

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM
MONITORING TANGKI PENDAM SPBU BERBASIS
NODEMCU DAN *INTERNET OF THINGS* (IoT)
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DENGAN
KOREKSI TEMPERATUR**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh :

Fitroh Merkuri Wandani
13620023

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2017**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1313/Un.02/DST/PP.00.9/08/2017

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Tangki Pendam SPBU Berbasis NodeMCU dan Internet Of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik dengan Koreksi Temperatur

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FITROH MERKURI WANDANI
Nomor Induk Mahasiswa : 13620023
Telah diujikan pada : Kamis, 10 Agustus 2017
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Drs. Nur Untoro, M.Si.
NIP. 19661126 199603 1 001

Penguji I

Anis Yuniati, S.Si., M.Si.
NIP. 19830614 200901 2 009

Penguji II

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19780510 200501 1 003

Yogyakarta, 10 Agustus 2017
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
DEKAN



Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Fitroh Merkuri Wandani

NIM : 13620023

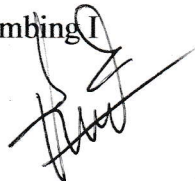
Judul Skripsi : Rancang Bangun Prototipe Sistem *Monitoring* Tangki Pendam SPBU Berbasis NodeMCU Dan *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Koreksi Temperatur

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Jurusan Fisika

Dengan ini kami berharap agar skripsi Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing I

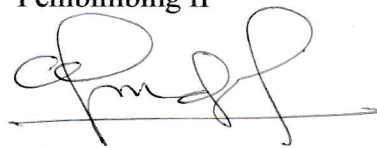


Drs. Nur Untoro, M.Si.

NIP. 19780510 200501 1 003

Yogyakarta, 2 Agustus 2017

Pembimbing II



Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc

NIP. 19780510 200501 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fitroh Merkuri Wandani

NIM : 13620023

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Prototipe Sistem *Monitoring* Tangki Pendam SPBU Berbasis NodeMCU Dan *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Koreksi Temperatur" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 Agustus 2017

Yang menyatakan



Fitroh Merkuri Wandani

NIM : 13620023

MOTTO

Memulai dengan penuh keyakinan

Menjalankan dengan penuh keikhlasan

Menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan

Jika mereka mendustakan kamu, maka katakanlah: “Bagiku pekerjaanku dan bagimu pekerjaanmu. Kamu berlepas diri terhadap apa yang aku kerjakan dan akupun berlepas diri terhadap apa yang kamu kerjakan”

(Q.S. Yunus: 41)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Allah SWT

Bapak Damikun dan Ibu Yatini

Adikku Deni Bako Tabriawan

Sahabat Fisika 2013

Seluruh penikmat kemajuan dan perkembangan keilmuan

Fisika

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul "*Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Tangki Pendam SPBU Berbasis NodeMCU Dan Internet Of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Koreksi Temperatur*" tanpa ada halangan yang berarti. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada nabi agung Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabatnya yang memberikan secercah cahaya, sehingga senantiasa berada dalam jalan yang dirahmati Allah SWT.

Dalam penyusunan laporan, penulis tidak terlepas dari pihak-pihak yang turut membantu dalam penyelesaiannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak, Ibu dan Adik tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta selalu memberikan do'a yang tak ada henti-hentinya.
2. Bapak Dr. Thoqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Sc. selaku Kepala Program Studi Fisika.
3. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si. selaku pembimbing I, terima kasih atas segala bimbingan, ide, nasihat, motivasi, waktu yang diberikan, serta kesabarannya selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc. selaku pembimbing II sekaligus Dosen Penasihat Akademik, terima kasih atas segala bimbingan, nasihat dan motivasi

yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa serta semua ide, waktu yang diberikan, serta kesabarannya selama penyusunan skripsi ini.

5. Dosen dan laboran Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengajarkan dan membagikan ilmunya.
6. Mas Gilang, Farros, Erny, Lisa, terima kasih telah memberikan semangat dukungan, kesabaran dalam menghadapi keluhan, dan menyediakan waktu untuk berbagi ilmunya.
7. Sahabat-sahabat Fisika 2013, terima kasih telah memberikan dukungan, mendengarkan curahan hati, menemani dan saling menyemangati satu sama lain.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu turut memberi dukungan dan membantu selama penyusunan skripsi ini.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna oleh karena itu diharapkan kritik dan saran demi kemajuan dan peningkatan skripsi ini. Penulis berharap dengan dilakukan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah ilmu pengetahuan khususnya di bidang sains. Amiin

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, 2 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Pustaka.....	8

2.2	Landasan Teori	13
2.2.1	Tangki Pendam (<i>Underground Tank</i>).....	13
2.2.2	Perhitungan Volume Cairan Pada Silinder Horisontal	14
2.2.3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	17
2.2.4	Pengaruh Temperatur Pada Cepat Rambat Gelombang	20
2.2.5	Sensor Temperatur DS18S20	21
2.2.6	Devkit NodeMCU.....	24
2.2.7	Teknologi <i>Internet of Things</i> (IoT).....	26
2.2.8	Karakteristik Alat.....	28
2.2.9	Teknologi Menurut Pandangan Islam.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
3.2	Rancangan Prototipe Sistem <i>Monitoring</i>	36
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	38
3.3.1	Alat.....	38
3.3.2	Bahan	41
3.4	Prosedur Penelitian	42
3.4.1	Studi Pustaka dan Observasi.....	43
3.4.2	Pembuatan Perangkat Keras	44
3.4.3	Pembuatan Perangkat Lunak	46
3.4.4	Pengujian Prototipe Sistem <i>Monitoring</i>	56
3.4.5	Pengolahan Data Hasil.....	61

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1 Hasil	63
4.1.1 Pembuatan Prototipe Sistem <i>Monitoring</i>	63
4.1.1 Akurasi dan Presisi dari Sistem <i>Monitoring</i>	65
4.2 Pembahasan	65
4.2.1 Pembuatan Prototipe Sistem <i>Monitoring</i>	65
4.2.2 Akurasi dan Presisi dari Sistem <i>Monitoring</i>	72
4.2.3 Integrasi Interkoneksi	83
BAB V PENUTUP	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian-penelitian yang berkaitan	12
Tabel 2.2 Standar tangki SPBU Pertamina	14
Tabel 2.3 Cepat rambat gelombang dalam berbagai material (20°C dan 1 atm)...	20
Tabel 2.4 Data keluaran sensor DS18S20 untuk konversi ke celsius	24
Tabel 2.5 Pedoman penentuan kuat lemahnya hubungan	30
Tabel 3.1 Daftar perangkat keras	38
Tabel 3.2 Daftar perangkat lunak.....	39
Tabel 3.3 Daftar alat uji	40
Tabel 3.4 Daftar bahan prototipe sistem <i>monitoring</i>	41
Tabel 3.5 Daftar bahan uji.....	42
Tabel 3.6 Tabel pengujian temperatur	57
Tabel 3.7 Tabel data lama waktu tempuh gelombang ultrasonik.....	58
Tabel 3.8 Tabel hasil pengujian kedalaman tanpa koreksi temperatur	59
Tabel 3.9 Tabel data kedalaman pengujian dengan koreksi temperatur	60
Tabel 3.10 Tabel data kedalaman pengujian dengan kalkulasi faktor koreksi	61
Tabel 3.11 Tabel perbandingan pengolahan data hasil kedalaman.....	62
Tabel 3.12 Tabel perbandingan pengolahan data hasil volume	62
Tabel 4.1 Hasil perbandingan pengujian sistem	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain tangki pendam SPBU Pertamina.....	13
Gambar 2.2 Bentuk fisik tangki pendam SPBU Pertamina	13
Gambar 2.3 Sketsa tangki pendam SPBU.....	14
Gambar 2.4 Sketsa alas silinder dengan $h > r$	15
Gambar 2.5 Sketsa alas silinder dengan $h < r$	16
Gambar 2.6 Modul sensor HC-SR04	17
Gambar 2.7 Prinsip kerja sensor HC-SR04.....	19
Gambar 2.8 Diagram waktu sensor HC-SR04.....	19
Gambar 2.9 Sensor temperatur DS18S20	22
Gambar 2.10 Fotmat <i>register</i> temperatur sensor DS18S20	23
Gambar 2.11 NodeMCU ESP8266	25
Gambar 2.12 Konfigurasi pin NodeMCU	25
Gambar 2.13 a) Fungsi transfer b) Kebalikan fungsi transfer.....	28
Gambar 2.14 <i>Error</i> presisi	32
Gambar 3.1 Diagram blok sistem	36
Gambar 3.2 Diagram alir prosedur penelitian.....	42
Gambar 3.3 Digram alir pembuatan perangkat keras.....	44
Gambar 3.4 Tahapan pembuatan perangkat lunak.....	47
Gambar 3.5 Tampilan halaman depan <i>ThingSpeak</i>	48
Gambar 3.6 Memulai membuat <i>channel</i>	48
Gambar 3.7 Mengatur <i>channel</i>	49

Gambar 3.8 Tampilan <i>channel</i>	50
Gambar 3.9 Tampilan API <i>keys</i>	50
Gambar 3.10 Diagram alir program prototipe sistem <i>monitoring</i>	51
Gambar 3.11 Tampilan halaman depan <i>freeboard</i>	53
Gambar 3.12 Memulai membuat papan <i>freeboard</i>	53
Gambar 3.13 Membuat <i>data sources</i>	54
Gambar 3.14 Mengatur <i>data sources</i>	54
Gambar 3.15 Memunculkan papan monitor.....	55
Gambar 3.16 Mengatur papan monitor	55
Gambar 3.17 Tampilan papan monitor	56
Gambar 3.18 Tahapan pengujian prototipe sistem <i>monitoring</i>	58
Gambar 4.1 Hasil pembuatan perangkat keras.....	63
Gambar 4.2 Tampilan papan monitor pada <i>handphone</i>	64
Gambar 4.3 Tampilan papan monitor pada komputer	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan Skema Rangkaian	88
Lampiran 2 Pembuatan PCB	89
Lampiran 3 Pemasangan Komponen	90
Lampiran 4 Pembuatan <i>Channel</i>	92
Lampiran 5 Program Untuk Pengujian Kedalaman Tanpa Koreksi Temperatur..	95
Lampiran 6 Program Untuk Pengujian Kedalaman Dengan Koreksi Temperatur.....	97
Lampiran 7 Program Untuk Pengujian Kedalaman Dengan Kalkulasi Faktor Koreksi.....	99
Lampiran 8 Pembuatan Media Penampil Data.....	101
Lampiran 9 Desain Media Pengujian.....	102
Lampiran 10 Hasil Pengujian Temperatur	103
Lampiran 11 Hasil Perolehan Lama Waktu Tempuh Gelombang Ultrasonik	104
Lampiran 12 Hasil Pengujian Kedalaman Tanpa Koreksi Temperatur	105
Lampiran 13 Perhitungan Fungsi Transfer	109
Lampiran 14 Hasil Pengujian Kedalaman Dengan Koreksi Temperatur.....	111
Lampiran 15 Hasil Pengujian Kedalaman Dengan Kalkulasi Faktor Koreksi....	115
Lampiran 16 Hasil Perbandingan Pengolahan Data.....	119
Lampiran 17 Perhitungan Koefisien Korelasi Dan Presisi Untuk Pengujian Temperatur.....	120

Lampiran 18 Perhitungan Akurasi Dan Presisi Untuk Pengujian Kedalaman Tanpa Koreksi Temperatur	121
Lampiran 19 Perhitungan Akurasi Dan Presisi Untuk Pengujian Kedalaman Dengan Koreksi Temperatur.....	123
Lampiran 20 Perhitungan Akurasi Dan Presisi Untuk Pengujian Kedalaman Dengan Kalkulasi Faktor Koreksi.....	125



RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM *MONITORING* TANGKI PENDAM SPBU BERBASIS NODEMCU DAN *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DENGAN KOREKSI TEMPERATUR

Fitroh Merkuri Wandani
13620023

INTISARI

Pengukuran BBM pada tangki pendam SPBU masih menggunakan cara manual, yaitu menggunakan tongkat meteran. Pengukuran tersebut mempunyai kelemahan, sehingga diperlukan teknologi sistem *monitoring* yang dapat memantau kondisi tangki pendam. Penelitian yang dilakukan adalah rancang bangun prototipe sistem *monitoring* BBM pada tangki pendam SPBU berbasis NodeMCU dan *Internet Of Things* (IoT) menggunakan sensor ultrasonik dengan koreksi temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe sistem *monitoring* tangki pendam SPBU menggunakan sensor HC-SR04, sensor DS18S20, NodeMCU dan teknologi IoT serta mengetahui akurasi dan presisi dari prototipe sistem *monitoring* sebelum dan sesudah diberikan koreksi temperatur. Informasi mengenai temperatur udara dalam tangki, kedalaman dan volume bahan bakar akan ditampilkan pada laman *freeboard*. Metode pengujian dilakukan dengan tahapan uji prototipe sistem *monitoring* tanpa menggunakan koreksi temperatur dan uji prototipe sistem *monitoring* dengan menggunakan koreksi temperatur. Selain itu, dilakukan uji prototipe sistem *monitoring* dengan kalkulasi faktor koreksi sebagai pembandingan hasil pengujian dengan koreksi temperatur. Hasil ujinya adalah prototipe sistem tanpa koreksi temperatur memiliki akurasi 99,9878% dan presisi 97,6095%, sedangkan prototipe sistem dengan koreksi temperatur memiliki akurasi 99,9997% dan presisi 97,6662%. Prototipe sistem dengan kakulasi faktor koreksi memiliki akurasi 99,9995% dan presisi 97,5927%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dengan koreksi temperatur memiliki keakuratan paling tinggi dalam pengukuran.

Kata kunci: Cepat rambat gelombang, DS18S20, HC-SR04, *Internet Of Things*, NodeMCU, Tangki pendam, Temperatur, Ultrasonik

PROTOTYPE DESIGN OF UNDERGROUND TANK *MONITORING* SYSTEM IN GAS STATION BASED ON NODEMCU AND INTERNET OF THINGS (IoT) USING ULTRASONIC SENSOR WITH TEMPERATURE CORRECTION

Fitroh Merkuri Wandani
13620023

ABSTRAK

Fuel measurement of underground tank in gas station still use manual method, that is using stick meter. These measurements have disadvantages, so it is needed technology monitoring system that can monitor the condition of the tank. The research undertaken is prototype design of underground tank monitoring system in gas station based on NodeMCU and Internet of Things (IoT) using ultrasonic sensors with temperature correction. This research aims to make prototype of underground tank monitoring system in gas station using HC-SR04 sensor, DS18S20 sensor, NodeMCU and IoT technology, and to know the accuracy and precision of the monitoring system before and after the correction of temperature. Information on the air temperature in the tank, depth and volume of fuel will be displayed on the freeboard page. The test method is carried out with step the prototype monitoring system test without using temperature and using temperature correction. In addition, a system test is performed by calculating the correction factor as a comparison of test result using temperature correction. The result of the test is the the system without temperature correction has 99.9878% accuracy and 97.6095% precision and the system with temperature correction has 99.9997% accuracy and 97.6662% precision. The prototype monitoring system with correction factor correction has 99.9995% accuracy and 97.5927% precision. These results indicate that the tool with temperature correction has the highest accuracy in the measurement.

Keywords: DS18S20, HC-SR04, Internet of Things, NodeMCU, Temperature, Ultrasonic, Underground Tank, Wave velocity

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Al-Qur'an memerintahkan manusia untuk terus berusaha meningkatkan ilmu pengetahuan dan mengembangkan kemampuan ilmiahnya. Dijelaskan oleh Shihab (1996: 435) bahwa Al-Quran memuji sekelompok manusia yang dinamainya *ulil albab* (orang-orang yang berakal). Ciri mereka antara lain disebutkan dalam surat Ali-'Imran [3] ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ^{١٩١}

Artinya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.” (Departemen Agama RI, 1992: 96-97)

Quthb (dalam Shihab, 1996: 436) mengomentari ayat Ali 'Imran di atas maksudnya adalah bahwa ayat-ayat tersebut merupakan metode yang sempurna bagi penalaran dan pengamatan Islam terhadap alam. Ayat-ayat itu mengarahkan akal manusia kepada fungsi pertama di antara sekian banyak fungsinya, yakni

mempelajari ayat-ayat Tuhan yang tersaji di alam raya ini. Ayat-ayat tersebut bermula dengan tafakur dan berakhir dengan ama1.

Quthb juga mengutarakan bahwa "*Khalq As-samawat wal Ardh*" di samping berarti membuka tabir sejarah penciptaan langit dan bumi, juga bermakna "memikirkan tentang sistem tata kerja alam semesta". Bisa dimaknai seperti itu karena kata *khalq* selain berarti "penciptaan", juga berarti "pengaturan dan pengukuran yang cermat". Pengetahuan tentang hal terakhir ini mengantarkan ilmuwan kepada rahasia-rahasia alam, sehingga pada gilirannya mengantarkan kepada penciptaan teknologi yang menghasilkan kemudahan dan manfaat bagi umat manusia.

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, penciptaan teknologi di kala ini telah merambah pada teknologi digital. Sebagian besar teknologi yang digunakan oleh manusia sudah serba digital. Hal ini sangat membantu dalam berbagai aspek, contohnya dalam bidang industri. Banyak bidang industri yang menggunakan teknologi digital karena keterbatasan kemampuan manusia serta dituntut serba cepat, praktis dan tepat.

Dari beberapa pengaplikasian teknologi digital, salah satu yang dibutuhkan dalam bidang industri adalah alat bantu untuk memantau suatu bahan yang berada di suatu wadah tertutup. Teknologi ini membantu para petugas untuk memantau suatu bahan dari kejauhan tanpa harus membuka wadah bahan ketika ingin mengetahui informasi mengenai bahan tersebut. Sebagai salah satu contoh yaitu teknologi untuk memantau kondisi tangki pendam bahan bakar minyak (BBM) di

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) untuk mengetahui informasi volume bahan bakar di dalam tangki pendam.

Pengukuran tangki pendam bahan bakar minyak menjadi salah satu proses bisnis dalam mengelola usaha SPBU. Pengukuran tangki pendam BBM saat ini masih menggunakan pengukuran langsung yang diukur secara manual menggunakan tongkat panjang (Siregar dan Raymond, 2015). Para petugas SPBU menggunakan tongkat panjang yang dimasukan ke dalam tangki untuk mendapatkan informasi mengenai kedalaman bahan bakar. Informasi kedalaman tersebut akan membantu para petugas untuk mengetahui volume bahan bakar yang tersisa di dalam tangki.

Namun, pengukuran secara manual mempunyai beberapa kelemahan. Diantaranya yaitu ketika pengukuran dilakukan pada malam hari dengan kondisi penerangan sekitar yang kurang memadai maka pengukuran menjadi tidak akurat (Siregar dan Raymond, 2015). Perlu dilakukan pengecekan tongkat untuk memastikan tongkat yang digunakan tidak bengkok. Saat memasukkan tongkat panjang ke dalam tangki harus perlahan karena diusahakan tidak terjadi gelombang pada permukaan bahan bakar. Selain itu, tongkat panjang yang tidak diarahkan secara tegak lurus ke bagian tengah tangki pendam akan menyebabkan hasil ukurnya tidak akurat. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan suatu sistem *monitoring* tangki pendam bahan bakar pada SPBU secara digital agar dapat diketahui stok bahan bakar minyak yang sesungguhnya dengan mudah dan akurat.

Pengukuran akurat secara terus menerus sangatlah penting untuk mengetahui kedalaman dan volume bahan bakar di dalam tangki. Volume merupakan luas alas

dikali tinggi sehingga saat didapatkan kedalaman permukaan cairan maka volume bahan bakar dapat diketahui. Dengan ini, petugas SPBU dapat dengan mudah mengetahui stok bahan bakar yang tersisa. Mereka akan segera meminta tambahan stok bahan bakar ketika volume bahan bakar hampir habis. Hal ini untuk menghindari terjadinya kekosongan bahan bakar sehingga bisnis dalam mengelola SPBU menjadi semakin lancar.

Umumnya, pemilihan sensor yang tepat untuk diaplikasikan pada sebuah sistem didasarkan beberapa persyaratan, contohnya pada pengukuran dalam tangki harus melihat karakteristik cairan, resolusi, akurasi dan lingkungan di dalam tangki (Morris dan Langari, 2012). Oleh karenanya, dipilih sensor HC-SR04 karena merupakan sensor ultrasonik yang siap pakai dengan fungsi sebagai pengirim, penerima sekaligus pengontrol gelombang ultrasonik. Sifat gelombang ultrasonik dapat mengalami pemantulan pada benda padat maupun cair. Sensor HC-SR04 memiliki kinerja yang stabil dengan resolusi sebesar 1 cm dan akurasi sebesar 0,3 cm. Selain itu, sensor ini dapat melakukan pengukuran dari jarak 2 cm hingga 4 m sedangkan ukuran kedalaman tangki tidak mencapai 4 m.

Dalam penentuan jarak, selain waktu pantul, dibutuhkan juga informasi mengenai cepat rambat gelombang. Pada medium udara, kecepatan rambat gelombang merupakan fungsi temperatur sehingga besarnya dipengaruhi oleh perubahan temperatur yang terjadi. Menurut teori, semakin besar temperatur menyebabkan semakin cepat gelombang akan merambat sehingga perubahan temperatur akan mempengaruhi dalam penentuan jarak. Agar sistem dapat

mengukur temperatur, dalam penelitian ini digunakan sensor DS18S20 dengan resolusi 0,5°C.

Mengacu pada perkembangan teknologi, penggunaan internet seakan-akan menjadi hal wajib karena sifatnya yang praktis dan cepat. Oleh karena itu, untuk menampilkan data hasil pemantauan temperatur, kedalaman dan volume bahan bakar di dalam tangki digunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Teknologi tersebut merupakan salah satu perkembangan teknologi internet saat ini. IoT adalah layanan bagi masyarakat untuk mendapatkan informasi serta fasilitas teknologi komunikasi yang canggih.

Pada pembuatan sistem digunakan NodeMCU yang merupakan unit mikrokontroler agar sistem dapat tersambung dengan internet. NodeMCU adalah sebuah perkembangan *board* atau *devkit* yang di dalamnya sudah terdapat koneksi WiFi. NodeMCU didukung oleh Arduino IDE yang dapat digunakan untuk pemrograman sistem. Selain ukurannya yang relatif kecil, harga *board* ini terbilang relatif murah dibandingkan dengan *board* lainnya yang mempunyai konektivitas WiFi *onboard*.

Adanya pengembangan teknologi sistem *monitoring* tangki pendam bahan bakar secara digital diharapkan dapat membantu petugas SPBU dalam memantau tangki pendam bahan bakar di SPBU dengan praktis, cepat dan akurat. Mereka tidak lagi melakukan pengecekan tangki pendam dengan tongkat panjang secara manual. Mereka hanya perlu melihat data ukur melalui perangkat elektronik yang dapat tersambung dengan internet. Selain itu, akan diketahui pula kapan waktu yang tepat untuk mengisi stok bahan bakar minyak sebelum kehabisan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan yang tercantum pada latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membuat prototipe sistem *monitoring* tangki pendam BBM pada SPBU berbasis sensor HC-SR04 dan sensor DS18S20 menggunakan *devkit* NodeMCU dengan teknologi IoT?
2. Bagaimana akurasi dan presisi dari prototipe sistem *monitoring* sebelum dan sesudah diberikan koreksi temperatur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang dan membuat prototipe sistem *monitoring* BBM pada tangki pendam di SPBU berbasis sensor HC-SR04 dan sensor DS18S20 menggunakan *devkit* NodeMCU dengan teknologi IoT.
2. Mengetahui akurasi dan presisi dari prototipe sistem *monitoring* sebelum dan sesudah diberikan koreksi temperatur.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah:

1. Teknologi IoT hanya digunakan sebatas untuk media pengiriman dan penampil data hasil yang terhubung ke laman aplikasi.
2. Tangki pendam SPBU dimodelkan dengan ember cat 25 kg.
3. Pengujian prototipe sistem *monitoring* diujikan pada *pertalite*.
4. Pencampuran antara udara dan uap *pertalite* diasumsikan sebagai udara.
5. Pengujian dilakukan pada temperatur sesuai kondisi saat itu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan mengenai sistem *monitoring* ketinggian dan volume cairan.
2. Bagi dunia bisnis SPBU, sebagai sistem *monitoring* volume BBM secara mudah, cepat dan akurat untuk mengetahui stok di dalam tangki pendam.
3. Dapat membantu proses pemesanan bahan bakar minyak dengan tepat waktu.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Prototipe sistem *monitoring* BBM pada tangki pendam di SPBU telah berhasil dibuat. Prototipe ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor DS18S20, sensor HC-SR04, NodeMCU, serta dilengkapi dengan *charger adaptor*. Hasil pemantauan dapat diakses melalui alamat URL (*Uniform Resource Locator*) <https://freeboard.io/board/o1kbBK> atau <https://s.id/ssL>.
2. Prototipe sistem *monitoring* tanpa menggunakan koreksi temperatur memiliki akurasi sebesar 99,9878% dan presisi sebesar 97,6095%, sedangkan sistem *monitoring* dengan menggunakan koreksi temperatur memiliki akurasi sebesar 99,9997% dan presisi sebesar 97,6700%

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, masih ditemukan beberapa kendala selama proses pembuatan dan pengujian prototipe sistem monitoring tangki pendam SPBU. Oleh karena itu, pada pengembangan selanjutnya disarankan melakukan hal-hal berikut:

1. Dari segi perhitungan cepat rambat gelombang, perlu dicari v_0 pencampuran antara udara dengan uap bahan bakar agar nilai cepat rambat gelombang sesuai dengan nilai sebenarnya.

2. Dari segi perhitungan volume, perlu dicari persamaan untuk menentukan volume tangki pendam sebenarnya yang terdapat sebuah lengkungan di masing-masing ujung silinder sehingga perhitungan volume semakin tepat sesuai dengan perhitungan volume tangki pendam SPBU.
3. Dari segi inovasi, perlu dikembangkan suatu pengaturan agar dapat memberikan peringatan dini saat volume bahan bakar hampir habis sehingga pekerja SPBU tidak berada di depan komputer setiap waktu untuk memantau kondisi tangki pendam.

DAFTAR PUSTAKA

- Annuar, K.A.M., N.A.A. Hadib, I.M. Saadonc dan M.H. Harun. 2015. Design and Construction of Liquid Level Measurement System. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, **Vol.12/No.1** : 8-15.
- Bando, S.A., D. Darlis dan S. Aulia. 2016. *Implementasi Perangkat Deteksi Dini Banjir Di Perumahan Permata Buah Batu Dengan Teknologi Internet Of Things (IoT)*. (Skripsi), Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom.
- CV. Sinar Baru Perkasa Surabaya. 2012. *Produk: Tank Fabricator, Steel Construction, Petroleum, LPG Equipment Specialist & Distributor Resmi Tatsuno*. Diakses 12 April 2017 dari <http://www.sinarbaruperkasa.com/index.php?p=prod&lang=id>
- Departemen Agama RI. 1992. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: Tanjung Mas Inti.
- Dirakit. 2016. *Pengenalan NodeMCU ESP8266 Versi 12E*. Diakses 1 Juni 2017 dari <http://dirakit.com/project/66>
- Djajadi, A., Member, IEEE, M. Wijanarko. 2016. Ambient Environmental Quality Monitoring Using IoT Sensor Network. *IIJ*, **Vol.8/No.1** : 41-47.
- DS18S20 datasheet. 2015. *High-Precision 1-Wire Digital Thermometer*. maxim integrated
- Elek Freaks. 2011. *Ultrasonic Ranging Module HC-SR04*. Diakses 12 April 2017 dari <http://www.elekfreaks.com/store/hcsr04-ultrasonic-sensor-distance-measuring-module-ultra01-p-91.html>
- Fraden, Jacob. 2004. *Handbook Of Modern Sensors: Physics, Designs, And Applications* (3rd ed). California: Springer.
- Fraden, Jacob. 2010. *Handbook Of Modern Sensors: Physics, Designs, And Applications* (4rd ed). California: Springer.
- Giancoli, D.C. 2014. *Fisika: Prinsip dan Aplikasi* (Edisi ketujuh, Jilid I). Penterjemah: Pearson Education, Inc. Jakarta: Erlangga.
- GitHub. 2016. *NodeMCU Devkit V1.0*. Diakses 2 Juni 2017 dari http://raw.githubusercontent.com/nodemcu-devkit-v1.0/master/Documents/NODEMCU_DEVKIT_V1.0_PINMAP.png
- Husni, M., D.O. Siahaan, H.T. Ciptaningtyas, H. Studiawan dan Y.P. Aliarham. 2016. Liquid Volume Monitoring Based On Ultrasonic Sensor And Arduino Microcontroller. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng*, **Vol.128 012026** : 1-10.
- Kuantama, E. dan M.A. Saraswati. 2015. Water Level Measurement and Preflood Warning System with SMS Method. *IIJ*, **Vol.7/No. 2** : 3-7.
- Muchlis, Fayakun dan M. Toifur. 2017. Rancang Bangun Prototype Media Pembelajaran Fisika Berbasis Micro Controller NodeMCU. *JRKPF UAD*, **Vol.4/No.1, April 2017** : 12-17.
- Morris, A.S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles* (3rd ed). Oxford: Butterworth-Heinemann
- Morris, A.S. dan R. Langari. 2012. *Measurement And Instrumentation Theory And Application*. Oxford: Elsevier.

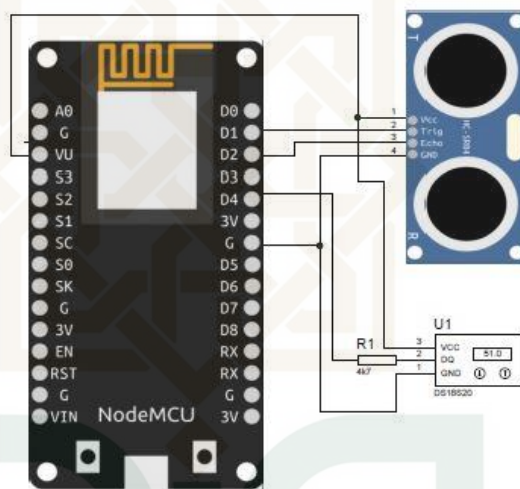
- Niam Yusuf Awallu, N.Y. dan T. Aprilianto. 2011. Algoritma Pemanas Air Kolam Pemandian Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Jurnal JITIKA*, **Vol.5/No.2, Agustus 2011**: 14-18.
- Pratiwi, Ratih. 2009. *Penentuan Sumber Panas Dengan Metode Tomografi Menggunakan Sensor Termometer Digital DS18B20*. (Skripsi), Departemen Fisika, FMIPA, UI.
- Q-Electronic. 2016. *Sensor #3 Cara Menggunakan Sensor Ultrasonic HC-SR04 dengan Arduino*. Diakses 2 Juni 2017 dari <http://www.qelectronics.id/cara-menggunakan-sensor-hc-sr04/>
- Rifa'i, Aulia Faqih. 2016. Sistem Pendeteksi Dan *Monitoring* Kebocoran Gas (*Liquefied* Petroleum Gas) Berbasis *Internet Of Things* . *JISKA*, **Vol.1/No.1, Mei 2016** : 5 – 13.
- Sarojo, G.A. 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Shihab, M.Q. 1996. *Wawasan Al Qur'an: Tafsir Maudhu'i Atas Pelbagai Persoalan Umat*. Bandung: Mizan.
- Siregar, R.A.A. dan R. Raymond. 2015. Model Sistem *Monitoring* Tangki Bahan Bakar Minyak Spbu Dengan Menggunakan Web Aplikasi Dan Sms Gateway. *JETri*, **Vol.12/No.2, Feb. 2015** : 59-72.
- Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Jakarta: Alfabeta.
- Suryono. 2012. *Workshop Peningkatan Mutu Penelitian Dosen Dan Mahasiswa*. Program Studi Fisika, Saintek, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Tambun, M.S., N. Sudjarwanto dan A. Trisanto. 2015. Rancang Bangun Model *Monitoring* Underground Tank SPBU Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, **Vol.9/No.2, Mei 2015** : 108-121.

LAMPIRAN

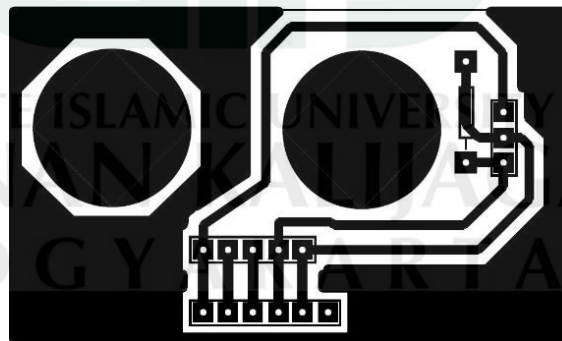
Lampiran 1

Pembuatan Skema Rangkaian

1. Skema dasar pada Proteus



2. *Layout PCB*



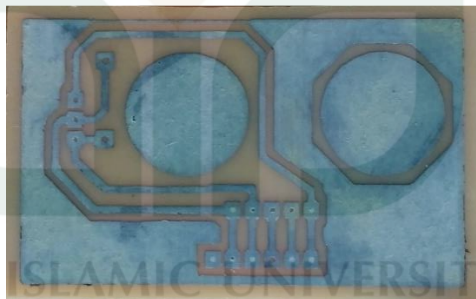
Lampiran 2

Pembuatan PCB

1. Proses penyetrikaan *layout* ke papan PCB



2. Papan PCB setelah dilarutkan



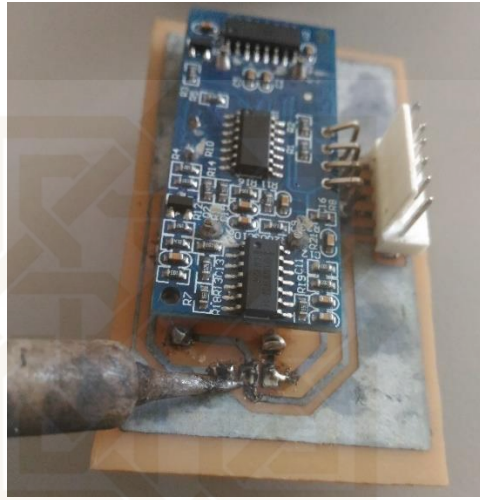
3. Proses pengeboran papan PCB



Lampiran 3

Pemasangan Komponen

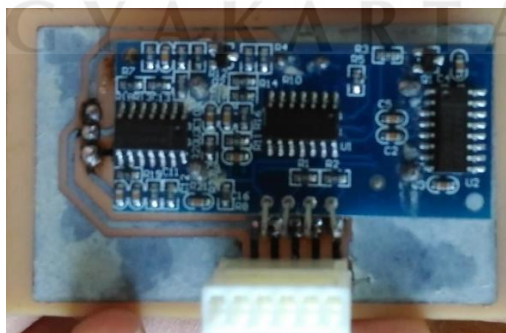
1. Proses penyolderan rangkaian sensor ke papan PCB



2. Tampilan rangkaian sensor



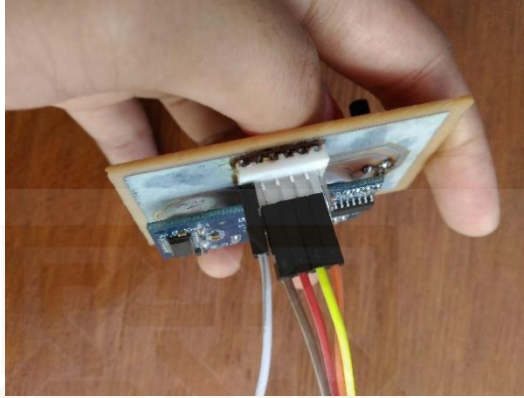
Tampak depan



Tampak belakang

Lanjutan

3. Proses menghubungkan kabel *jumper* ke PCB



4. Proses menghubungkan PCB ke NodeMCU melalui kabel *jumper*



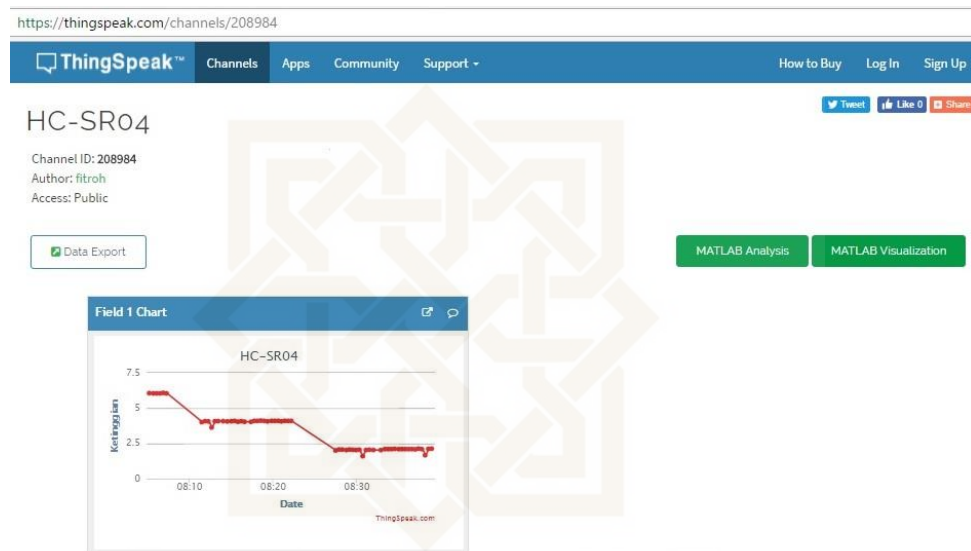
5. Proses menghubungkan alat ke *charger adaptor*



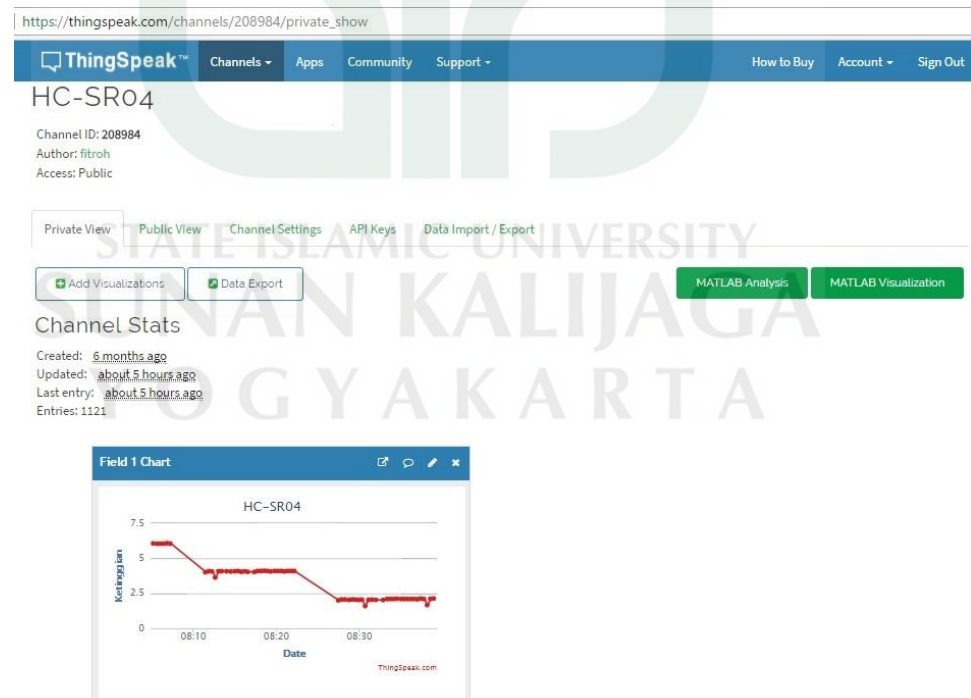
Lampiran 4

Pembuatan *Channel*

1. Tampilan *channel* HC-SR04



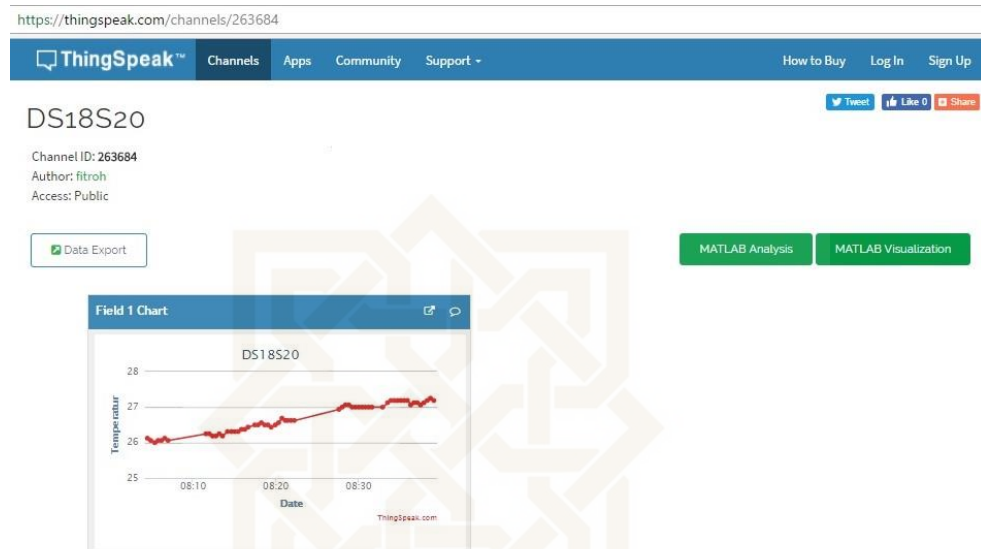
Tampilan publik



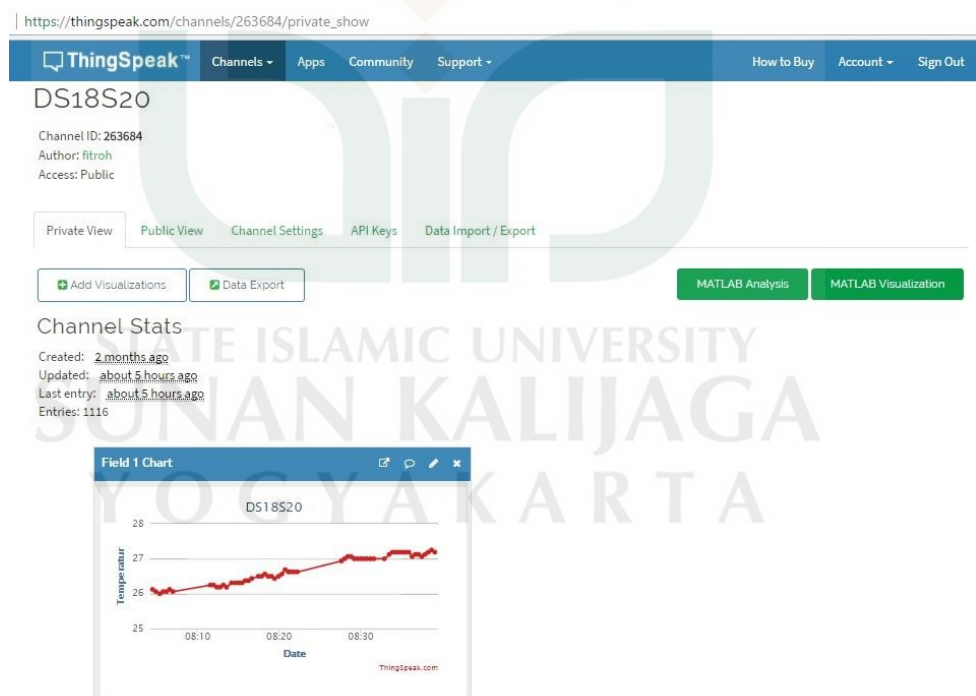
Tampilan pribadi

Lanjutan

2. Tampilan *channel* DS18S20



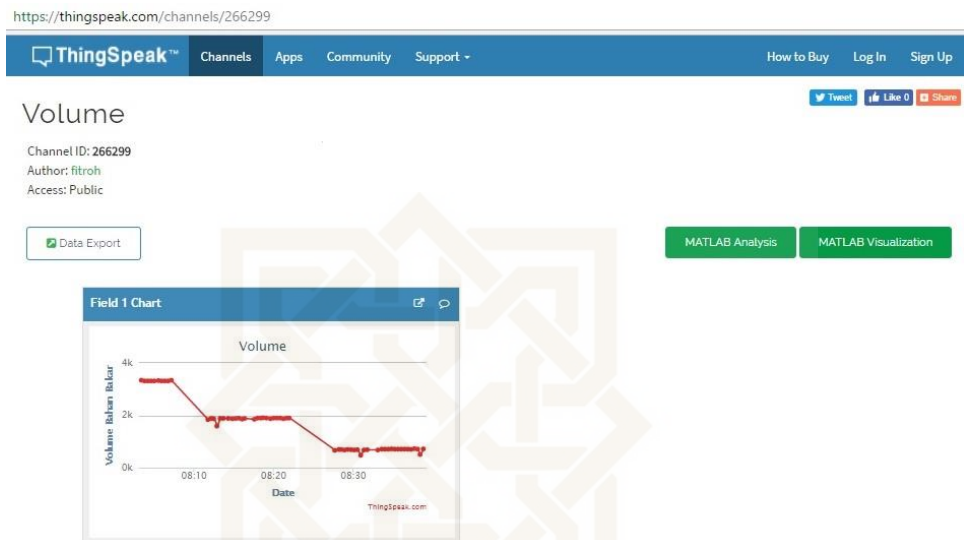
Tampilan publik



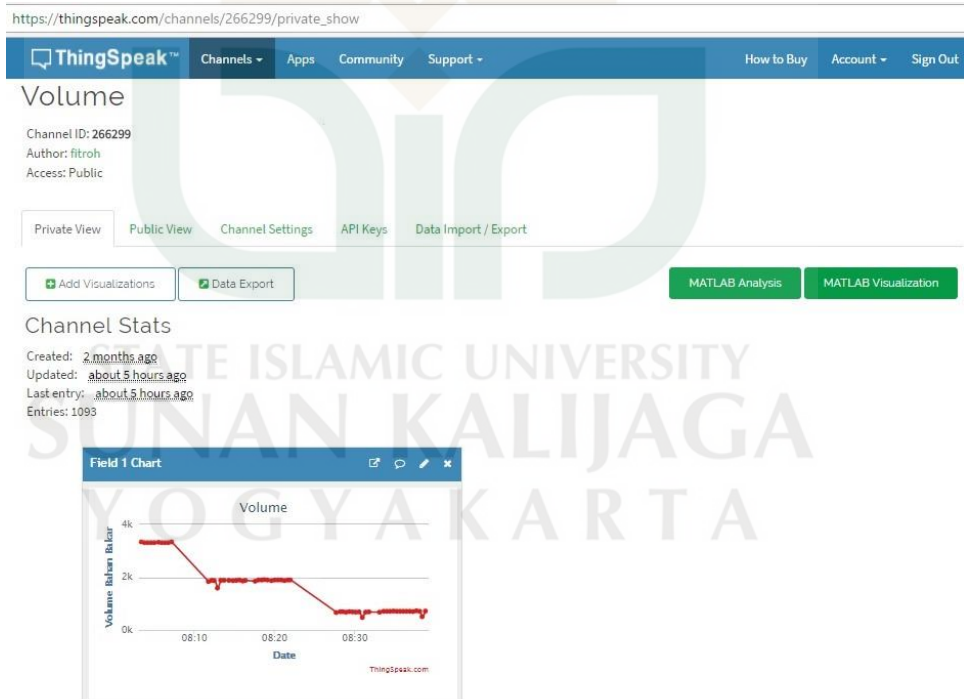
Tampilan pribadi

Lanjutan

3. Tampilan *channel* Volume



Tampilan publik



Tampilan pribadi

Lampiran 5

Program Untuk Pengujian Kedalaman Tanpa Koreksi Temperatur

```
#include "ThingSpeak.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define data_kaki D4
int TRIGGER = D1;
int ECHO = D2;

OneWire k1(data_kaki);
DallasTemperature masukan(&k1);

char ssid[] = "fitmer";
char pass[] = "fitrohmw";

int status = WL_IDLE_STATUS;
WiFiClient client;

unsigned long myChannelNumber1 = 208984;
const char * myWriteAPIKey1 = "2VY7A7ZRH2OHEVKC";

unsigned long myChannelNumber2 = 263684;
const char * myWriteAPIKey2 = "8R2NBLLN3UFTEYY1";

unsigned long myChannelNumber3 = 266299;
const char * myWriteAPIKey3 = "G8JHXF32YQM5THL4";

void setup() {
  WiFi.begin(ssid, pass);
  ThingSpeak.begin(client);

  Serial.begin(9600);
  pinMode(TRIGGER, OUTPUT);
  pinMode(ECHO, INPUT);
}

void loop() {
  float duration, t, h1, v, T, s1, p, r, l, f, g, milidetik;

  digitalWrite(TRIGGER, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(TRIGGER, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
```

```

digitalWrite(TRIGGER, LOW);
duration = pulseIn(ECHO, HIGH);

t = (duration/2) /10000;
milidetik = (duration/2) /10;

masukan.requestTemperatures();
T = masukan.getTempCByIndex(0);

s1 = (duration/2) / 29.1;
h1 = 26.5-s1;

r=13.25;
p=3.141592654;
l=35;
g=(h1-13.25)/13.25;
f=(13.25-h1)/13.25;

if (h1>=13.25){
  v = (((p*r*r*((p*r*r*(acos(g)*180/p)/180)-((h2-r)*(sqrt(r*r-((h2-r)*(h2-r)))))))*1)/1000;
}
else {
  v = (((p*r*r*(acos(f)*180/p)/180)-((r-h2)*(sqrt(r*r-((h2-r)*(h2-r)))))*1)/1000;
}

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber1, 1, h1, myWriteAPIKey1);
delay(1000);

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber2, 1, T, myWriteAPIKey2);
delay(1000);

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber3, 1, v, myWriteAPIKey3);
delay(1000);

Serial.print(milidetik);
Serial.println(" mili detik");
delay(1000);
}

```

Lampiran 6

Program Untuk Pengujian Kedalaman Dengan Koreksi Temperatur

```
#include "ThingSpeak.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define data_kaki D4
int TRIGGER = D1;
int ECHO = D2;

OneWire k1(data_kaki);
DallasTemperature masukan(&k1);

char ssid[] = "fitmer";
char pass[] = "fitrohmw";

int status = WL_IDLE_STATUS;
WiFiClient client;

unsigned long myChannelNumber1 = 208984;
const char * myWriteAPIKey1 = "2VY7A7ZRH2OHEVKC";

unsigned long myChannelNumber2 = 263684;
const char * myWriteAPIKey2 = "8R2NBLLN3UFTEYY1";

unsigned long myChannelNumber3 = 266299;
const char * myWriteAPIKey3 = "G8JHXF32YQM5THL4";

void setup() {
  WiFi.begin(ssid, pass);
  ThingSpeak.begin(client);

  Serial.begin(9600);
  pinMode(TRIGGER, OUTPUT);
  pinMode(ECHO, INPUT);
}

void loop() {
  float duration, t, h2, v, kecepatan, T, p, r, l, s2, f, g;

  digitalWrite(TRIGGER, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(TRIGGER, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
```

```

digitalWrite(TRIGGER, LOW);
duration = pulseIn(ECHO, HIGH);

t = (duration/2) /10000;

masukan.requestTemperatures();
T = masukan.getTempCByIndex(0);

kecepatan = 331*(sqrt(1+0.00366*T));
s2 = t*kecepatan;
h2 = 26.5-s2;

r=13.25;
p=3.141592654;
l=35;
g=(h2-r)/r;
f=(r-h2)/r;

if (h2>=13.25){
  v = ((p*r*r-((p*r*r*(acos(g)*180/p)/180)-((h2-r)*(sqrt(r*r-((h2-r)*(h2-r)))))))*1)/1000;
}
else {
  v = (((p*r*r*(acos(f)*180/p)/180)-((r-h2)*(sqrt(r*r-((h2-r)*(h2-r))))))*1)/1000;
}

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber1, 1, h2, myWriteAPIKey1);
delay(1000);

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber2, 1, T, myWriteAPIKey2);
delay(1000);

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber3, 1, v, myWriteAPIKey3);
delay(1000);
}

```


Lampiran 7

Program Untuk Pengujian Kedalaman Dengan Kalkulasi Faktor Koreksi

```
#include "ThingSpeak.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define data_kaki D4
int TRIGGER = D1;
int ECHO = D2;

OneWire k1(data_kaki);
DallasTemperature masukan(&k1);

char ssid[] = "fitmer";
char pass[] = "fitrohmw";

int status = WL_IDLE_STATUS;
WiFiClient client;

unsigned long myChannelNumber1 = 208984;
const char * myWriteAPIKey1 = "2VY7A7ZRH2OHEVKC";

unsigned long myChannelNumber2 = 263684;
const char * myWriteAPIKey2 = "8R2NBLLN3UFTEYY1";

unsigned long myChannelNumber3 = 266299;
const char * myWriteAPIKey3 = "G8JHXF32YQM5THL4";

void setup() {
  WiFi.begin(ssid, pass);
  ThingSpeak.begin(client);

  Serial.begin(9600);
  pinMode(TRIGGER, OUTPUT);
  pinMode(ECHO, INPUT);
}

void loop() {
  float duration, t, h3, v, T, p, r, l, f, g;

  digitalWrite(TRIGGER, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(TRIGGER, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
```

```

digitalWrite(TRIGGER, LOW);
duration = pulseIn(ECHO, HIGH);

t = (duration/2) /10000;

masukan.requestTemperatures();
T = masukan.getTempCByIndex(0);

h3 = (76.606-(milidetik))/2.9051;

r=13.25;
l=35;
p=3.141592654;
g=(h3-r)/r;
f=(r-h3)/r;

if (h3>=r){
  v = ((p*r*r-((p*r*r*(acos(g)*180/p)/180)-((h3-r)*(sqrt(r*r-((h3-r)*(h3-r)))))))*1)/1000;
}
else {
  v = (((p*r*r*(acos(f)*180/p)/180)-((r-h3)*(sqrt(r*r-((h3-r)*(h3-r))))))*1)/1000;
}

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber1, 1, h3, myWriteAPIKey1);
delay(1000);

ThingSpeak.writeField(myChannelNumber2, 1, T, myWriteAPIKey2);
delay(1000);

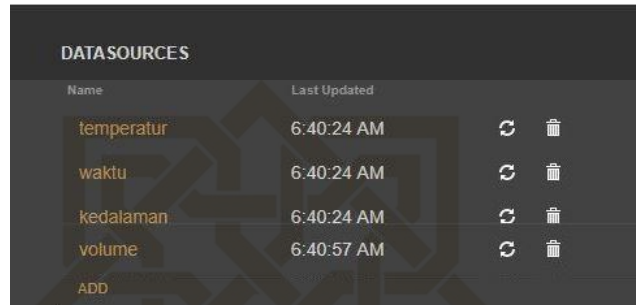
ThingSpeak.writeField(myChannelNumber3, 1, v, myWriteAPIKey3);
delay(1000);
}

```

Lampiran 8

Pembuatan Media Penampil Data

1. Jumlah sumber data

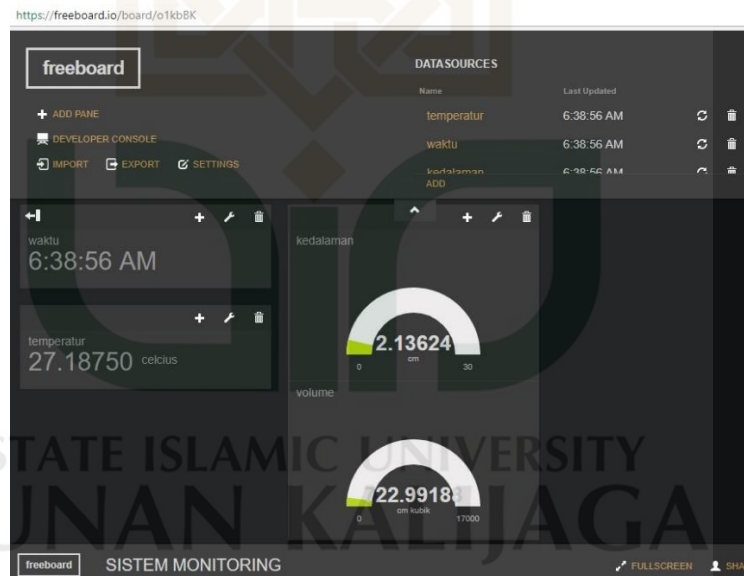


A screenshot of a 'DATASOURCES' table. The table has two columns: 'Name' and 'Last Updated'. There are four rows of data, each with a refresh and delete icon. Below the table is an 'ADD' button.

Name	Last Updated		
temperatur	6:40:24 AM	↻	🗑️
waktu	6:40:24 AM	↻	🗑️
kedalaman	6:40:24 AM	↻	🗑️
volume	6:40:57 AM	↻	🗑️

ADD

2. Tampilan digital sumber data (tampilan pribadi)



Lampiran 9

Desain Media Pengujian

1. Tampilan ember cat



Tampak samping



Tampak atas

2. Peletakan alat



Lampiran 10

Hasil Pengujian Temperatur

Waktu (WIB)	Temperatur (°C)	Temperatur oleh alat (T) (°C)										Rata- rata
		Perulangan ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
06.00	26,50	26,00	26,00	26,06	26,00	26,00	26,06	26,06	26,06	26,00	25,94	26,02
11.00	30,10	30,06	30,06	30,12	30,06	30,06	30,12	30,12	30,06	30,06	30,12	30,08
17.00	28,30	28,06	28,12	28,19	28,12	28,19	28,25	28,25	28,31	28,31	28,25	28,21

Lampiran 11

Hasil Perolehan Lama Waktu Tempuh Gelombang Ultrasonik

No.	Kedalaman (cm)	Waktu tempuh (t) (ms)										\bar{t} (ms)
		t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	
1	2	69,7442	69,6381	69,6308	69,6730	69,7152	69,8214	69,7225	69,6803	69,6453	69,7297	69,7001
2	4	64,1386	65,3555	65,3555	64,1186	64,1386	64,2577	64,2510	64,1453	64,2577	64,2510	64,4269
3	6	58,6575	58,5585	58,5707	58,5272	58,5646	58,4534	58,5463	58,4413	59,6351	58,4595	58,6414
4	8	53,1140	52,9211	53,0370	52,8275	53,0425	51,8020	54,0788	52,9377	52,9433	52,9377	52,9642
5	10	47,2322	47,3413	47,2470	47,2470	47,3413	47,3561	47,2618	47,3065	47,3462	47,2420	47,2921
6	12	41,4274	41,5309	42,6137	41,5179	41,5309	42,6137	42,6092	41,5179	42,6181	41,4274	41,9407
7	14	35,6201	35,5174	35,6164	35,6127	35,5211	36,7139	36,7062	35,6313	35,5854	35,5433	35,8068
8	16	29,9416	29,9447	29,8456	29,9479	29,9479	31,1874	29,9510	29,8518	29,8487	29,9479	30,0414
9	18	24,3717	24,3692	24,2701	24,2676	24,2676	24,2701	24,2701	24,3667	24,2701	24,2701	24,2993
10	20	18,3875	18,2864	18,2864	18,3875	18,3836	18,3855	18,3836	18,3817	18,4293	18,4770	18,3789

Lampiran 12

Hasil Pengujian Kedalaman Tanpa Koreksi Temperatur

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
1	19.53	2	0,6639	2,2732	2,274918	0,8906	0,891355	27,750	27,650
				2,2732		0,8906		27,750	
				2,2732		0,8906		27,688	
				2,2732		0,8906		27,688	
				2,2732		0,8906		27,625	
				2,2732		0,8906		27,625	
				2,2732		0,8906		27,625	
				2,2904		0,8982		27,563	
				2,2732		0,8906		27,625	
				2,2732		0,8906		27,563	
2	20.10	4	1,8323	4,2320	4,144330	1,9809	1,925749	27,375	27,476
				3,9227		1,7837		27,474	
				3,9227		1,7837		27,375	
				4,3351		2,0482		27,474	
				4,3179		2,0369		27,500	
				3,8540		1,7411		27,500	
				4,3007		2,0256		27,500	
				4,3007		2,0256		27,500	
				3,9227		1,7838		27,500	
				4,3351		2,0481		27,563	
3	20.22	6	3,2802	5,8299	6,017182	3,1050	3,248289	27,563	27,481
				5,8299		3,1046		27,625	
				5,7612		3,0534		27,563	
				5,8471		3,1183		27,500	

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
				6,1735		3,3684		27,313	
				5,8643		3,1325		27,313	
				6,2423		3,4205		27,438	
				6,2079		3,3934		27,500	
				6,2079		3,3934		27,500	
				6,2079		3,3934		27,500	
				8,1323		4,9596		27,438	
				7,8058		4,6839		27,438	
				7,8058		4,6839		27,438	
				8,1323		4,9596		27,438	
4	20.32	8	4,9133	8,2354	8,118557	5,0474	4,948455	27,438	27,419
				8,2010		5,0181		27,375	
				8,2354		5,0474		27,438	
				8,2010		5,0181		27,438	
				8,2010		5,0181		27,438	
				8,2354		5,0487		27,313	
				10,1426		6,7239		27,500	
				10,2113		6,7881		27,313	
				10,1770		6,7578		27,250	
				10,1598		6,7437		27,125	
5	20.40	10	6,6682	10,2457	10,201030	6,8220	6,779067	27,063	27,269
				10,2285		6,8058		27,125	
				10,2113		6,7874		27,250	
				10,2113		6,7874		27,313	
				10,2113		6,7874		27,375	
				10,2113		6,7874		27,375	

Lanjutan

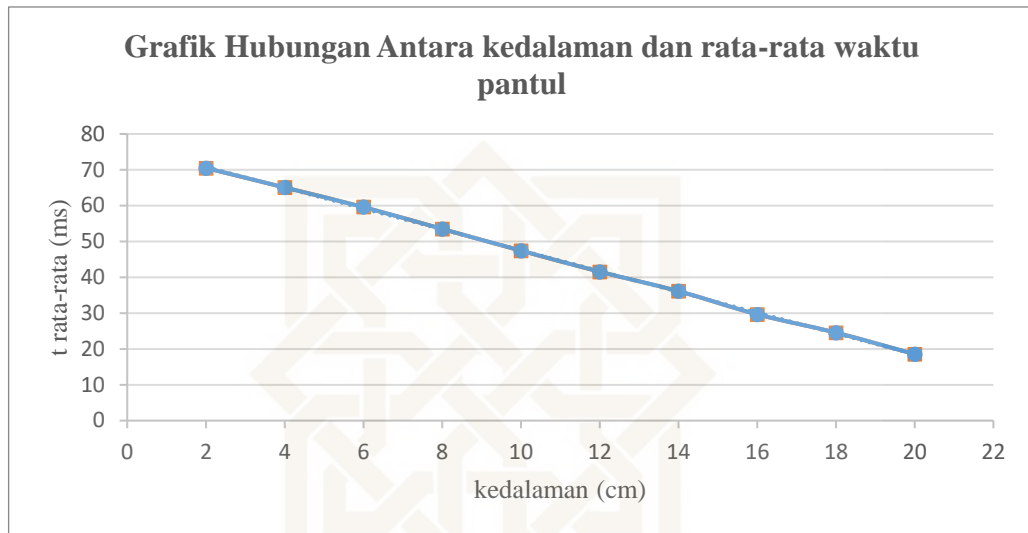
No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
6	20.48	12	8,4944	12,1529	12,226804	8,5699	8,641878	27,188	26,891
				12,5481		8,9390		27,000	
				12,1529		8,5748		26,750	
				12,1529		8,5741		26,813	
				12,1529		8,5734		26,875	
				12,1529		8,5734		26,875	
				12,1186		8,5408		26,974	
				12,1529		8,5741		26,813	
				12,5481		8,9404		26,875	
				12,1357		8,5588		26,750	
7	21.00	14	10,3473	14,1289	14,084192	10,4126	10,370415	26,875	26,931
				14,1461		10,4280		26,938	
				14,1804		10,4611		26,813	
				14,1804		10,4623		26,688	
				14,1461		10,4292		26,813	
				14,1461		10,4280		26,938	
				13,7680		10,0754		27,000	
				13,7680		10,0747		27,063	
				14,1804		10,4588		27,063	
				14,1976		10,4741		27,125	
8	22.07	16	12,1842	16,5516	16,310995	12,6448	12,426449	26,563	26,569
				16,2079		12,3335		26,500	
				16,1907		12,3169		26,625	
				16,6203		12,7061		26,688	
				16,1907		12,3174		26,563	
				16,1907		12,3183		26,438	
16,5859	12,6754	26,625							

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
				16,1907		12,3174		26,563	
				16,1907		12,3174		26,563	
				16,1907		12,3174		26,563	
				18,0464		13,9717		26,938	
				17,6512		13,6256		26,875	
				18,1151		14,0322		26,813	
				18,1151		14,0322		26,625	
9	22.16	18	13,9614	18,1151	18,061855	14,0322	13,985461	26,625	26,763
				18,1151		14,0322		26,688	
				18,1151		14,0322		26,750	
				18,1151		14,0322		26,750	
				18,1151		14,0322		26,750	
				18,1151		14,0322		26,813	
				20,1083		15,7010		26,875	
				20,1254		15,7154		26,625	
				20,1254		15,7154		26,750	
				20,1254		15,7154		26,750	
10	22.24	20	15,6302	20,1254	20,123712	15,7154	15,713992	26,813	26,738
				20,1254		15,7154		26,750	
				20,1254		15,7154		26,688	
				20,1254		15,7154		26,750	
				20,1254		15,7154		26,750	
				20,1254		15,7154		26,625	

Lampiran 13

Perhitungan Fungsi Transfer



Grafik di atas berbentuk *linear* sehingga dalam menentukan fungsi transfer digunakan persamaan umum fungsi transfer $Y_i = a + bX_i$.

Tabel Perhitungan Mencari Fungsi Transfer

No.	Kedalaman (h) (cm)	Waktu tempuh (t) (ms)	h^2 (cm^2)	t^2 (ms^2)	$h.t$ ($cm.ms$)
1	2	70,495	4	4969,545025	140,99
2	4	65,055	16	4232,153025	260,22
3	6	59,599	36	3552,040801	357,594
4	8	53,490	64	2861,1801	427,92
5	10	47,430	100	2249,6049	474,3
6	12	41,545	144	1725,987025	498,54
7	14	36,130	196	1305,3769	505,82
8	16	29,650	256	879,1225	474,4
9	18	24,555	324	602,948025	441,99
10	20	18,555	400	344,288025	371,1
Σ	110	446,504	1540	22722,24633	3952,874
Σ^2	12100				

Lanjutan

1. Menentukan nilai a

$$a = \frac{\sum t_i \sum h_i^2 - \sum h_i \sum h_i t_i}{n \sum h_i^2 - (\sum h_i)^2}$$

$$a = \frac{446,504 \cdot 1540 - 110 \cdot 3952,874}{10 \cdot 1540 - 12100}$$

$$a = \frac{252800,02}{10 \cdot 1540 - 12100}$$

$$a = 76,606$$

2. Menentukan nilai b

$$b = \frac{n \sum h_i t_i - \sum h_i \sum t_i}{n \sum h_i^2 - (\sum h_i)^2}$$

$$b = \frac{10 \cdot 3952,874 - 110 \cdot 446,504}{10 \cdot 1540 - 12100}$$

$$b = \frac{-9586,7}{10 \cdot 1540 - 12100}$$

$$b = -2,9051$$

3. Persamaan fungsi transfer dan kebalikan fungsinya

$$Y_i = a + bX_i$$

$$t = 76,606 - 2,9051 h$$

$$h = \frac{76,606 - t}{2,9051}$$

Lampiran 14

Hasil Pengujian Kedalaman Dengan Koreksi Temperatur

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
1	19.53	2	0,6639	2,0065	2,005436	0,6671	0,66761	26,938	27,006
				2,0734		0,7001		27,000	
				2,0708		0,6989		27,063	
				2,0361		0,6816		27,063	
				2,0734		0,7001		27,000	
				2,0560		0,6915		27,000	
				2,0387		0,6829		27,000	
				2,0560		0,6915		27,000	
				1,6049		0,4795		27,000	
				2,0387		0,6829		27,000	
2	20.10	4	1,8323	4,0098	4,060632	1,8389	1,87274	26,250	26,281
				4,0791		1,8851		26,250	
				4,0642		1,8751		26,188	
				4,0791		1,8851		26,250	
				4,0815		1,8867		26,188	
				4,0768		1,8835		26,313	
				4,0595		1,8719		26,313	
				4,0768		1,8835		26,313	
				4,0398		1,8588		26,375	
				4,0398		1,8588		26,375	
3	20.22	6	3,2802	6,0087	6,044890	3,2870	3,31508	26,063	26,088
				6,0776		3,3406		26,125	
				6,0432		3,3137		26,125	
				6,0432		3,3137		26,125	

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
				6,0432		3,3137		26,125	
				6,0432		3,3137		26,063	
				6,0604		3,3271		26,000	
				6,0432		3,3137		26,063	
				6,0432		3,3137		26,063	
				6,0432		3,3137		26,125	
				8,0278		4,9369		25,750	
				8,0816		4,9829		25,688	
				8,0816		4,9829		25,688	
				8,0470		4,9533		25,688	
4	20.32	8	4,9133	8,0470	8,051420	4,9533	4,95710	25,688	25,713
				8,0470		4,9533		25,688	
				8,0470		4,9533		25,688	
				8,0470		4,9533		25,688	
				8,0470		4,9533		25,688	
				8,0431		4,9500		25,813	
				8,0451		4,9517		25,750	
				9,9961		6,6647		25,313	
				10,0653		6,7270		25,313	
				10,0290		6,6943		25,375	
				10,0290		6,6943		25,375	
5	20.40	10	6,6682	10,0290	10,032643	6,6943	6,69754	25,375	25,169
				10,0463		6,7098		25,375	
				10,0463		6,7098		25,375	
				10,0290		6,6943		25,375	
				10,0273		6,6927		25,438	
				10,0290		6,6943		23,375	

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
6	20.48	12	8,4944	12,0827	12,082368	8,5708	8,57047	24,875	24,888
				12,0827		8,5708		24,875	
				12,0842		8,5721		24,813	
				12,0842		8,5721		24,813	
				12,0827		8,5708		24,875	
				12,0812		8,5694		24,938	
				12,0827		8,5708		24,875	
				12,0812		8,5694		24,938	
				12,0812		8,5694		24,938	
				12,0812		8,5694		24,938	
7	21.00	14	10,3473	14,0531	14,048775	10,3965	10,39247	24,063	24,269
				14,0531		10,3965		24,063	
				14,0505		10,3940		24,188	
				14,0466		10,3904		24,375	
				14,0466		10,3904		24,375	
				14,0466		10,3904		24,375	
				14,0505		10,3940		24,188	
				14,0479		10,3916		24,313	
				14,0466		10,3904		24,375	
				14,0466		10,3904		24,375	
8	22.07	16	12,1842	16,0661	16,063618	12,2442	12,24194	25,438	25,581
				16,0661		12,2442		25,438	
				16,0683		12,2462		25,313	
				16,0607		12,2393		25,750	
				16,0607		12,2393		25,750	
				16,0607		12,2393		25,750	
				16,0661		12,2442		25,438	

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
				16,0661		12,2442		25,438	
				16,0607		12,2393		25,750	
				16,0607		12,2393		25,750	
				18,0001		14,0479		26,000	
				18,0325		13,9895		25,875	
				18,0325		13,9895		25,875	
				18,0325		13,9895		25,875	
9	22.16	18	13,9614	18,0645	18,032733	14,0172	13,99836	26,063	25,888
				18,0325		13,9895		25,875	
				18,0325		13,9895		25,875	
				18,0325		13,9895		25,875	
				18,0334		13,9903		25,813	
				18,0343		13,9911		25,750	
				20,0324		15,6560		26,688	
				20,0684		15,6847		26,563	
				20,0677		15,6842		26,625	
				20,0324		15,6560		26,688	
10	22.24	20	15,6302	20,0698	20,050869	15,6858	15,67075	26,438	26,581
				20,0324		15,6560		26,688	
				20,0324		15,6560		26,688	
				20,0704		15,6863		26,375	
				20,0704		15,6863		26,375	
				20,0324		15,6560		26,688	

Lampiran 15

Hasil Pengujian Kedalaman Dengan Kalkulasi Faktor Koreksi

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
1	19.53	2	0,6639	2,1018	0,105262	0,7143	0,71608	27,125	27,163
				2,1018		0,7143		27,125	
				2,1190		0,7230		27,188	
				2,1018		0,7143		27,188	
				2,1018		0,7143		27,188	
				2,1190		0,7230		27,188	
				2,1018		0,7143		27,188	
				2,1018		0,7143		27,188	
				2,1018		0,7143		27,188	
				2,1018		0,7143		27,063	
2	20.10	4	1,8323	4,0295	0,086262	1,8519	1,88989	26,500	26,538
				4,0983		1,8979		26,500	
				4,0983		1,8979		26,563	
				4,1155		1,9095		26,500	
				4,0983		1,8979		26,500	
				4,0639		1,8749		26,438	
				4,0983		1,8979		26,500	
				4,0983		1,8979		26,563	
				4,0983		1,8979		26,688	
				4,0639		1,8749		26,625	
3	20.22	6	3,2802	6,0087	0,044890	3,2870	3,31508	26,063	26,088
				6,0776		3,3406		26,125	
				6,0432		3,3137		26,125	
				6,0432		3,3137		26,125	

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
				6,0432		3,3137		26,125	
				6,0432		3,3137		26,063	
				6,0604		3,3271		26,000	
				6,0432		3,3137		26,063	
				6,0432		3,3137		26,063	
				6,0432		3,3137		26,125	
				8,0052		4,9177		25,813	
				8,0397		4,9471		25,813	
				8,0397		4,9471		25,813	
				8,0397		4,9471		25,750	
4	20.32	8	4,9133	8,0397	0,036208	4,9471	4,94413	25,750	25,775
				8,0397		4,9471		25,750	
				8,0397		4,9471		25,813	
				8,0397		4,9471		25,750	
				8,0397		4,9471		25,750	
				8,0397		4,9471		25,750	
				9,9501		6,6233		25,438	
				10,0189		6,6852		25,438	
				9,9845		6,6543		25,438	
				9,9845		6,6543		25,500	
5	20.40	10	6,6682	9,9845	0,001722	6,6543	6,66664	25,438	25,481
				10,0189		6,6852		25,438	
				9,9845		6,6543		25,438	
				10,0189		6,6852		25,500	
				10,0189		6,6852		25,563	
				10,0189		6,6852		25,625	

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
6	20.48	12	8,4944	11,9810	0,037793	8,4769	8,52930	25,000	25,031
				12,0498		8,5404		25,000	
				12,0498		8,5404		24,938	
				12,0498		8,5404		24,938	
				12,0498		8,5404		25,000	
				11,9982		8,4927		25,063	
				12,0498		8,5404		25,063	
				12,0498		8,5404		25,125	
				12,0498		8,5404		25,125	
				12,0498		8,5404		25,063	
7	21.00	14	10,3473	13,9603	0,025952	10,3105	10,32327	24,625	24,656
				13,9603		10,3105		24,563	
				13,9603		10,3105		24,563	
				13,9947		10,3424		24,625	
				13,9603		10,3105		24,688	
				13,9947		10,3424		24,688	
				13,9603		10,3105		24,688	
				13,9603		10,3105		24,688	
				13,9947		10,3424		24,688	
				13,9947		10,3424		24,750	
8	22.07	16	12,1842	15,9396	0,020857	12,1294	12,16531	25,250	25,250
				15,9740		12,1606		25,250	
				15,9912		12,1763		25,250	
				15,9740		12,1606		25,313	
				15,9912		12,1763		25,375	
				16,0084		12,1919		25,375	
				15,9740		12,1606		25,313	

Lanjutan

No.	Waktu (WIB)	h_s (cm)	V_s (liter)	h (cm)	\bar{h} (cm)	V (liter)	\bar{V} (liter)	T (°C)	\bar{T} (°C)
				15,9740		12,1606		25,188	
				15,9740		12,1606		25,188	
				15,9912		12,1763		25,000	
				17,9705		13,9358		25,625	
				17,9705		13,9358		25,563	
				17,9705		13,9358		25,438	
				17,9705		13,9358		25,500	
9	22.16	18	13,9614	17,9705	0,026088	13,9358	13,93880	25,563	25,525
				18,0049		13,9656		25,688	
				17,9705		13,9358		25,500	
				17,9705		13,9358		25,500	
				17,9705		13,9358		25,500	
				17,9705		13,9358		25,500	
				17,9705		13,9358		25,375	
				19,9325		15,5763		26,125	
				19,5367		15,2561		26,000	
				19,9842		15,6460		25,938	
				19,9842		15,6460		25,938	
10	22.24	20	15,6302	20,0186	0,048533	15,6176	15,59153	26,000	25,994
				20,0186		15,6176		26,000	
				19,9842		15,6460		26,063	
				20,0186		15,6460		26,188	
				20,0186		15,6176		25,875	
				20,0186		15,6460		25,813	

Lampiran 16

Hasil Perbandingan Pengolahan Data

Tabel Perbandingan Data Kedalaman

No.	Kedalaman (cm)	Tanpa koreksi temperatur (cm)		Dengan koreksi temperatur (cm)		Dengan kalkulasi faktor koreksi (cm)	
		\bar{h}	% error	\bar{h}	% error	\bar{h}	% error
1	2	2,27492	13,746%	2,00544	0,2718%	2,10526	5,2631%
2	4	4,14433	3,6083%	4,06063	1,5158%	4,08626	2,1565%
3	6	6,01718	0,2864%	6,04489	0,7482%	6,04489	0,7482%
4	8	8,11856	1,4820%	8,05142	0,6427%	8,03621	0,4526%
5	10	10,2010	2,0103%	10,03264	0,3264%	9,99828	0,0172%
6	12	12,2268	1,8900%	12,08237	0,6864%	12,03779	0,3149%
7	14	14,0842	0,6014%	14,04878	0,3484%	13,97405	0,1854%
8	16	16,3110	1,9437%	16,06362	0,3976%	15,97914	0,1304%
9	18	18,0619	0,3436%	18,04272	0,1819%	17,97391	0,1449%
10	20	20,1237	0,6186%	20,05087	0,2543%	19,95147	0,2427%
Σ			2,6530%		0,5374%		0,9656%

Tabel Perbandingan Data Volume

No.	Volume (liter)	Volume oleh alat (liter)					
		Tanpa koreksi temperatur		Dengan koreksi temperatur		Dengan kalkulasi faktor koreksi	
		\bar{V}	% error	\bar{V}	% error	\bar{V}	% error
1	0,6639	0,89135	34,265%	0,66761	0,5616%	0,71608	7,8625%
2	1,8323	1,92575	5,0985%	1,87274	2,2053%	1,88989	3,1412%
3	3,2802	3,24829	0,9723%	3,31508	1,0639%	3,31508	1,0639%
4	4,9133	4,94845	0,7161%	4,95710	0,8921%	4,94413	0,6281%
5	6,6682	6,77907	1,6629%	6,69910	0,4403%	6,66664	0,0231%
6	8,4944	8,64188	1,7362%	8,57047	0,8956%	8,52930	0,4109%
7	10,3473	10,3704	0,2233%	10,3925	0,4365%	10,3233	0,2323%
8	12,1842	12,4265	1,9878%	12,2419	0,4735%	12,1653	0,1554%
9	13,9614	13,9855	0,1723%	13,9984	0,2647%	13,9388	0,1619%
10	15,6302	15,7140	0,5360%	15,6708	0,2593%	15,5915	0,2475%
Σ			4,7370%		0,7493%		1,3927%

Lampiran 17

Perhitungan Koefisien Korelasi Dan Presisi Untuk Pengujian Temperatur

No.	T (°C)	T sebenarnya (Ts) (°C)	T.Ts (°C)	T ² (°C)	Ts ² (°C)	T _{max} – T _{min}
1	26,02	26,5	689,4770	676,94	702,25	0,12
2	30,08	30,1	905,5284	905,05	906,01	0,06
3	28,21	28,3	798,2015	795,52	800,89	0,25
Σ	84,31	84,9	2393,2069	2377,505405	2409,15	
Σ^2	7107,670249	7208,01				

1. Koefisien korelasi

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{10 \cdot 2393,2069 - 84,31 \cdot 84,9}{\sqrt{[10 \cdot 7107,670249 - 7107,670249][10 \cdot 2409,15 - 7208,01]}}$$

$$r = \frac{16774,4047}{\sqrt{281403607,7}}$$

$$r = 0,999959213$$

2. Menentukan Presisi

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{0,25}{28,31} \times 100\% = 0,883080184$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \delta$$

$$\text{Presisi} = 99,1169\%$$

Lampiran 18

Perhitungan Akurasi Dan Presisi Untuk Pengujian Kedalaman Tanpa

Koreksi Temperatur

No.	h rata-rata (h) (cm)	h sebenarnya (hs) (cm)	h.hs (cm)	h ² (cm)	hs ² (cm)	h _{max} – h _{min}
1	2,274918	2	4,549836	5,175251907	4	0,01718
2	4,144330	4	16,57732	17,17547115	16	0,4811
3	6,017182	6	36,103092	36,20647922	36	0,4811
4	8,118557	8	64,948456	65,91096776	64	0,42956
5	10,201030	10	102,0103	104,0610131	100	0,10309
6	12,226804	12	146,721648	149,4947361	144	0,42955
7	14,084192	14	197,178688	198,3644643	196	0,42955
8	16,310995	16	260,97592	266,0485579	256	0,42955
9	18,061855	18	325,11339	326,230606	324	0,46392
10	20,123712	20	402,47424	404,9637847	400	0,01718
Σ	111,563575	110	1556,65289	1573,631332	1540	
Σ²	12446,43127	12100				

1. Menentukan Akurasi

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{10 \cdot 1556,65289 - 111,563575 \cdot 110}{\sqrt{[10 \cdot 1573,631332 - 12446,43127][10 \cdot 1540 - 12100]}}$$

$$r = \frac{3294,53565}{\sqrt{10856610,78}}$$

$$r = 0,999878148$$

$$\text{Akurasi} = r \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 0,999878148 \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,9878\%$$

Lanjutan

2. Menentukan Presisi

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{0,4811}{20,12543} \times 100\%$$

$$\delta = 2,39050793$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \delta$$

$$\text{Presisi} = 100\% - 2,39050793$$

$$\text{Presisi} = 97,6095\%$$

Lampiran 19

Perhitungan Akurasi Dan Presisi Untuk Pengujian Kedalaman Dengan Koreksi Temperatur

No.	h rata-rata (h) (cm)	h sebenarnya (hs) (cm)	h.hs (cm)	h ² (cm)	hs ² (cm)	h _{max} – h _{min}
1	2,005436	2	4,010872	4,02177355	4	0,46841
2	4,060632	4	16,242528	16,48873224	16	0,07165
3	6,044890	6	36,26934	36,54069511	36	0,06885
4	8,051420	8	64,41136	64,82536402	64	0,05387
5	10,032643	10	100,32643	100,6539256	100	0,06919
6	12,082368	12	144,988416	145,9836165	144	0,00302
7	14,048775	14	196,68285	197,368079	196	0,00654
8	16,063618	16	257,017888	258,0398232	256	0,00764
9	18,032733	18	324,589194	325,1794594	324	0,0644
10	20,050869	20	401,01738	402,0373477	400	0,03803
Σ	110,4733	110	1545,557	1551,138816	1540	
Σ²	12204,35001	12100				

1. Menentukan Akurasi

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{10 \cdot 1545,557 - 110,4733 \cdot 110}{\sqrt{[10 \cdot 1551,138816 - 12204,35001][10 \cdot 1540 - 12100]}}$$

$$r = \frac{3303,507}{\sqrt{10913225,9}}$$

$$r = 0,999996912$$

$$\text{Akurasi} = r \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 0,999996912 \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,9997\%$$

Lanjutan

2. Menentukan Presisi

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{0,46841}{20,070} \times 100\%$$

$$\delta = 2,333832576$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \delta$$

$$\text{Presisi} = 100\% - 2,333832576$$

$$\text{Presisi} = 97,6662\%$$

Lampiran 20

Perhitungan Akurasi Dan Presisi Untuk Pengujian Kedalaman Dengan

Kalkulasi Faktor Koreksi

No.	h rata-rata (h) (cm)	h sebenarnya (hs) (cm)	h.hs (cm)	h ² (cm)	hs ² (cm)	h _{max} – h _{min}
1	2,105262	2	4,210524	4,432128089	4	0,01721
2	4,086262	4	16,345048	16,69753713	16	0,08606
3	6,044890	6	36,26934	36,54069511	36	0,06885
4	8,036208	8	64,289664	64,58063902	64	0,03442
5	9,998278	10	99,98278	99,96556297	100	0,06884
6	12,037793	12	144,453516	144,9084603	144	0,06884
7	13,974048	14	195,636672	195,2740175	196	0,03442
8	15,979143	16	255,666288	255,333011	256	0,06884
9	17,973912	18	323,530416	323,0615126	324	0,03442
10	19,951467	20	399,02934	398,0610355	400	0,48191
Σ	110,18726	110	1539,4135	1538,8545	1540	
Σ²	12141,2323	12100				

1. Menentukan Akurasi

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{10 \cdot 1539,4135 - 110,18726 \cdot 110}{\sqrt{[10 \cdot 1538,8547 - 12141,2323][10 \cdot 1540 - 12100]}}$$

$$r = \frac{3273,53695}{\sqrt{10716138,51}}$$

$$r = 0,9999954$$

$$\text{Akurasi} = r \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 0,9999954 \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,9995\%$$

Lanjutan

2. Menentukan Presisi

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{0,46841}{20,019} \times 100\%$$

$$\delta = 2,407312403$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \delta$$

$$\text{Presisi} = 100\% - 2,407312403$$

$$\text{Presisi} = 97,5927\%$$

CURRICULUM VITAE

Data Pribadi

Nama : Fitroh Merkuri Wandani
Tempat, Tanggal Lahir : Ponorogo, 5 Mei 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Rumah : RT 1 / RW 2 Dukuh Pelem, Pelem, Bungkal,
Ponorogo, Jawa Timur
Nomor Telepon : 085731585975
Alamat E-mail : fitrohmw@gmail.com



Riwayat Pendidikan

SD Negeri 2 Pelem (2001 – 2007)
SMP Negeri 1 Bungkal (2007 – 2010)
SMA Negeri 2 Ponorogo (2010 – 2013)
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta – S1 Fisika (2013 – 2017)

Pengalaman Organisasi

Putu Warok UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta (2013 – 2017)
Perkumpulan Mahasiswa Ponorogo Yogyakarta (2013 – 2017)
Paguyuban Seni Reyog Ponorogo Manggolo Mudho Yogyakarta (2013 – 2015)
Unit Kegiatan Mahasiswa Olahraga UIN Sunan Kalijaga (2013 – 2015)
HM-PS Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta (2014 – 2015)

Sanggar Citra Budaya Fakultas Sains dan Teknologi (2014 – 2016)

Study Club Fisika Instrumentasi (2014 – 2017)

Riwayat Kerja

Asisten praktikum Fisika Dasar I (2015 – 2016)

Asisten praktikum Fisika Dasar II (2015 – 2017)

Asisten praktikum Elektronika Dasar (2015 – 2016)

Tentor di bimbingan belajar Kindy Educa (2014 – 2017)