa digunakan untuk menyimpan data yang digunakan dalam pelayanan jaringan (Ciptaningtyas, et al., 2015).



Gambar 2.2 Arduino *Ethernet Shield*

2.2.7 Database MySQL

MySQL merupakan salah satu *platform* database yang umum digunakan. Meskipun memiliki kelemahan pada sistem yang minimal, fungsi yang sederhana, dan performa yang kurang, namun MySQL tidak perlu membayar untuk lisensinya, bersifat *open-source* atau mudah dikembangkan, memiliki fungsi yang sama dengan database pada umumnya, dan memiliki fungsi dasar database (Stroe, 2011). Dengan beberapa keuntungan tersebut, pemilihan MySQL sebagai database adalah hal yang tepat.



Gambar 2.3 Halaman Muka MySQL

2.2.8 Tangki

Terdapat tangki cadangan yang digunakan oleh PT. Telekomunikasi Indonesia. Tangki tersebut dapat menampung 3000 liter bahan bakar. Pada dasarnya, PT. Telkom menggunakan 2 tangki, yaitu tangki bahan bakar bulanan dan harian. Tangki bahan bakar bulanan digunakan untuk menampung bahan bakar yang digunakan pada bulan tersebut. Sedangkan tangki harian adalah tangki yang menampung bahan bakar yang digunakan pada hari tersebut.



Gambar 2.4 Tangki Bulanan PT. Telkom

Tangki bulanan digunakan untuk jangka waktu yang lama. Berbeda dengan tangki harian yang habis digunakan pada hari tersebut. Sehingga, tangki bulanan perlu diketahui jumlah volumenya. Adapun di dalam penelitian ini, tangki bulanan dibuat menjadi sebuah miniatur dengan skala 1:3000. Gambar dari miniatur tangki adalah sebagai berikut.



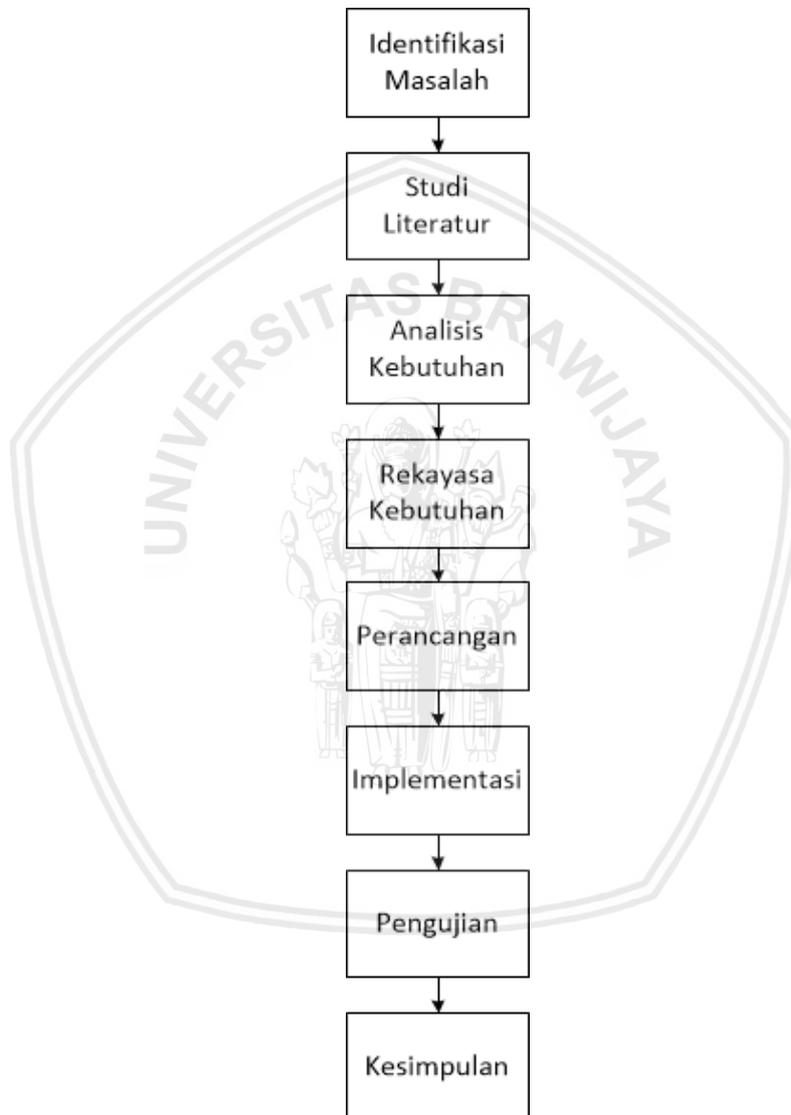
Gambar 2.5 Miniatur Tangki dengan Kapasitas 1 Liter



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Blok

Pada diagram blok ini akan menjelaskan tentang metodologi penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian maupun dalam penulisan skripsi. Adapun gambaran umum tahapan-tahapan metodologi penelitian dapat dilihat dari diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dituliskan untuk mengetahui beberapa hal yang berkaitan dengan performansi yang akan diuji pada sistem. Berikut beberapa identifikasi masalah yang dibutuhkan pada sistem:

1. Bagaimana sensor dapat mengukur volume benda cair yang melewatinya?
2. Bagaimana cara menghitung volume yang terdapat pada tangki menggunakan 2 sensor?
3. Bagaimana cara mengirim dan menyimpan hasil data pengukuran ke dalam database?
4. Bagaimana keseluruhan sistem berjalan?

3.3 Studi Literatur

Studi literatur mempelajari mengenai penjelasan dasar teori yang digunakan untuk menunjang penulisan skripsi. Teori-teori pendukung tersebut diperoleh dari buku, jurnal, artikel, *e-book*, dan dokumentasi project. Teori- teori pendukung tersebut meliputi:

1. Teori pengukuran *flow rate*.
2. *Water flow sensor*
3. MySQL dan PHP
4. Arduino UNO

3.4 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan bertujuan untuk mendapatkan semua kebutuhan yang diperlukan sistem yang akan dibangun dan diuji. Analisis kebutuhan dilakukan dengan mengidentifikasi semua kebutuhan (*requirements*) sistem. Analisis kebutuhan juga dilakukan untuk mengetahui kondisi yang ada pada realitas. Sehingga dapat diketahui implementasi perangkat lunak dan keras yang akan digunakan. Analisis kebutuhan diperoleh dari berbagai sumber seperti internet, buku-buku, dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan pengukuran *flow rate* untuk menghasilkan alat yang sesuai dengan kebutuhan. Analisis kebutuhan terbagi 2, yaitu:

3.4.1 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan yang mendukung dalam penelitian. Berikut beberapa kebutuhan yang diperlukan:

1. Perangkat keras/*Hardware*
 - a. Arduino UNO : sebagai inti sistem / *miniPC*
 - b. *Ethernet Shield* : sebagai pengirim data melalui jaringan
 - c. Tangki : sebagai tempat penampung air
 - d. *Water flow sensor* : untuk mengukur volume
2. Perangkat lunak/*Software*

- a. Xampp : sebagai *control panel* Apache dan mySQL
- b. Arduino IDE : untuk memasukkan set instruksi Arduino

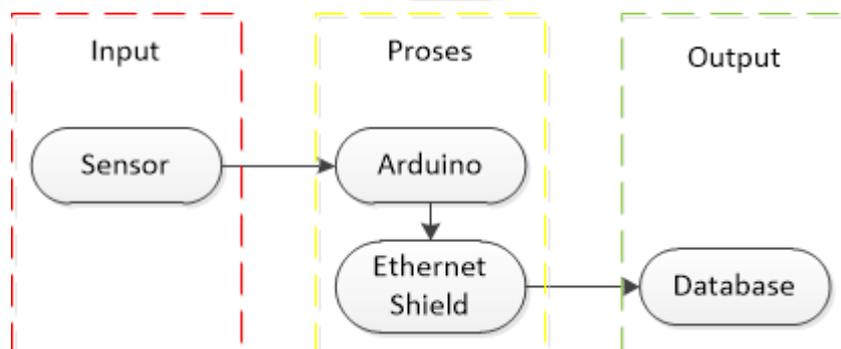
3.4.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

Secara fungsional, sistem diharapkan dapat memenuhi beberapa kebutuhan sebagai berikut.

1. Sistem dapat mengukur volume benda cair yang melewatinya dengan metode pengukuran *flow rate*.
2. *Water flow sensor* yang digunakan mampu mengukur dan dikalibrasi sehingga bisa mendapatkan hasil pengukuran dengan akurasi yang cukup tinggi ($\pm 90\%$)
3. Proses pengolahan data dan pengiriman data menuju database membutuhkan waktu 1 detik.
4. Sistem dapat dirancang dengan bahasa pemrograman yang kompatibel dengan perangkat keras.
5. Sistem mengirimkan hasil pengukuran melalui pemanggilan *file* PHP yang sudah dibuat sebelumnya.
6. Database menyimpan data hasil pengukuran per detik.

3.5 Perancangan

Sistem ini dirancang dengan menggabungkan Arduino UNO dan *ethernet shield* sebagai sistem yang memproses dan menggunakan 2 buah *water flow sensor* sebagai inputan sistem. Karena sistem berupa purwarupa, maka terdapat miniatur corong, tangki, dan saluran keluar yang berasal dari tangki. Hasil pengukuran dari 2 buah sensor kemudian dikirimkan melalui jaringan kabel yang terhubung dengan *ethernet shield*. Hasil pengukuran kemudian diproses dengan menggunakan rumus konversi dari sinyal pulsa menjadi volume kemudian disimpan ke dalam database yang merupakan output dari sistem.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

3.6 Implementasi

Implementasi dari metode *flow rate* pada sistem dimulai dari sensor *water flow* yang digunakan. Pada dasarnya, sensor hanya menghitung jumlah volume yang melewati sensor tersebut dalam 1 detik. Kemudian, hasil penghitungan diakumulasikan sehingga didapatkan volume total dari kurun waktu tertentu. Terdapat 2 buah sensor. Sensor yang pertama digunakan untuk menghitung volume yang masuk ke dalam tangki. Dan sensor yang kedua digunakan untuk menghitung volume keluar dari tangki. Hasil pengukuran dikirim melalui pemanggilan file PHP disertai dengan parameter hasil pengukuran yang kemudian disimpan dan dihitung selisih antara sensor yang pertama dan yang kedua. Selisih dari kedua sensor merupakan volume total yang ada di dalam tangki.

3.7 Pengujian dan Analisis

Pengujian sistem difokuskan untuk mengetahui apakah sistem berjalan sesuai dengan tujuan pembuatan sistem dan apakah data yang dihasilkan oleh sistem memiliki keakuratan yang tinggi. Pengujian dilakukan dengan mengalirkan volume tertentu pada kedua sensor sistem. Kemudian hasil pengukuran kita bandingkan dengan volume yang dimasukkan. Selain itu, juga dilakukan pengujian pengiriman dan penyimpanan untuk mengetahui apakah sistem mengirim dan menyimpan data dengan tepat waktu.

3.8 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian dan analisis dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem yang telah dirancang. Kesimpulan diambil berdasarkan kesesuaian perangkat keras dan perangkat lunak yang menyusun sistem dibandingkan dengan perancangan yang telah dibuat. Selanjutnya, peneliti melakukan perbaikan-perbaikan pada kesalahan-kesalahan yang terjadi pada sistem. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan dan kekurangan yang terjadi dan menyempurnakan penulisan serta sebagai acuan untuk pengembangan sistem berikutnya.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Deskripsi Umum

Bab ini menjelaskan tentang persyaratan minimal di dalam perancangan agar dapat memenuhi implementasi dari alat. Dengan tujuan agar perancangan dan implementasi dapat berjalan dengan baik.

4.1.1 Prespektif Sistem

Sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan apabila sistem dapat mengukur volume benda cair yang melewati sensornya yang kemudian hasil pengukuran tersebut diakumulasikan dan dikirimkan menuju database melalui *ethernet shield*. Terdapat 2 buah *water flow sensor* yang memiliki tugas berbeda. Sensor pertama untuk menghitung volume yang masuk ke dalam tangki dan sensor yang kedua untuk menghitung volume yang keluar dari tangki. Ketika dikirimkan ke database, hasil pengukuran juga dihitung selisihnya untuk menentukan jumlah volume di dalam tangki.

4.1.2 Karakteristik Pengguna

Karakteristik pengguna dari sistem ini adalah Staf *Civil Mechanical Engineering* (CME) yang bertugas untuk memonitoring bahan bakar cadangan dari Sentral Telepon Otomatis (STO) PT. Telekomunikasi Indonesia. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pengguna untuk melihat volume yang terdapat di dalam tangki dan menyimpan hasil pengukuran ke dalam database. Hasil pengukuran volume tersebut kemudian dapat dilihat melalui database berapa volume yang masuk, berapa volume yang keluar, dan berapa volume yang disimpan.

4.1.3 Lingkungan Operasi

Pada penelitian ini, kebutuhan lingkungan untuk beroperasinya sistem agar berkerja dengan maksimal adalah sebagai berikut:

1. Sistem digunakan untuk mengukur volume bahan bakar dari tangki cadangan dari STO PT. Telkom. Sehingga, lingkungan operasi yang dibutuhkan sistem adalah adalah penerapan pada tangki bahan bakar yang mana dalam penelitian ini menggunakan purwarupa tangki.
2. Sistem dijalankan non-stop agar setiap volume yang masuk dan yang keluar setiap waktu langsung terdeteksi oleh sistem.

4.1.4 Batasan Perancangan dan Implementasi

Adapun batasan sistem sebagai berikut:

1. Sistem hanya dapat mengukur benda cair yang melalui sensornya.
2. Sistem hanya dapat berkerja ketika terdapat sumberdaya yang sesuai dengan ketentuan sistem.

3. Sistem hanya bisa mengirim hasil pengukuran jika terhubung dengan jaringan kabel lokal.
4. Sistem menggunakan *water flow sensor* berukuran G1/8

4.1.5 Asumsi dan Ketergantungan

Beberapa asumsi dan ketergantungan pada sistem ini yaitu:

1. Sistem hanya akan memberikan *output* yang tepat ketika tekanan benda cair yang diberikan ke sensor tepat.
2. Sistem hanya akan memberikan *output* pada rentang kecepatan benda cair tertentu.
3. Meskipun sensor yang digunakan sama, terdapat kemungkinan memiliki angka kalibrasi yang berbeda.

4.2 Rekayasa Kebutuhan

Pada sub bab ini akan dijelaskan secara rinci seluruh kebutuhan agar sistem berjalan sesuai dengan tujuan. Adapun isi dari sub bab ini adalah penjelasan rinci tentang kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional dari sistem.

4.2.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi yang dihasilkan oleh sistem supaya sistem bisa berkerja dengan baik dan sesuai tujuan. Jika salah satu dari kebutuhan fungsional tidak terpenuhi, maka sistem dianggap tidak berjalan dengan baik atau gagal. Berikut adalah beberapa kebutuhan fungsional sistem:

1. Fungsi pembacaan sensor. Fungsi ini mengharuskan sistem untuk dapat mengukur volume melalui *water flow sensor* yang digunakan. Sensor merupakan perangkat input untuk sistem.
2. Fungsi penghitungan volume. Fungsi ini mengharuskan sistem untuk mengubah sinyal pulsa yang diterima dari sensor diubah menjadi volume menggunakan metode *flow rate*, yaitu mengakumulasi aliran per detik cairan yang melalui sensor.
3. Fungsi pengiriman data. Fungsi ini mengharuskan sistem untuk mengirimkan data yang sebelumnya diolah oleh sistem menuju database tempat penyimpanan data.
4. Fungsi penyimpan data. Fungsi ini mengharuskan sistem untuk menyimpandata yang telah dikirimkan kedalam database yang telah dibuat sebelumnya.
5. Fungsi menyimpan bahan bakar. Merupakan fungsi yang mana mengharuskan sistem untuk menyimpan bahan bakar yang telah dimasukkan kedalam tangki.

4.2.2 Kebutuhan Non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional sistem merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi untuk sistem agar sistem bisa berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan fungsional sistem. Adapun kebutuhan non-fungsional sistem adalah sebagai berikut :

4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras sistem terdiri dari Arduino UNO, *ethernet shield*, 2 buah *water flow sensor*, tangki, corong masuk, dan laptop. Berikut tabel rincian dari fungsi masing-masing perangkat keras yang disebutkan.

Kebutuhan Perangkat Keras	Fungsi
Arduino UNO	Untuk mengolah dan menghitung hasil <i>input</i> dari 2 buah <i>water flow sensor</i> kemudian melalui <i>ethernet shield</i> mengirimkan hasil pengolahan dat menuju database sebagai <i>output</i>
<i>Ethernet shield</i>	Untuk mengirim data yang telah diproses oleh Arduino menuju database yang digunakan untuk menyimpan data melalui jaringan kabel
<i>Water flow sensor</i> yang pertama	Untuk mengukur volume cairan yang masuk kedalam tangki cadangan
<i>Water flow sensor</i> yang kedua	Untuk mengukur volume cairan yang keluar dari tangki cadangan
Tangki	Untuk menampung bahan bakar cadangan yang masuk ke dalam sistem
Corong masuk	Untuk jalan masuk bahan bakar menuju tangki yang disambungkan dengan sensor pertama
Kabel UTP	Untuk mengirimkan data dari sistem menuju database
Laptop	Untuk melakukan pemrograman Arduino UNO dan <i>data sink</i> tempat dikirimnya data dan disimpan

Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras

4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak dari sistem yang dibutuhkan antara lain Windows, xampp (Apache & MySQL), Arduino IDE, dan *file* PHP yang dipanggil.

Adapun rincian fungsi dari masing-masing kebutuhan perangkat lunak dijelaskan pada tabel berikut:

Kebutuhan Perangkat Lunak	Fungsi
Windows	Sebagai sistem operasi laptop yang digunakan
Arduino IDE	Befungsi sebagai <i>interface</i> untuk memasukkan/ <i>upload</i> set program atau instruksi kedalam Arduino UNO. <i>Software</i> ini juga meng- <i>compile</i> terlebih dahulu program yang akan di- <i>upload</i> sehingga tidak terdapat error
<p>Xampp</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Apache b. mySQL 	<p>Sebagai pusat kontrol dari 2 <i>software</i> yang sistem gunakan, yaitu Apache dan mySQL.</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Apache digunakan untuk mengeksekusi file dengan ekstensi PHP agar bisa dipanggil dan dieksekusi di dalam komputer/laptop yang menjalankan perangkat lunak ini. dengan diaktifkannya peragkat lunak ini, laptop bisa bertindak sebagai server. b. mySQL digunakan untuk mengaktifkan dan menyimpan database yang dibuat di dalamnya.
File PHP	Berisi set instruksi untuk digunakan menyimpan data yang sudah diproses. <i>File</i> ini tidak akan bisa dipanggil ketika Apache belum dinyalakan. Dan data tidak bisa disimpan di dalam database ketika mySQL belum dinyalakan.

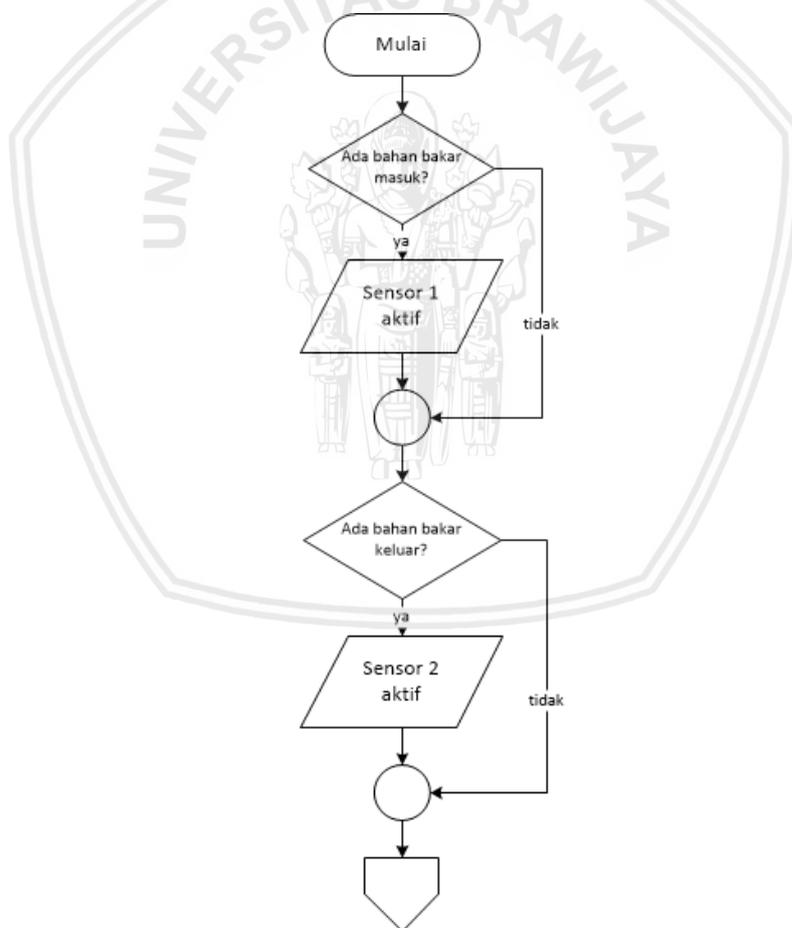
Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan perancangan dari sistem pengukuran volume menggunakan metode *flow rate* dengan 2 buah *water flow sensor* yang terdiri perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Serta implementasi dari perangkat keras dan implementasi dari perangkat lunak yang menyusun sistem. Berikut rincian dari rancangan dan implementasi tersebut.

5.1 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan perangkat keras maupun perancangan perangkat lunak yang ada pada sistem pengukuran volume bahan bakar menggunakan metode *flow rate*. Perancangan perangkat keras terdiri dari skema rangkaian dan penempatan sensor. Untuk perancangan perangkat lunak terdiri dari rancangan set instruksi Arduino dan *file PHP* yang digunakan untuk menyimpan data telah diproses.



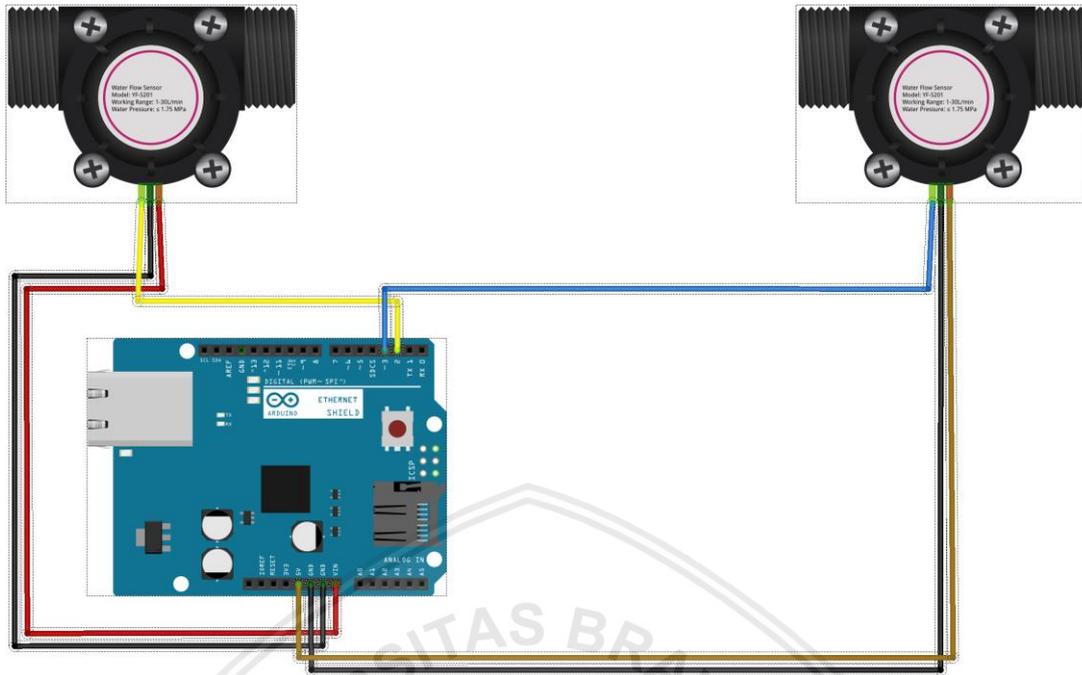
Gambar 5.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem



Gambar 5.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem (Lanjutan)

5.1.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras, sistem terdiri beberapa perangkat yang menyusun sistem. Terdapat 2 *water flow sensor*, Arduino UNO, dan *ethernet shield*. Yang berperan sebagai *input* adalah 2 buah *water flow sensor* yang mana satu sensor dipasang pada saluran masuk tangki dan yang kedua dipasang pada saluran keluar tangki. Hasil dari pengukuran 2 buah sensor berupa sinyal pulsa yang kemudian diolah dan dihitung oleh Arduino UNO. Hasil penghitungan dikirim melalui *ethernet shield* yang digabungkan dengan Arduino UNO. Berikut adalah skema rangkaian sensor dan Arduino.



Gambar 5.2 Skema Rangkaian Sensor dan Arduino

Pada gambar 5.2 memperlihatkan skema rangkaian sensor dengan Arduino yang mana sensor yang pertama terhubung dengan pin digital 2, pin VIN, dan pin grounding. Kemudian, sensor yang kedua terhubung dengan pin digital 3, pin 5V dan pin grounding. Berikut tabel yang merepresentasikan penggunaan dan penghubungan pin atau skema *wiring pin*.

Pin Arduino UNO	Pin Water Flow Sensor Pertama	Pin Water Flow Sensor Kedua
D2	SIG	
D3		SIG
VIN	VCC	
5V		VCC
GND	GND	GND

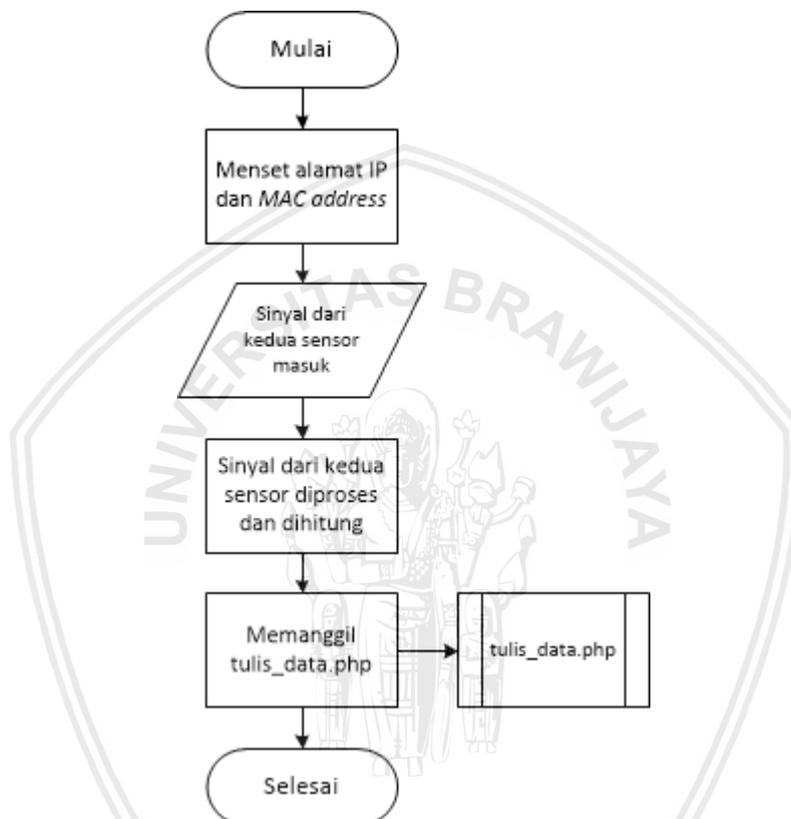
Tabel 5.1 Skema *Wiring Pin* Arduino dan Sensor

5.1.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem ini adalah berupa *source code* yang berisi set instruksi untuk menjalankan Arduino UNO supaya berjalan sesuai kebutuhan fungsional sistem. Program yang dibuat dengan menerapkan metode *flow rate* sebagai proses yang merubah *input* yang berupa sinyal pulsa sensor menjad *output* yang berupa data yang berisi informasi volume dari tangki.

5.1.2.1 Perancangan Metode Flow Rate

Perancangan metode *flow rate* pada sistem berisi tentang set instruksi untuk mengaktifkan perangkat jaringan *ethernet* yang digunakan untuk mengirim data. Kemudian dilanjutkan dengan set instruksi untuk menangkap sinyal yang diterima dari sensor yang kemudian diproses dan dihitung. Berikutnya, set instruksi untuk mengirim data yang telah diproses melalui pemanggilan *file* PHP. Berikut adalah diagram alir dari set instruksi atau program di dalam perancangan Arduino.



Gambar 5.3 Diagram Alir Program Arduino

5.1.2.2 Perancangan File PHP

Perancangan *file* PHP merupakan file yang digunakan untuk sistem menyimpan ke dalam database. Adapun isi dari perancangan file tersebut adalah autentifikasi dan koneksi dengan database, menerima data dari Arduino UNO, menghitung selisih volume, dan kemudian menyimpannya ke dalam database. Adapun diagram alir dari proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.4.



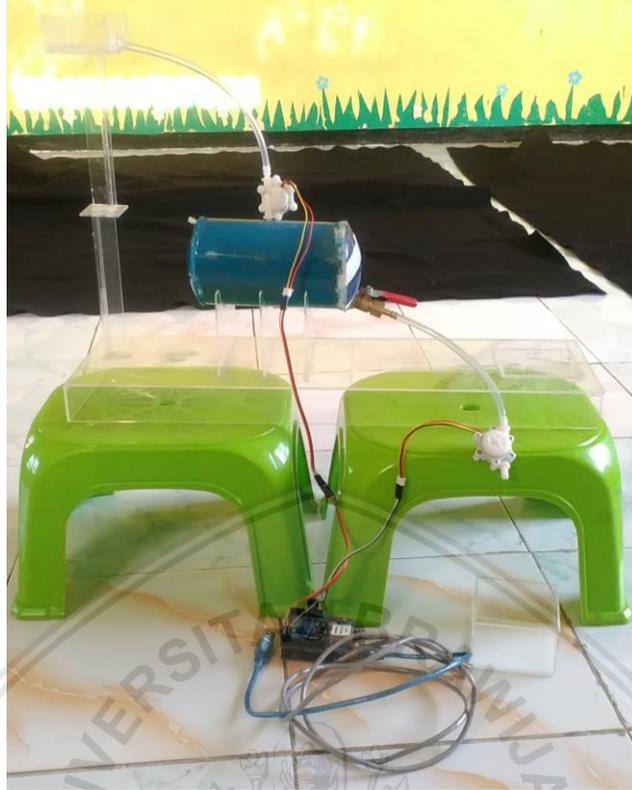
Gambar 5.4 Diagram Alir File PHP

5.2 Implementasi Sistem

Pada sub bab ini akan dijelaskan secara terperinci bagaimana sistem dibangun berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Implementasi sistem bisa dilakukan jika semua proses perancangan sistem sudah terpenuhi. Karena implementasi sistem pada dasarnya mengacu pada perancangan yang sudah dibahas sebelumnya.

5.2.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras merupakan hasil perancangan perangkat keras untuk membangun sebuah sistem yang sesuai dengan tujuan dibuatnya sistem. Hasil dari implementasi adalah sistem yang siap digunakan terdiri dari Arduino UNO, *ethernet shield*, 2 buah *water flow sensor*, tangki, corong masuk tangki, dan kabel UTP.



Gambar 5.5 Rangkaian Sistem Keseluruhan Tampak Samping



Gambar 5.6 Rangkaian Keseluruhan Tampak Samping Depan

Pada gambar terlihat sistem terbuat dari media akrilik yang bertujuan untuk mempermudah pemantauan aliran air sebagai pengganti bahan bakar pada purwarupa sistem ini

5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak dalam penelitian ini berisi tentang *source code* yang digunakan sistem agar *hardware* bisa berjalan sesuai dengan tujuan. Pada bagian ini, terdapat potongan *source code* dari Arduino UNO yang berfungsi sebagai pengatur alamat IP dan *MAC address*, menerima sinyal dari sensor, memproses dan menghitung sinyal, dan memanggil *file PHP*. Selain itu, juga terdapat potongan *source code* dari *file PHP* yang berfungsi sebagai autentifikasi dan koneksi ke database, menerima data dari Arduino UNO, menghitung selisih volume dan menyimpan ke dalam database.

5.2.2.1 Implementasi Perangkat Lunak Arduino UNO

1. Set instruksi yang mengatur alamat IP dan *MAC address*

```

2 #include <Ethernet.h>
3
4 byte mac[] = {
5   OxDE, OxAD, OxBE, OxEF, OxFE, OxED };
6
7 IPAddress ip(192,168,0,16);

```

Gambar 5.7 Set Instruksi Ethernet Setting

Pada baris ke-2, merupakan *library* yang harus dipanggil ketika mengaktifkan fitur *ethernet*. Baris ke-4 merupakan array yang berisi nilai *MAC Address* yang digunakan. Kemudian baris ke-7 merupakan alamat IP yang digunakan perangkat.

2. Set instruksi yang menerima sinyal sensor

```

51 attachInterrupt(0, rpmMas, RISING);
52 attachInterrupt(1, rpmKel, RISING);
53 }
54
55 void loop() {
56
57   NbTopsFanMas = 0;
58   NbTopsFanKel = 0;
59   sei();
60   delay (1000);
61   cli();

```

Gambar 5.8 Set Instruksi Menerima Sinyal Sensor

Pada baris ke-51 & 52 merupakan deklarasi penggunaan pin interupsi pada 2 pin input yang digunakan. *Rising* berarti pin aktif ketika interupsi mulai dinyalakan. Pada baris ke-59 merupakan deklarasi untuk memulai menerima sinyal atau penggunaan pin diaktifkan, kemudian baris ke-60 yang berarti *delay* atau jeda 1 detik, kemudian pada baris 61, interupsi sejenak untuk mengambil nilai dimulai dari pin aktif sampai diinterupsi selama 1 detik.

3. Set Instruksi yang menghitung sinyal menjadi data

```

62 CalcMas = (NbTopsFanMas * 10.5 / 7.5);
63 CalcKel = (NbTopsFanKel * 8.5 / 7.5);
64 miliCalcMas = (CalcMas / 3600) * 1000;
65 miliCalcKel = (CalcKel / 3600) * 1000;
66 totalCalcMas += miliCalcMas;
67 totalCalcKel += miliCalcKel;

```

Gambar 5.9 Menghitung Sinyal Menjadi Data Volume

Baris 62 & 63 merupakan rumus untuk menghitung sinyal menjadi data dengan satuan liter per jam. Kemudian persamaan baris ke-64 & 65 merupakan konversi dari liter per jam menjadi mililiter per menit. Pada baris 66 & 67 merupakan akumulasi yang digunakan untuk menghitung volume selama sensor aktif.

4. Set instruksi yang memanggil *file* PHP untuk mengirim data

```

69 if (client.connect(server,80)) {
70     Serial.println("connecting...");
71     client.print("GET /tulis_data.php?");
72     client.print("&senmas=");
73     client.print(int (miliCalcMas));
74     client.print("&senkel=");
75     client.print(int (miliCalcKel));
76     client.print("&volmas=");
77     client.print(int (totalCalcMas));
78     client.print("&volkel=");
79     client.print(int (totalCalcKel));
80     client.println(" HTTP/1.1");
81     client.println("Host: 192.168.1.120");
82     client.println("User-Agent: arduino-ethernet");
83     client.println("Connection: close");
84     client.println();
85     client.println();
86     client.stop();
87 }

```

Gambar 5.10 Set Instruksi Untuk Memanggil File PHP

Pada baris ke-69, berisi perintah bahwa set instruksi yang dijalankan hanya aktif jika terdapat koneksi menuju server. Pada baris 71, memanggil *file* PHP dengan nama *tulis_data.php* yang disertai dengan parameter data untuk dikirim dari baris ke-72 sampai dengan baris ke-79. Baris selanjutnya merupakan protokol standar untuk mengirimkan data.

5.2.2.2 Implementasi Perangkat Lunak pada File PHP

1. Set Instruksi Autentifikasi dan Koneksi Dengan Database

```

$conn = mysql_connect("localhost","root","");
$dbselect = mysql_select_db("tank",$conn);

```

Gambar 5.11 Autentifikasi dan Koneksi dengan Database

repository.ub.ac.id

Pada baris set instruksi ini, dideklarasikan dengan memilih server yang dituju dan autentifikasi pada database yang digunakan. Kemudian, pada baris selanjutnya memilih database yang digunakan menggunakan autentifikasi yang telah dideklarasikan sebelumnya.

2. Set Instruksi Untuk Menerima Data dari Arduino UNO

```
$senmas = $_GET["senmas"];  
$senkel = $_GET["senkel"];  
$volmas = $_GET["volmas"];  
$volkel = $_GET["volkel"];
```

Gambar 5.12 Menerima Data dari Arduino UNO

Pada baris ini, parameter pemanggilan yang sebelumnya digunakan pada Arduino UNO untuk memanggil *file* PHP dipindahkan ke dalam variabel-variabel baru.

3. Set Instruksi Untuk Menghitung Selisih Volume

```
$voltot = $volmas - $volkel;
```

Gambar 5.13 Menghitung Volume Selisih

Pada baris ini terdapat set instruksi yang menghitung selisih dari volume masuk dan volume keluar yang merupakan volume yang terdapat pada tangki bahan bakar.

4. Set Instruksi Untuk Menyimpan Data Kedalam Database

```
$sql = "INSERT INTO volume (`senmas`,`senkel`,`volmas`,`volkel`,`volutot`) VALUES  
($senmas,$senkel,$volmas,$volkel,$volutot)";  
$hasil=mysql_query($sql);
```

Gambar 5.14 Menyimpan Data ke dalam Database

Pada baris ini, nilai-nilai data dari variabel yang berasal dari Arduino disimpan ke dalam tabel di dalam database. Nama tabel yang digunakan adalah volume.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan sesuai dengan perancangan dan menjawab rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya. Kemudian dari hasil pengujian, dilakukan analisis untuk memperoleh hasil yang dapat disimpulkan. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap untuk memperoleh hasil yang lebih rinci. Analisis perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik di penelitian selanjutnya.

6.1 Pengujian Sensor & Analisa

Pengujian sensor terbagi menjadi 2, yaitu pengujian sensor masuk dan sensor keluar. Adapun pembagian tersebut dilakukan karena kedua sensor memiliki nilai kalibrasi dan metode pengujian yang berbeda.

6.1.1 Sensor Masuk

Sensor masuk yang dimaksud pada sub bab ini adalah *water flow sensor* yang pertama ketika bahan bakar masuk ke dalam tangki atau digunakan untuk menghitung volume yang masuk ke dalam tangki.

6.1.1.1 Tujuan

Tujuan pengujian sensor yang pertama adalah untuk mengetahui akurasi pengukuran sensor volume yang masuk.

6.1.1.2 Alat pengujian

Adapun untuk pengujian sensor masuk menggunakan gelas ukur air rumah tangga seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 6.1 Gelas Ukur Rumah Tangga

6.1.1.3 Langkah Pengujian

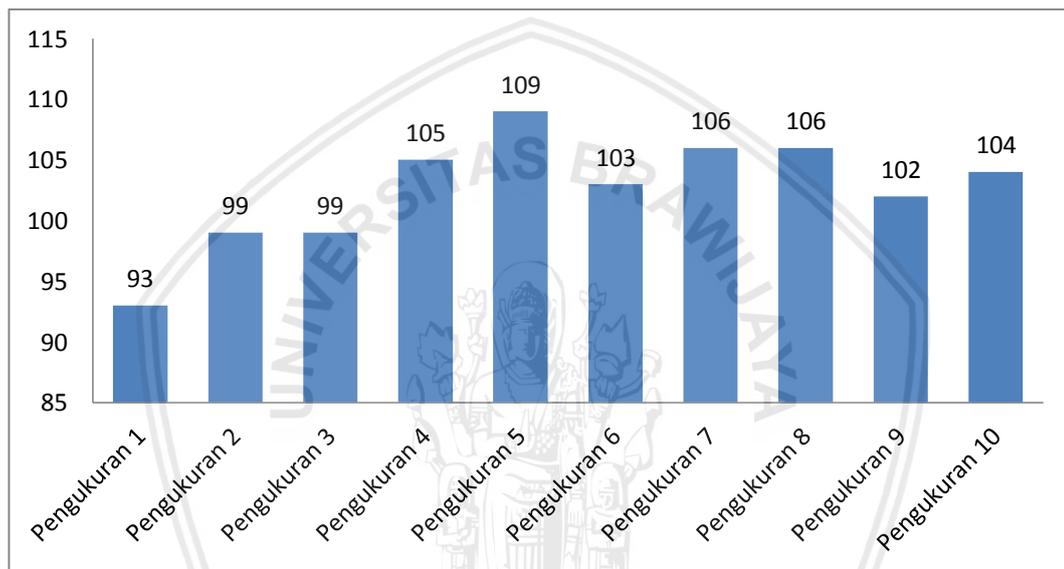
Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Ambil air, kemudian ukur dengan gelas ukur sebanyak 100ml, 150ml dan 200ml.

2. Dari air yang sudah terukur menggunakan gelas ukur, kemudian diukur menggunakan sensor masuk dengan cara memasukkannya ke dalam corong masuk.
3. Dari hasil penghitungan, catat dan ulangi sebanyak 10 kali untuk masing-masing volume
4. Bandingkan dengan hasil yang diperoleh dengan gelas ukur dan analisa.

6.1.1.4 Hasil dan Analisa

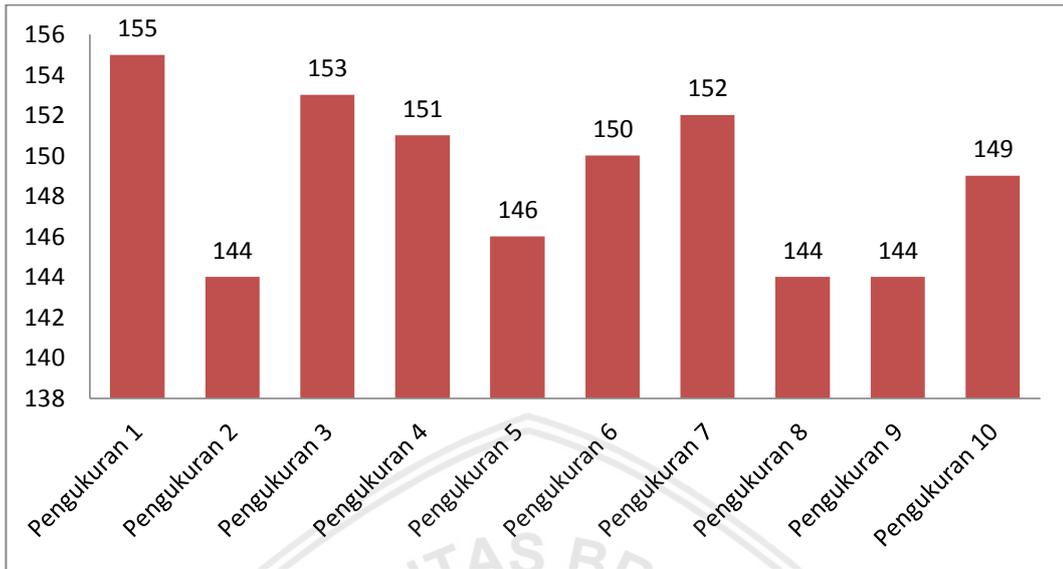
1. Hasil pengukuran 100ml dan analisa



Grafik 6.1 Hasil Pengukuran Sensor 1 Dengan Air 100ml

Dari hasil pengukuran sensor 1, mendapatkan hasil rata-rata *error* sebesar 4,4% yang berarti hasil pengukuran dengan sensor pertama memiliki akurasi $\pm 95,4\%$

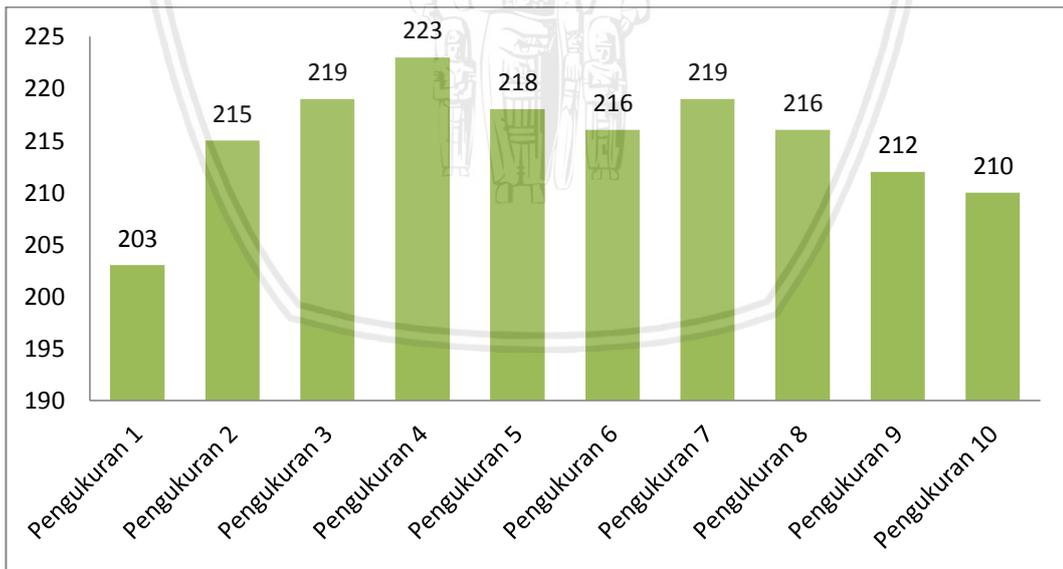
2. Hasil pengukuran 150ml dan analisa



Grafik 6.2 Hasil Pengukuran Sensor 1 Dengan Air 150ml

Dari hasil pengukuran sensor 1 dengan air 150ml, mendapatkan rata-rata *error* sebesar 3,4%. Yang berarti hasil pengukuran sensor 1 terhadap air 150ml memiliki akurasi sebesar $\pm 96,6\%$

3. Hasil pengukuran 200ml dan analisa



Grafik 6.3 Hasil Pengukuran Sensor 1 Dengan Air 200ml

Pada Grafik 6.3, pengukuran air mengalami penurunan akurasi yang cukup signifikan sebesar 15,1%. Sehingga, akurasi dari sensor 1 turun sampai $\pm 84,9\%$.

6.1.2 Sensor Keluar

Sensor keluar yang dimaksud pada sub bab ini adalah *water flow sensor* yang kedua ketika bahan bakar keluar dari dalam tangki atau digunakan untuk menghitung volume yang keluar dari dalam tangki.

6.1.2.1 Tujuan

Tujuan pengujian sensor yang kedua adalah untuk mengetahui akurasi pengukuran sensor volume yang keluar.

6.1.2.2 Alat pengujian

Adapun untuk pengujian sensor masuk menggunakan gelas ukur air rumah tangga seperti pada Gambar 6.1.

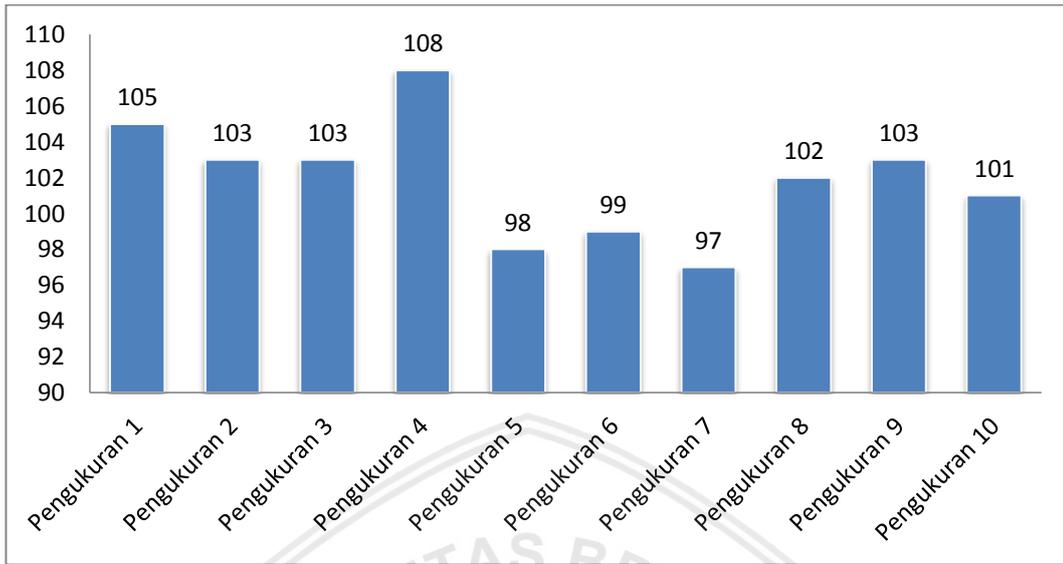
6.1.2.3 Langkah Pengujian

Adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Isi terlebih dahulu tangki cadangan yang digunakan.
2. Keluarkan isi tangki melalui saluran keluar yang melewati sensor kedua atau sensor keluar.
3. Ukur volume yang keluar dari tangki menggunakan gelas ukur.
4. Setiap volume yang keluar sebesar 100ml, 150ml, dan 200ml, lihat dan catat hasil pengukuran volume berdasarkan sensor kedua.
5. Lakukan sebanyak 10 kali untuk masing-masing ukuran volume yang dikeluarkan, bandingkan dan analisa.

6.1.2.4 Hasil Pengujian dan Analisa

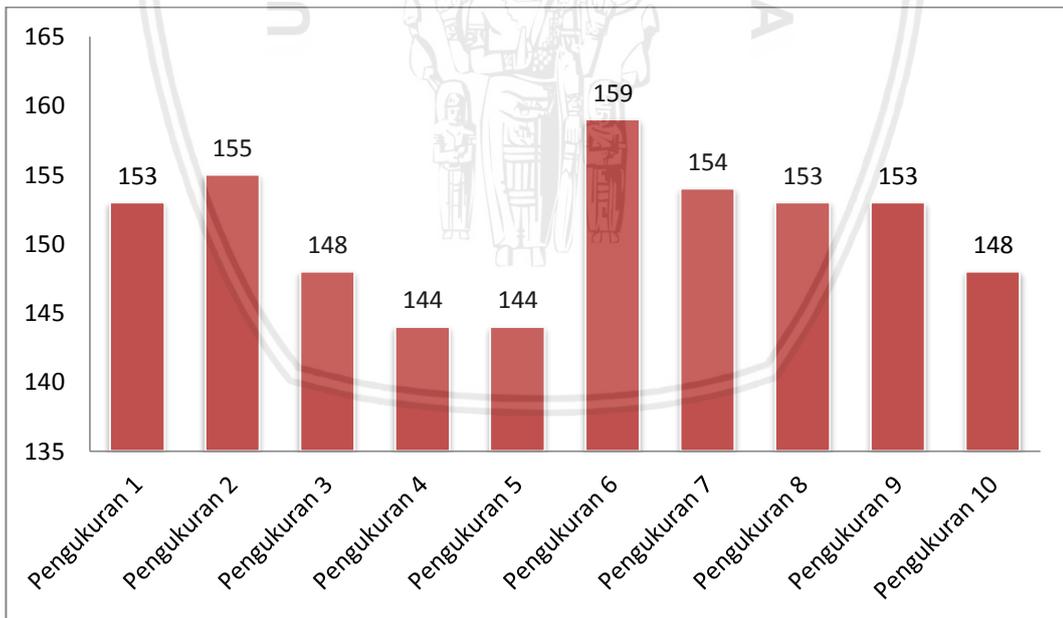
1. Hasil pengukuran 100ml dan analisa



Grafik 6.4 Hasil Pengukuran Sensor 2 dengan air 100ml

Pada Grafik 6.4, di dapatkan hasil pengukuran dengan rata-rata kesalahan sebesar 3,1% atau akurasi pengukuran sebesar $\pm 96,9\%$

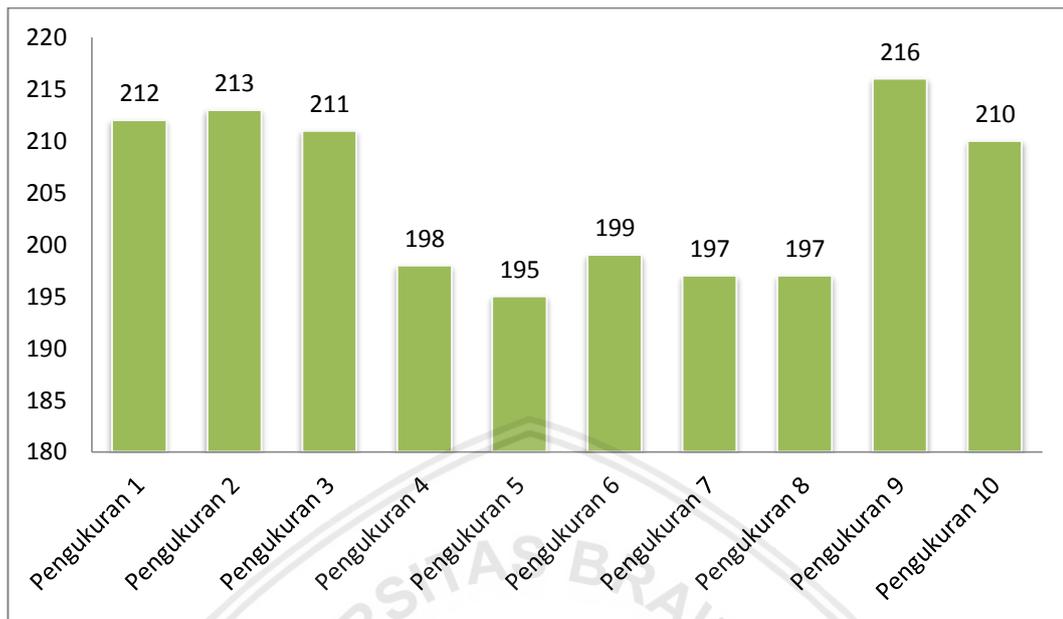
2. Hasil pengukuran 150ml dan analisa



Grafik 6.5 Hasil Pengukuran Sensor 2 dengan Air 150ml

Pada Grafik 6.5, sensor 2 melakukan kesalahan pengukuran dengan rata-rata sebesar 4,3% atau dengan akurasi pengukuran sebesar $\pm 95,7\%$.

3. Hasil pengukuran 200ml dan analisa



Grafik 6.6 Hasil Pengukuran Sensor 2 dengan Air 200ml

Pada Grafik 6.6, sensor 2 mengalami penurunan akurasi pengukuran dengan rata-rata kesalahan sebesar 7,6% atau tingkat akurasi sebesar $\pm 92,4\%$. Lebih rendah jika dibandingkan dengan pengukuran sebelumnya.

6.2 Pengujian Pengiriman Data

6.2.1 Tujuan Pengujian

Adapun tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah data yang dikirim oleh Arduino diterima dan disimpan oleh database yang telah dibuat sebelumnya.

6.2.2 Alat Pengujian

Untuk pengujian pengiriman data, tidak diperlukan alat tambahan. Sistem yang sudah dirancang dan diimplementasikan bisa digunakan untuk mengetahui apakah data yang dikirim diterima dengan baik atau tidak.

6.2.3 Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang sudah terpenuhi kebutuhan non-fungsionalnya diaktifkan
2. Amati hasil pengiriman di dalam database
3. Jika data yang dikirim tidak masuk, maka terdapat masalah pada set instruksi pengiriman dan/atau penyimpanan
4. Hasil yang diperoleh diamati dan dianalisa

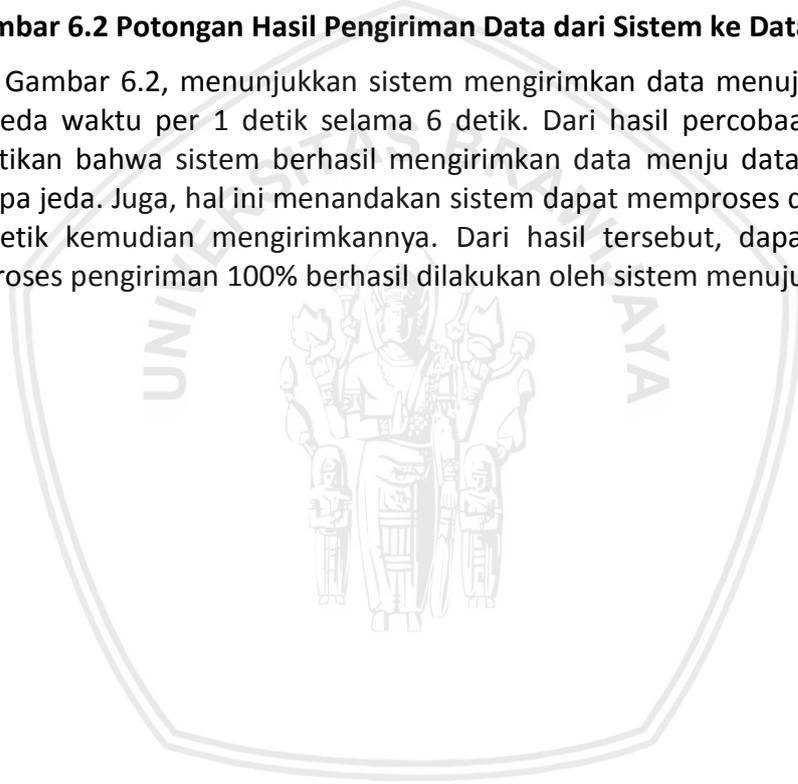
6.2.4 Hasil dan Analisa

Dari langkah-langkah pengujian, didapatkan hasil sebagai berikut:

id	time	senmas	senkel	volmas	volkel	voltot
8538	2019-01-04 13:57:28	0	0	0	0	0
8539	2019-01-04 13:57:29	0	0	0	0	0
8540	2019-01-04 13:57:30	0	0	0	0	0
8541	2019-01-04 13:57:31	0	0	0	0	0
8542	2019-01-04 13:57:32	0	0	0	0	0
8543	2019-01-04 13:57:34	0	0	0	0	0

Gambar 6.2 Potongan Hasil Pengiriman Data dari Sistem ke Database

Pada Gambar 6.2, menunjukkan sistem mengirimkan data menuju database dengan jeda waktu per 1 detik selama 6 detik. Dari hasil percobaan tersebut membuktikan bahwa sistem berhasil mengirimkan data menuju database per 1 detik tanpa jeda. Juga, hal ini menandakan sistem dapat memproses data kurang dari 1 detik kemudian mengirimkannya. Dari hasil tersebut, dapat dianalisa bahwa proses pengiriman 100% berhasil dilakukan oleh sistem menuju database.



BAB 7 PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh penulis dari penelitian yang dilakukan.

7.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Cara mengukur volume bahan bakar menggunakan metode akumulasi kecepatan fluida adalah dengan menggunakan *water flow sensor* yaitu dengan mengubah sinyal pulsa yang dihasilkan sensor ketika terdapat aliran menjadi volume per detik.
2. Cara mengetahui jumlah volume dari tangki bahan bakar dengan 2 sensor adalah dengan cara menghitung selisih antara jumlah volume yang masuk dengan volume yang keluar sehingga didapatkan jumlah volume yang tersisa yang terdapat pada tangki bahan bakar bulanan.
3. Cara menyimpan hasil dari sensing kedua sensor untuk digunakan sebagai monitoring adalah dengan menggunakan pemanggilan *file php* yang disertai dengan parameter yang dihasilkan sistem kemudian parameter tersebut disimpan kedalam database dan dapat dimonitoring langsung melalui database.

7.2 Saran

Untuk pengembangan sistem yang lebih lanjut, penulis menyarankan untuk melakukan kalibrasi sensor secara berkala sehingga didapatkan hasil yang akurat. Untuk penerapan sistem pada tangki dengan ukuran normal dibutuhkan sensor dengan ukuran yang lebih besar serta yang mendukung anti-korosi berbahan dasar kuningan atau metal. Untuk proses yang lebih cepat, dibutuhkan *core* sistem dengan kapasistas yang lebih tinggi dan yang mendukung *wireless sensor network* sehingga mendukung mobilitas sistem yang lebih efisien.

DAFTAR REFERENSI

- Ali, M. L., Ridoy, R., Barua, U. & Alamgir, M. B., 2015. *Design and Fabrication of a Turbine Flow Meter*. Dhaka, Bangladesh, Global Engineering, Science, and Technology Conference.
- Arduino, T., 2015. *What is Arduino?*. [Online] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> [Diakses 28 October 2015].
- Azhari, A. & Soeharwinto, 2015. Perancangan Sistem Informasi Debit Air Berbasis Arduino Uno. *SINGUDA ENSIKOM*, 13(36), pp. 89-95.
- Biswal, J. et al., 2018. Measurement of Flow Rates of Water in Large Diameter Pipelines Using Radiotracer Dilution Method. *Flow Measurement and Instrumentation*, Volume 59, pp. 194-200.
- Chun, S., Yoon, B.-R., Choi, H.-M. & Lee, Y. B., 2017. Water Flow Meter Calibration with a Master Meter Method. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 18(8), pp. 1075-1083.
- Ciptaningtyas, H. T., Ijtihadie, R. M. & Amin, W. I., 2015. Deteksi Posisi Dalam Ruang Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dan Multi Sensor. *Jurnal Sistem Informasi*, September, 5(4), pp. 470-475.
- Fahmi, F. et al., 2017. Clean water billing monitoring system using flow liquid meter sensor and SMS gateway. *IOP Conf. Series: Journal of Physics*, Volume 978, pp. 1-7.
- Garmabdari, R., Shafie, S., Wan Hassan, W. Z. & Garmabdari, A., 2015. Study on the effectiveness of dual complementary Hall-effect sensors in water flow measurement for reducing magnetic disturbance. *Flow Measurement and Instrumentation*, Volume 45, pp. 280-287.
- Guo, H., Yao, L. & Huang, F., 2015. A cylindrical cavity sensor for liquid water content measurement. *Elsevier Ltd.*, pp. 133-139.
- Iyegar, R. R., 2016. The Water Flow Monitoring Module. *International Journal of Engineering Research and General Science*, May-June, 4(3), pp. 106-113.
- Jaiswal, S. K., Yadav, S. & Agarwal, R., 2017. Design and development of a novel water flow measurement system. *Elsevier Ltd.*, pp. 120-129.
- Medeiros, K. A. R., de Oliveira, F. L. A., Barbosa, C. R. H. & de Oliveira, E. C., 2016. Optimization of flow rate measurement using piezoelectric. *Elsevier Ltd.*, pp. 576-581.
- Sirait, F., Herwiansya, I. S. & Supegina, F., 2017. Peningkatan Efisiensi Sistem Pendistribusian Air Dengan Menggunakan IoT. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 8(3), pp. 234-239.

Sood, R., Kaur, M. & Lenka, H., 2013. Design and Development of Automaticdesign and Development of Automatic. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCEA)*, 3(3), pp. 49-59.

Stroe, I.-S., 2011. MySQL Databases as Part of The Online Business, Using a Platform Based on Linux. *Database System Journal*, II(3), pp. 3-12.

