



TUGAS AKHIR - TF 181801

**RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI
DATA PADA *BUOYWEATHER* TIPE II
BERBASIS SISTEM IOT (*INTERNET OF
THINGS*) DENGAN MENGGUNAKAN
JARINGAN 3G/4G**

**BIMA PANJI MARDI
NRP. 0231154000030**

**Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT**

**DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - TF 181801

**DESIGNING A DATA TRANSMISSION SYSTEM
FOR IOT (INTERNET OF THINGS) BASED
BUOYWEATHER TYPE II USING 3G / 4G
NETWORKS**

BIMA PANJI MARDI
NRP. 02311540000030

Counselor Lecturer :
Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT

*Department of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2019*

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bima Panji Mardi
NRP : 02311540000030
Departemen : Teknik Fisika FTI – ITS

dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya berjudul RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI DATA PADA BUOYWEATHER TIPE II BERBASIS SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS) DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN 3G/4G adalah bebas dari plagiasi. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Bima Panji Mardi

Halaman ini sengaja dikosongkan

**LEMBAR PENGESAHAN I
TUGAS AKHIR**

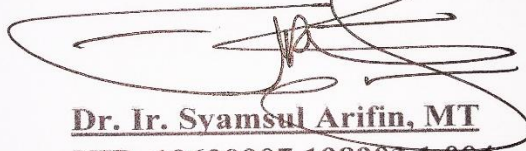
**RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI DATA
PADA *BUOYWEATHER* TIPE II BERBASIS SISTEM
IOT (*INTERNET OF THINGS*) DENGAN
MENGUNAKAN JARINGAN 3G/4G**

Oleh :

Bima Panji Mardi
NRP. 0231154000030

Surabaya, Juli 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT
NIP. 19630907 198903 1 004

Mengetahui,
Kepala Departemen
Teknik Fisika FTI-ITS



Agus Muhammad Hatta, S.T., M.Si, Ph.D
NIPN. 19780902 200312 1 002

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN II

RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI DATA PADA *BUOYWEATHER* TIPE II BERBASIS SISTEM IOT (*INTERNET OF THINGS*) DENGAN MENGUNAKAN JARINGAN 3G/4G



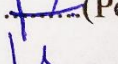

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Bima Panji Mardi
NRP. 0231154000030

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Ir. Syamsul Arifin, MT .....(Pembimbing)
2. Dr. Suyanto, ST, MT .....(Penguji I)
3. Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisyah, MT .....(Penguji II)
4. Erna Septyaningrum, ST, MT .....(Penguji III)

SURABAYA
JULI, 2019

Halaman ini sengaja dikosongkan

**RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI DATA
PADA *BUOYWEATHER* TIPE II BERBASIS SISTEM
IOT (*INTERNET OF THINGS*) DENGAN
MENGUNAKAN JARINGAN 3G/4G**

Nama : Bima Panji Mardi
NRP : 0231154000030
Departemen : Teknik Fisika ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT

ABSTRAK

Buoyweather merupakan sebuah alat yang mengapung di laut dan biasa digunakan untuk memonitoring cuaca maritim. Lokasi peletakan *buoyweather* berada di tengah laut, sehingga diperlukan sistem transmisi. Transmisi data diharapkan dapat mengirimkan keseluruhan data terukur pada *buoyweather*, tetapi terdapat beberapa faktor yang dapat menghambat proses transmisi data, sehingga perlu dilakukan analisa mengenai performa transmisi data yang digunakan untuk memastikan data pengukuran cuaca dapat terkirimkan. Analisa pengiriman data dilakukan dengan memantau proses pengiriman dan penerimaan data dari hasil pengukuran *buoyweather* menuju *database thingspeak* melalui jaringan TCP/IP. Komunikasi data terkirim dengan *database* langsung terhubung melalui jaringan TCP/IP tanpa perantara *ground station*, sehingga data pengukuran dapat terus terkirim menuju *database* selama jaringan TCP/IP selalu tersedia. Hasil analisa TCP/IP mendapati rata-rata *loss* 2%, rata-rata delay 162,671ms, dan rata-rata *jitter* 0,238ms yang secara keseluruhan tergolong sangat baik menurut standar ITU- T G.114

Kata kunci: *buoyweather*, TCP/IP, *thingspeak*, transmisi data

Halaman ini sengaja dikosongkan

**DESIGNING A DATA TRANSMISSION SYSTEM FOR
IOT (INTERNET OF THINGS) BASED BUOYWEATHER
TYPE II USING 3G / 4G NETWORKS**

Name : Bima Panji Mardi
NRP : 0231154000030
Department : Engineering Physic ITS
Counselor Lecture : Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT

ABSTRACT

Buoyweather is a device that floats on the sea and is commonly used to monitor maritime weather. Due to its location, a transmission system is needed to send all weather data to be displayed. Data transmission is expected to be able to transmit the entire data instantly, but in reality it is not. This can occur due to several factors, so it is necessary to analyze the data transmission performance used to ensure weather measurement data can be sent. Analysis of data transmission is done by monitoring the process of sending and receiving data from the results of buoyweather measurements to the thingspeak database through TCP / IP networks. Communication of data sent with databases is directly connected via TCP / IP networks without intermediary ground stations. So that measurement data can continue to be sent to the database as long as the TCP / IP network is always available. The results of TCP / IP analysis found an average loss of 2%, an average delay of 162.671ms, and the average jitter of 0.238ms which overall was classified as very good according to ITU-T G.114 standard

Keyword : buoyweather, data transmission, TCP/IP, thingspeak

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “**RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI DATA PADA BUOYWEATHER TIPE II BERBASIS SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS) DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN 3G/4G**” dapat terlaksana sampai tersusunnya laporan tugas akhir ini.

Pengerjaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan segala pihak. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Agus Muhammad Hatta,ST,MSi, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika-ITS
2. Bapak Dr.Ir.Syamsul Arifin, MT selaku pembimbing dalam pengerjaan tugas akhir
3. Orang tua tercinta yang mendukung dan mendoakan dalam pekerjaan tugas akhir ini

Penulis berharap dengan adaya tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam akademik baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu penulis menerima segala masukan baik berupa saran, kritik, dan segala bentuk tegur sapa demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, 1 Juni 2019

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	v
LEMBAR PENGESAHAN I.....	vii
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Buoyweather Type II</i>	5
2.2. <i>IoT (Internet Of Things)</i>	6
2.3. <i>Wireless Sensor Network (WSN)</i>	7
2.4. Transmisi data.....	8
2.5. <i>GSM (Global System for Mobile Communication)</i> ..	10
2.6. Perkembangan Telekomunikasi Jaringan Seluler	10
2.7. Telkomsel	12
2.8. Kondisi Jaringan Seluler (3G/4G) Indonesia.....	12
2.9. Komunikasi Radio	13
2.10. Regulasi Frekuensi Radio Indonesia	15
2.11. Arduino	16
2.13. ESP 8266	16
2.14. MiFi (Huawei E5577).....	17
2.15. <i>Thingspeak</i>	18
2.16. Protokol TCP/IP.....	18

2.17	Peforma Jaringan	20
2.18	Standart ITU	21
2.7.	Wireshark.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1.	Perancangan Alur Penelitian	25
3.2.	Perumusan Masalah	26
3.3.	Studi Literatur	26
3.4.	Perancangan Sistem Transmisi Data	26
3.5.	Integrasi Sistem.....	30
3.6.	Uji Fungsi Alat.....	31
3.7.	Uji Transmisi Data.....	32
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		34
4.1.	Pengujian Fungsi Alat.....	35
4.2.	Pengujian Pengaruh Jarak terhadap Transmisi Data.....	36
4.3.	Uji Performa Jaringan	37
4.4.	Pembandingan Data Sensor dan Data Masuk <i>Database</i>	45
BAB V PENUTUP		52
5.1.	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Buoyweather Type II</i>	5
Gambar 2. 2 Penggunaan Internet of Things	6
Gambar 2. 3. Analogi <i>Wireless Sensor Network</i>	7
Gambar 2. 4 Diagram Blok Sistem Transmisi Data	8
Gambar 2. 5 Kualitas Jaringan Seluler (3G/4G) Kota Besar Indonesia.....	12
Gambar 2. 6 Prinsip Komunikasi Radio.....	13
Gambar 2. 7 SIM Card.....	14
Gambar 2. 8 Tower BTS	15
Gambar 2. 9 <i>Board Arduino Mega</i>	16
Gambar 2. 10 ESP 8266.....	17
Gambar 2. 11 MiFi Huawei E5577	17
Gambar 2. 12 Thingspeak	18
Gambar 2. 13 Lapisan Protocol TCP/IP	19
Gambar 2. 14 Tampilan Utama <i>Wireshark</i>	23
Gambar 2. 15 Daftar Paket yang Ditangkap pada Wireshark	24
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem Transmisi Data	27
Gambar 3. 3 Rangkaian Konektivitas Internet sebagai Pengirim Data Menuju Cloud	28
Gambar 3. 4. Antena omni directional outdoor	28
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengiriman data Menuju <i>Cloud Thingspeak</i>	29
Gambar4.1 Serial Monitor Arduino untuk Transmisi Data pada <i>Buoyweather</i>	35
Gambar 4. 2 Peta Pengambilan Data Jarak	36
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Performa Jaringan (<i>Delay</i>)	39
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Performa Jaringan (<i>Jitter</i>).....	41

Gambar 4. 5 . Hasil Pengujian Performa Jaringan (<i>Throughput</i>).....	43
Gambar 4. 7 Hasil Perbandingan Data Ukur Kelembaban dengan Data Masuk <i>Database</i> pada Jarak 1000m.....	46
Gambar 4. 8 Hasil Perbandingan Data Ukur Suhu dengan Data Masuk <i>Database</i> pada Jarak 1000m	47
Gambar 4. 9 Hasil Perbandingan Data Ukur Kecepatan Angin dengan Data Masuk <i>Database</i> pada jarak 1200m	48
Gambar 4. 10 Hasil Perbandingan Data Ukur Arah Angin dengan Data Masuk <i>Database</i> pada Jarak 1200m	49
Gambar 4. 11 Hasil Perbandingan Data Ukur Kelembaban dengan Data Masuk <i>Database</i> pada Jarak 1400m	50
Gambar 4. 12 Hasil Perbandingan Data Ukur Suhu dengan Data Masuk <i>Database</i> pada Jarak 1400m.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar ITU-T G.114 untuk Delay	21
Tabel 2. 2 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk <i>Jitter</i>	22
Tabel 2. 3 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk Paket <i>Loss</i>	22
Tabel 4. 1 Hasil Uji konektivitas internet terhadap Pengaruh Jarak.....	39
Tabel 4. 2 Standar ITU-T G.114 untuk Delay	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Performa Jaringan (Delay)	38
Tabel 4. 4 Standar ITU-T G.114 untuk Jitter	39
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Performa (Jitter)	40
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Performa Jaringan (<i>Throughput</i>)	42
Tabel 4. 7 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk Paket <i>Loss</i>	44
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Performa Jaringan (Paket <i>Loss</i>)..	44

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan jaringan internet telah mendominasi pekerjaan manusia. Kendali peralatan elektronik dari jarak jauh menggunakan media internet mulai menjadi sebuah tren. Saat ini, *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengguna untuk mengelola dan mengoptimalkan elektronik atau peralatan listrik berbasis jaringan internet sehingga membuat pengguna internet semakin meningkat dengan berbagai fasilitas dan layanan internet (Wang, et al., 2013). *Buoyweather* merupakan sebuah alat yang mengapung di laut dan biasa digunakan untuk memonitoring cuaca maritim. *Buoy* biasanya berlokasi ratusan meter hingga kilometer dari bibir pantai. DART *buoy* milik *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) berjarak kurang lebih 1,2 km dari bibir pantai dimana DART *buoy* menggunakan satelit langsung sebagai sistem transmisi data yang digunakan (NOAA, 2017)

Pemanfaatan koneksi internet dengan menggunakan sistem *Internet of Things* yang memadukan mikrokontroler beserta sensor-sensor pada *buoyweather* dengan jaringan internet dapat digunakan dalam proses transmisi data dari data terukur oleh sensor menuju *database*. Transmisi data melalui jaringan tidak ditransmisikan sekaligus. Data dipecah menjadi beberapa paket data. Paket-paket data ini akan disatukan kembali saat mencapai penerima dan di dalam jaringan ada kemungkinan paket-paket data ini hilang (Sirajudin, 2014).

Sebuah sistem dalam melaksanakan fungsinya memiliki tingkat keandalan tersendiri. Tingkat kendalan ini merepresentasikan kemampuan suatu sistem dalam memenuhi fungsinya. Fungsi suatu sistem yang semakin kuat dan stabil maka sistem tersebut semakin bisa diandalkan. Pengujian di perlukan untuk memastikan hal tersebut. Prinsip pengujian adalah mencari kekeliruan dan melakukan penyempurnaan

(Pradhana, 2008). Kekeliruan yang mungkin ada pada suatu sistem dapat berupa kesalahan pada saat merancang sistem maupun saat mengimplementasikan perancangan sistem tersebut. Kesalahan seperti ini harus diperbaiki karena dapat mengakibatkan kegagalan sistem dalam memenuhi fungsinya. Analisa keandalan pada sistem transmisi data perlu dilakukan agar data yang diperoleh dari instrumen tersebut dapat tersalurkan dengan baik.

Analisis keandalan dengan uji performa sistem pada transmisi data juga perlu dilaksanakan mengingat sering terjadinya gangguan pada proses pengiriman data. Analisis tersebut dapat dilakukan dengan mengidentifikasi transmisi dari mikrokontroller sampai dengan server *database*. Identifikasi dari server sampai *database* dilakukan dengan mendapatkan nilai *delay*, *throughput*, paket *loss* dan *jitter*. Selain uji performa, dilakukan pengoptimalan jarak pada jangkauan transmisi data *buoyweather* dimana pada penelitian sebelumnya jangkauan transmisi data hanya berjarak maksimal 800m dari bibir pantai (Rizqi, 2018) dan pada penelitian ini dilakukan uji coba pada jarak yang lebih jauh.

1.2. Rumusan masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan permasalahan dalam tugas akhir ini, yaitu:

1. Seberapa jauh jangkauan transmisi data dari *buoyweather* tipe II dengan menggunakan sistem *Internet of Things* berbasis jaringan 3G/4G jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya?
2. Bagaimana sistem transmisi data yang sesuai dengan *buoyweather* tipe II hingga dapat ditransmisikan menuju *database*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan Perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini yaitu:

1. Menganalisis jangkauan transmisi data dari *buoyweather* hingga dapat mengirimkan data menuju *database*
2. Merekomendasikan sistem transmisi data yang sesuai dengan kriteria *buoyweather* tipe II

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Pengukuran transmisi data dilakukan pada kondisi cuaca normal.
2. Pengukuran dilakukan di Pantai Kenjeran Surabaya
3. Pengiriman data (transmisi data) menggunakan *Internet Service Provider* (ISP) Telkomsel.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Buoyweather Type II*

Buoyweather adalah stasiun cuaca yang mengambang di permukaan laut dengan jangkar yang menahan agar posisinya tidak berpindah akibat arus laut. *Buoyweather* mampu mendapatkan data-data parameter cuaca yang berada di tengah laut. *Buoyweather* terdiri dari berbagai sistem instrumen seperti sensor yang digunakan untuk penginderaan, *photovoltaic* sebagai sumber energi untuk operasional sistem instrumen, dan sistem transmisi data untuk mengirimkan data menuju server. Lokasi peletakkan alat ini lebih mudah untuk membaca data parameter cuaca maritim karena lebih dekat dengan jalur pelayaran dibanding stasiun cuaca yang ada di darat sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan keselamatan nelayan, navigasi, transportasi laut, dan kebutuhan maritim lainnya (Aditya, 2013).

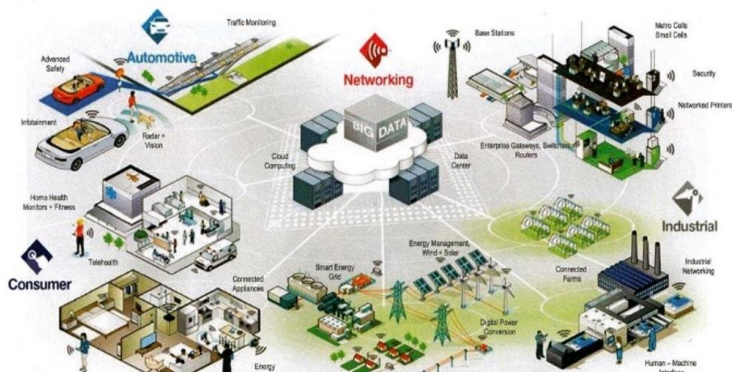
Penelitian ini menggunakan *buoyweather type II* yang ditempatkan pada selat Madura bagian utara Pantai Kenjeran Surabaya yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. *Buoyweather* ini dapat mengukur variabel cuaca berupa suhu, kelembapan, tekanan, kecepatan angin, arah angin, ketinggian gelombang, salinitas permukaan laut, suhu permukaan laut, dan curah hujan.



Gambar 2. 1 *Buoyweather Type II*

2.2. Internet Of Things (IoT)

Definisi dari *Internet of Things* dapat dilihat dari gabungan dua kata yakni "*Internet*" dan "*Things*". Arti dari "*Internet*" sendiri didefinisikan sebagai sebuah jaringan komputer yang menggunakan protokol-protokol internet (TCP/IP) yang digunakan untuk berkomunikasi dan berbagi informasi dalam lingkup tertentu. "*Things*" diartikan sebagai objek-objek dari dunia fisik yang diambil melalui sensor-sensor yang kemudian dikirim melalui Internet, sehingga *Internet of Things* didefinisikan sebagai komunikasi antara benda (sensor) yang bertujuan untuk mengambil nilai suatu besaran fisik dengan menggunakan jaringan internet dalam tujuan untuk saling berbagi informasi atau berkomunikasi dalam suatu lingkup tertentu (Sulistyanto & Nugraha, 2015)

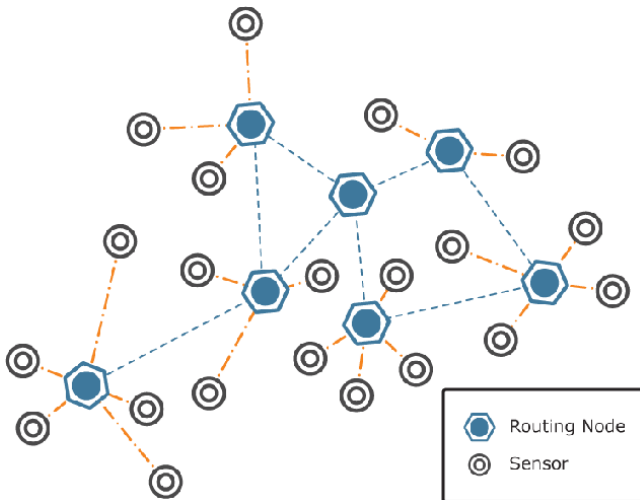


Gambar 2. 2 Penggunaan Internet of Things (Prihatmoko , 2016)

Gambar 2.2 menjelaskan mengenai penggunaan *Internet of Things* dimana terlihat semua aktifitas terhubung ke pusat internet dan data tersebut di simpan di server baik menggunakan *data center* maupun *cloud computing* (Prihatmoko , 2016)

2.3. *Wireless Sensor Network (WSN)*

Wireless Sensor Network terdiri dari 3 komponen utama yaitu *node*, *gateway*, dan *software*. *Node* didistribusikan melalui antarmuka yaitu sensor untuk memantau aset maupun lingkungan sekitar. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan secara nirkabel melalui *gateway*, dimana bisa dioperasikan secara bebas atau dihubungkan ke sebuah *host system* dimana data bisa dikumpulkan, diproses, dan ditampilkan dengan menggunakan *software* (National Instrument, 2005).

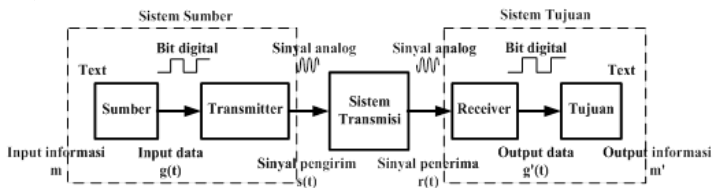


Gambar 2. 3. Analogi *Wireless Sensor Network* (Boonsawat & Kittipiyakul, 2010)

Node source pada WSN merupakan *node* sensor yang berfungsi sebagai sumber data, yang menangkap besaran fisis, kemudian mengolahnya dan selanjutnya ditransmisikan ke *node* lain. *Node sink* adalah *node* yang menerima data, dapat berupa sensor atau perangkat komputasi yang lain seperti, PDC atau gateway ke jaringan lain.

2.4. Transmisi data

Transmisi data merupakan proses untuk melakukan pengiriman data dari salah satu sumber data ke penerima data menggunakan komputer/media elektronik. Proses transmisi data membutuhkan suatu media, media ini sendiri memiliki beberapa macam seperti bus, kabel yang biasa terdapat pada perangkat internal komputer, sedangkan untuk eksternal komputer dalam transmisi data dapat menggunakan kabel eksternal (*Wired*) serta *Wireless Fidelity* (Wi-Fi). Kabel (*wired*) yang biasa digunakan untuk melakukan proses transmisi data adalah Nirkabel (*Wireless*), Wi-fi atau yang dikenal dengan *Wireless* adalah media transmisi yang mana media ini hanya bisa mentransmisikan data dan tidak dijadikan untuk pemandu. Trasmisi data yang terdapat pada jaringan ini biasanya dilakukan dengan menggunakan sebuah alat bantu yang dikenal dengan antenna atau transceiver (Hutauruk, 2010).



Gambar 2. 4 Diagram Blok Sistem Transmisi Data (Taufik, 2012)

Gambar 2.4. merupakan sistem blok diagram mengenai bagaimana sistem transmisi data bekerja dari *sender* sampai dengan *receiver*. Awal proses pengiriman data berupa *input* informasi di inisiasikan berupa sebuah pesan berlabel m . *Input* data g merupakan *output* dari sumber untuk dilanjutkan menuju transmitter dalam bentuk sinyal yang berubah terhadap waktu. Sinyal $g(t)$ ditransmisikan sehingga sinyal harus diubah agar dapat ditransmisikan menjadi sinyal $s(t)$ yang sesuai dengan karakteristik medium transmisi. Sinyal yang ditransmisikan akan masuk ke *receiver* ke sinyal penerima $r(t)$. Sinyal $r(t)$ akan dirubah oleh pesawat penerima sesuai dengan bentuk *output* yaitu sinyal $g'(t)$.

Sinyal $g(t)$ atau data g adalah sebuah pendekatan atau perkiraan dari *input*, sehingga tujuan transmisi data peralatan *output* akan menampilkan pesan perkiraan tersebut ke perantara tujuan (Taufik, 2012).

Adapun penjelasan masing-masing komponen pada Gambar 2.4 yaitu :

1. Sistem sumber, merupakan suatu komponen yang bertugas mengirimkan informasi, pada penelitian ini sistem sumber adalah radio frekuensi di *buoyweather* dan komputer yang ada di darat.
2. Transmitter, merupakan alat pengubah sensing element dari sebuah sensor menjadi bentuk yang sesuai dengan media transmisi yang akan digunakan.
3. Sistem transmisi, merupakan jalur pengiriman data dari data yang akan dikirim melalui modul pengirim dan akan diterima pada modul penerima.
4. Sistem tujuan, merupakan sistem yang sama dengan sistem sumber tetapi berfungsi untuk menerima sinyal dari sistem transmisi dan menggabungkannya ke dalam bentuk tertentu yang dapat ditangkap oleh sistem tujuan. Contoh RF berfungsi sebagai pesawat penerima akan menerima sinyal analog yang datang dan mengubahnya menjadi aliran bit digital agar dapat diterjemahkan oleh komputer.
5. Protokol yang berupa aturan atau tata cara yang telah disepakati bersama yang diikuti oleh sistem sumber dan tujuan serta transmisi agar terjadi komunikasi seperti yang diharapkan.

Sinyal digital adalah serangkaian pulsa tegangan yang dapat ditransmisikan melalui suatu medium kawat. Transmisi digital berhubungan dengan muatan dari sinyal. Pengiriman data dalam jarak jauh memerlukan repeater. *Repeater* menghasilkan sinyal sebagai '1' atau '0' sehingga tidak terjadi gangguan. Sinyal analog adalah gelombang elektromagnetik secara kontinu yang disebar melalui suatu media, tergantung pada spektrumnya. Transmisi analog adalah pengiriman sinyal analog tanpa memperhatikan

muatannya, sinyal-sinyalnya dapat mewakili data analog atau data digital. Untuk jarak yang jauh dipakai amplifier yang akan menambah kekuatan sinyal sehingga menghasilkan distorsi yang terbatas.

2.5. Global System for Mobile Communication (GSM)

Global System for Mobile Communication atau yang disingkat GSM adalah sebuah teknologi komunikasi selular yang bersifat digital. Teknologi GSM banyak diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam. Teknologi ini memanfaatkan gelombang elektromagnetik dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal informasi yang dikirim akan sampai pada tujuan. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi selular (Eberspacher,2009)

2.6. Perkembangan Telekomunikasi Jaringan Seluler

1. 1G

Generasi pertama atau 1G merupakan teknologi handphone pertama yang diperkenalkan pada era 80-an dan masih menggunakan sistem analog. Generasi pertama ini menggunakan teknik komunikasi yang disebut *Frequency Division Multiple Access* (FDMA).

2. 2G

Teknologi generasi kedua muncul karena tuntutan pasar dan kebutuhan akan kualitas yang semakin baik. Generasi 2G sudah menggunakan teknologi digital. Generasi ini menggunakan *mekanisme Time Division Multiple Access* (TDMA) dan *Code Division Multiple Access* (CDMA) dalam teknik komunikasinya.

3 2.5G

Teknologi 2.5G merupakan peningkatan dari teknologi 2G terutama dalam platform dasar GSM telah mengalami penyempurnaan, khususnya untuk aplikasi data. Untuk yang berbasis GSM teknologi 2.5G di implementasikan dalam *General Packet Radio Services* (GPRS) dan WiDEN, sedangkan yang berbasis CDMA diimplementasikan dalam CDMA2000 1x.

4 3G

International Telecommunication Union (ITU) mendefinisikan *Third Generation* (3G) sebagai teknologi yang dapat unjuk kerja sebagai berikut :

-Mempunyai kecepatan transfer data sebesar 144 kbps pada kecepatan user 100 km/jam. -Mempunyai kecepatan transfer data sebesar 384 kbps pada kecepatan berjalan kaki.

-Mempunyai kecepatan transfer data sebesar 2 Mbps pada untuk user diam (stasioner).

5 3,5G

Teknologi 3.5 G atau disebut juga super 3G merupakan peningkatan dari teknologi 3G, terutama dalam peningkatan kecepatan transfer data yang lebih dari teknologi 3G (>2Mbps) sehingga dapat melayani komunikasi multimedia seperti akses internet dan video sharing. Yang termasuk dalam teknologi ini adalah *High Speed Downlink Packet Access* (HSDPA), *Wireless Broadband* (WiBro)

6 4G

4G yang 500 kali lebih cepat daripada CDMA2000 dapat memberikan kecepatan hingga 1Gbps jika anda di rumah atau 100Mbps ketika anda bepergian. Kecepatan internet yang tinggi tersebut dapat memudahkan proses pengunduhan berbagai media dan mempercepat proses *loading data* ketika membuka berbagai *website*. 4G adalah singkatan dari istilah dalam bahasa Inggris: *fourth generation technology*. Istilah ini umumnya digunakan mengacu kepada pengembangan teknologi telepon seluler. 4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G. Nama resmi dari teknologi 4G ini menurut IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) adalah '3G and beyond'. (www.ilmukomputer.org, diakses pada tanggal 25 Februari 2019).

2.7 Telkomsel

Telkomsel adalah operator telekomunikasi seluler GSM pertama di Indonesia dengan layanan pascabayar kartuHALO yang diluncurkan pada tanggal 26 Mei 1995. Tanggal 1 November 1997, Telkomsel menjadi operator seluler pertama di Asia yang menawarkan layanan GSM prabayar. Telkomsel sebagai penyedia provider terbesar di Indonesia dengan total pelanggan yang telah mencapai sejumlah 173,9 juta konsumen di tahun 2016 dengan jumlah BTS *On-air* dan total BTS 3G/4G sebanyak 129 juta BTS (Annual Report,2016) sehingga penulis memutuskan untuk menggunakan salah satu produk telkomsel yaitu kartu simpati untuk mendukung kinerja dalam penelitian penulis.

2.8 Kondisi Jaringan Seluler (3G/4G) Indonesia

Indonesia adalah negara luas yang didominasi oleh sebuah operator besar, Telkomsel dan beberapa operator lainnya seperti Indosat, XL, Smartfren dan 3 (tri). OpenSignal sebagai perusahaan swasta yang mengkhususkan diri dalam pemetaan cakupan nirkabel dengan mengumpulkan data mengenai kualitas sinyal operator seluler dari jutaan pengguna. Menggunakan lebih dari 11 miliar hasil pengujian yang dikumpulkan dari 1,2 juta pengguna, OpenSignal membandingkan pengalaman 3G dan 4G yang ditawarkan oleh lima operator nasional di Indonesia (Opensignal, 2018)

Legenda: T Indosat X XL S Smartfren T Telkomsel 3 3

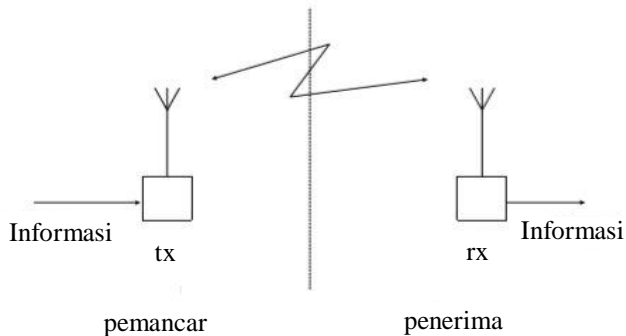
Wilayah	Kecepatan Pengunduhan: 4G	Kecepatan Pengunduhan: 3G	Kecepatan Pengunduhan: Keseluruhan	Kecepatan Pengunggahan: 4G	Latency: 4G	Latency: 3G
Bandung	T	T	T	T	T	T
Jakarta	T	T	S	T	T	T
Makassar	S T	T	S T	X T	T	T
Medan	T	T	T	T	T	T
Semarang	T	T	S T	T	T	T
Surabaya	S	T	S	T	T	T

Gambar 2. 5 Kualitas Jaringan Seluler (3G/4G) Kota Besar Indonesia (Opensignal, 2018)

Telkomsel memiliki kualitas jaringan (3G/4G) terbaik di seluruh kota besar di Indonesia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.

2.9 Komunikasi Radio

Komunikasi radio adalah komunikasi tanpa kabel yang memanfaatkan udara sebagai media transmisi untuk perambatan gelombang radio (yang bertindak sebagai pembawa sinyal informasi). Sistem terdiri atas dua bagian pokok, yaitu pemancar (Tx) dan penerima (Rx). Pemancar terdiri atas modulator dan antenna pemancar, sedangkan penerima terdiri atas demodulator dan antenna penerima. Modulator berfungsi memodulasi informasi menjadi sinyal yang akan dipancarkan melalui antenna pemancar. Antena merupakan suatu sarana atau piranti pengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik (sebagai pemancar). Sinyal elektromagnetik inilah yang akan dipancarkan melalui udara atau ruang bebas (sehingga sampai ke penerima). Sinyal yang dipancarkan oleh antenna pemancar akan ditangkap oleh antenna penerima. Antena merupakan suatu sarana atau piranti pengubah sinyal elektromagnetik menjadi sinyal listrik (Susilawati, 2009). Prinsip komunikasinya dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2. 6 Prinsip Komunikasi Radio (Susilawati, 2009)

2.9.1 *Mobile Station (MS)*

Mobile Station (MS) adalah perangkat yang mengirim dan menerima sinyal radio. MS terdiri dari *mobile equipment (ME)* dan *subscriber identity module (SIM card)*. SIM card digunakan agar jaringan dapat mengenali user (Saily, Guillaume, & Riddington, 2009). Gambar 2.7 merupakan contoh SIM card yang sering digunakan. SIM card di Indonesia digunakan oleh beberapa provider seperti Telkomsel



Gambar 2. 7 SIM Card

2.9.2 *Base Transceiver Station (BTS)*

BTS adalah perangkat GSM yang berhubungan langsung dengan MS. BTS berhubungan dengan MS melalui gelombang radio sesuai dengan spektrum frekuensi radio yang telah ditetapkan. BTS berfungsi sebagai pengirim dan penerima (*transceiver*) sinyal komunikasi dari atau ke MS yang menyediakan komunikasi radio antara MS dan jaringan GSM. Fungsi BTS sebagai transceiver, sehingga bentuk fisik sebuah BTS adalah tower dengan dilengkapi antenna sebagai transceiver. Sebuah BTS dapat mencakup area sejauh 35 km (Pinem, 2014). Gambar 2.8 merupakan contoh tower BTS yang dilengkapi dengan antenna *transceiver*



Gambar 2. 8 Tower BTS (www.kompasiana.com)

2.10 Regulasi Frekuensi Radio Indonesia

Spektrum Frekuensi Radio merupakan sumber daya alam yang terbatas yang mempunyai nilai strategis dalam penyelenggaraan telekomunikasi dan dikuasi oleh negara. Pemanfaatan Spektrum Frekuensi Radio sebagai sumber daya alam tersebut perlu dilakukan secara tertib, efisien dan sesuai dengan peruntukannya sehingga tidak menimbulkan gangguan yang merugikan.

Spektrum Frekuensi Radio adalah susunan pita frekuensi radio yang mempunyai frekuensi lebih kecil dari 3000 Ghz sebagai satuan getaran gelombang elektromagnetik merambat dan terdapat dalam dirgantara (ruang udara dan antariksa). Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia ditetapkan dengan mengacu kepada alokasi Spektrum Frekuensi Radio Internasional untuk wilayah 3 (region 3) sesuai Peraturan Radio yang ditetapkan oleh Himpunan Telekomunikasi Internasional (ITU). Tabel alokasi frekuensi nasional Indonesia disusun berdasarkan hasil Final Act World Radio Communication Conference-1997 yang berlangsung di Jenewa, pada bulan November 1997 (Kominform, 2019).

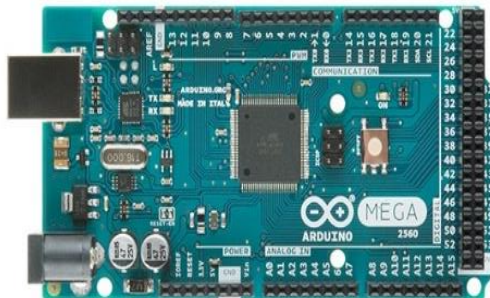
Berdasarkan laporan SDPPI tahun 2017, operator seluler di Indonesia memiliki alokasi frekuensi pada frekuensi 2,1 GHz, frekuensi 1,8 GHz, frekuensi 900 MHz, frekuensi 800 Mhz dan

yang terbaru adalah pada frekuensi 2,3 GHz untuk jaringan 4G pada beberapa operator seluler.

2.11 Arduino

Arduino adalah seperangkat *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)*. IDE adalah sebuah *software* yang digunakan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner serta meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*.

Arduino memiliki beberapa pin yang dapat dibagi meliputi pin I/O digital (sebagian PWM *output*), *input* analog, dan pin power yang dapat dilihat pada Gambar 2.9. Pin analog dan digital beroperasi pada tegangan 5V. Arduino memiliki tegangan operasional sebesar 6-20 VDC dengan rekomendasi sebesar 7-12 VDC. Jumlah pin yang dimiliki tiap *board* arduino berbeda bergantung pada tipe board seperti UNO, MEGA, NANO, dan sebagainya. Pada sistem *buoyweather* ini menggunakan *board* arduino MEGA. *Flash memory* penyimpanan sementara pada arduino MEGA sebesar 256 KB (Arduino, 2017).



Gambar 2. 9 Board Arduino Mega (Arduino, 2017)

2.13 ESP 8266

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Model dari ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 2.10. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi

yaitu *Station*, *Access Point* dan *Both* (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang digunakan (Espressif Systems, 2019).



Gambar 2. 10 ESP 8266

2.14 MiFi (Huawei E5577)

MiFi merupakan sebuah perangkat hotspot wifi untuk membagikan layanan internet (*sharing*) yang akses internetnya didapat dari jaringan seluler lalu disebar kepada beberapa perangkat penerima wifi seperti smartphone, komputer ataupun modul (ESP8266). MiFi terdiri dari antena dan sebuah slot SIM card, sehingga MiFi merupakan sebuah *Mobile Station* (MS) yang terhubung langsung pada jaringan seluler yang dipancarkan oleh *Base Transceiver Station* (BTS) terdekat. Huawei E5577 merupakan MiFi yang diproduksi oleh perusahaan Huawei. Penggunaan MiFi Huawei E5577 pada penelitian ini dikarenakan spesifikasi Huawei E5577 yang mampu berkomunikasi dengan spektrum frekuensi radio untuk seluler di Indonesia (900MHz, 1800MHz, 2,1GHz). MiFi Huawei E5577 ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 MiFi Huawei E5577

2.15 Thingspeak

Thingspeak merupakan Platform IoT yang dibuat berbasis pada Matlab. Pada platform ini user dapat mengupload data sensor dari berbagai macam *development board* yang ada. Tampilan halaman utama dari *thingspeak* ditunjukkan pada Gambar 2.12. Data yang di *upload* pada *thingspeak* dapat dibuat sebagai data pribadi ataupun data publik. Data tersebut disajikan dalam bentuk channel yang didalamnya terdapat visualisasi yang diolah oleh matlab

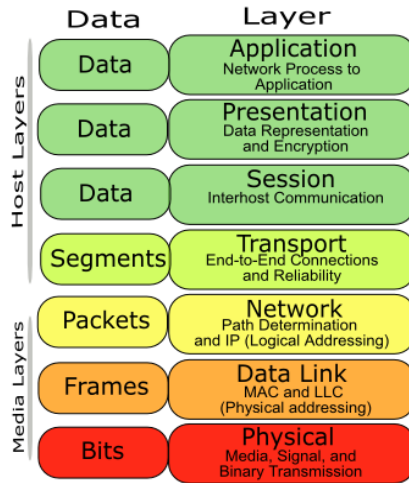


Gambar 2. 12 Thingspeak (www.Thingspeak.com)

2.16 Protokol TCP/IP

Protokol adalah aturan yang mengatur komunikasi diantara beberapa *device* di dalam sebuah jaringan sehingga seluruh *device* anggota jaringan dapat saling berkomunikasi. *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) merupakan standar komunikasi data yang digunakan oleh komunitas internet dalam proses tukar-menukar data dari satu komputer ke komputer lain di dalam jaringan Internet. Pengiriman data menggunakan protokol TCP/IP terdiri dari berbagai lapisan. Lapisan *physical*, *datalink* dan *network* adalah lapisan-lapisan pendukung jaringan (*network support layer*). Lapisan *session*, *presentation* dan *application* merupakan lapisan-lapisan pendukung pengguna (*user support*

layer). Lapisan *transport layer* berfungsi menghubungkan 2 *subgroup* sehingga antar lapisan dapat mengetahui data yang dikirimkan oleh lapisan *network support layer*



Gambar 2. 13 Lapisan Protocol TCP/IP (Mundra & Taeib, 2015)

Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.13, berikut fungsi dari setiap lapisan:

1. **Application Layer** merupakan layer yang berfungsi melakukan pengaturan aplikasi bekerja menggunakan *resource* jaringan, untuk kemudian memberika pesan ketika terjadi kesalahan.
2. **Presentation Layer** terjadi data enskripsi atau deskripsi
3. **Session Layer** akan mendefinisikan bagaimana koneksi dapat dibuat
4. **Transport Layer** berfungsi melakukan pemecahan data ke dalam paket-paket data serta memberikan nomor urut pada paket-paket data tersebut sehingga dapat disusun kembali ketika sudah sampai pada sisi tujuan. Fungsi kedua yaitu akan menentukan protokol yang akan digunakan untuk mentransmisi data, misalkan protokol TCP. Protokol ini akan

mengirimkan paket data, sekaligus akan memastikan bahwa paket diterima dengan sukses, dan mentransmisikan ulang terhadap paket-paket yang hilang atau rusak di tengah jalan.

5. **Network Layer** berfungsi membuat header untuk paket-paket yang berisi informasi IP pengirim data maupun IP tujuan data.
6. **Data-link Layer** berfungsi untuk menentukan bagaimana bit-bit data dikelompokkan menjadi format yang disebut sebagai *frame*. Selain itu, pada level ini terjadi koreksi kesalahan, *flow control*, pengalamatan perangkat keras
7. **Physical Layer** berfungsi sebagai media transmisi jaringan, metode pensinyalan, sinkronisasi bit, arsitektur

2.17 Peforma Jaringan

Performa jaringan merupakan faktor yang perlu diperhatikan untuk menilai keberhasilan kinerja terhadap fungsi dari pada suatu jaringan (Zenhadi, 2010). Handal atau tidaknya suatu jaringan dapat dilihat berdasarkan nilai dari faktor-faktor tersebut. Beberapa yang menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan dalam peningkatan keandalan jaringan suatu sistem adalah:

1. Packet Loss

Umumnya transmisi data melalui jaringan tidak ditransmisikan sekaligus. Data dipecah menjadi beberapa paket data. Paket-paket data ini akan disatukan kembali saat mencapai penerima. Dalam jaringan ada kemungkinan paket-paket data ini hilang (Sirajudin, 2014).

$$Packet\ loss = \frac{transmitted-received}{transmitted} \times 100\% \quad (2.1)$$

2. Delay

Jumlah waktu yang digunakan untuk mengirimkan oleh sebuah paket data dari sebuah *node* menuju *node* tujuan disebut sebagai *delay*. *Delay* merupakan dari waktu pengiriman, propagansi, proses dan antrian dari suatu paket data setiap *node* di jaringan (Dierdonck, 2006)

$$Delay = \frac{received-transmitted}{packet} \quad (2.2)$$

3. *Jitter*

Jitter merupakan variasi *delay* yang terjadi setiap datangnya paket. Penyebab terjadinya *jitter* yakni adanya peningkatan trafik secara tiba-tiba sehingga menyebabkan penyempitan *bandwith* dan menimbulkan antrian (Dierdonck, 2006). *Jitter* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$Jitter = \frac{\text{total variasi } delay}{\text{total packet yang diterima} - 1} \quad (2.3)$$

4. *Troughput*

Throughput adalah kecepatan (*rate*) transfer data dalam *bandwith* sesungguhnya yang diukur dalam bps. *Troughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut (Dierdonck, 2006). *Throughput* dapat dihitung dengan rumus :

$$Throughput = \frac{\text{paket data terima(bytes)}}{\text{lama pengiriman(s)}} \quad (2.4)$$

2.18 Standart ITU

International Telecommunication Union of Telecommunication (ITU-T) adalah standar internasional yang digunakan sebagai acuan dalam bidang Telekomunikasi baik itu telepon maupun data. Termasuk standar yang digunakan dalam jaringan yang tertera pada standar ITU-T G.114 yaitu berdasarkan nilai *delay*, paket *loss* dan *jitter*.

Tabel 2. 1 Standar ITU-T G.114 untuk Delay

Besar Delay	Kategori Delay
< 150 ms	Sangat Bagus
150 ms s/d 300 ms	Bagus
300 ms s/d 450 ms	Jelek
> 450 ms	Sangat Jelek

Tabel 2.1 menunjukkan standar yang berlaku pada *delay* dimana terbagi empat kategori yaitu apabila nilai dari *delay* kurang dari 150 ms maka *delay* dapat dikategorikan sangat bagus. Apabila

nilai *delay* pada sistem transmisi terpaut 150ms sampai dengan 300ms maka *delay* termasuk kategori bagus, jika *delay* terpaut 300ms sampai 450ms dapat dikatakan *delay* dengan kategori jelek dan jika lebih besar dari 450 ms maka sistem transmisi dapat dikatakan sangat jelek.

Tabel 2. 2 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk *Jitter*

Besar <i>Jitter</i>	Kategori <i>Jitter</i>
0 ms	Sangat Bagus
0 ms s/d 75 ms	Bagus
76 ms s/d 125 ms	Sedang
125/225 ms	Jelek

Kategori *jitter* pada standart ITU-T G.114 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 menggolongkan empat kategori. Kategori terbaik yaitu kategori sangat bagus apabila besar *jitter* 0ms(*mili second*), aktegori bagus apabila besar *jitter* antara 0ms-75ms, kategori sedang apabila besar *jitter* diantara 76ms-125ms dan kategori jelek pada *range* 125ms-225ms.

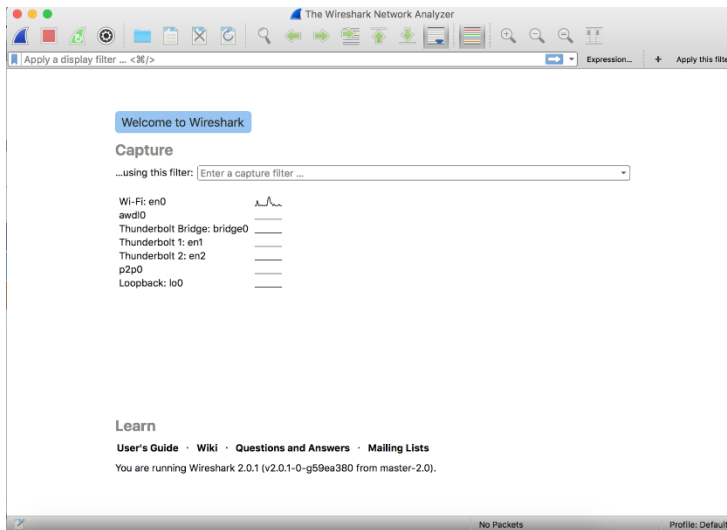
Tabel 2. 3 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk Paket *Loss*

Paket Ratio	Kategori Paket <i>loss</i>
0%	Sangat Bagus
3%	Bagus
15%	Jelek
25%	Sangat Jelek

Kategori paket *loss* pada kriteria sangat bagus diberikan ketika paket *loss* ratio sebesar 0% atinya tidak terjadi paket *loss*. Paket *loss* dengan presentase *loss* 3% dari total data yang diterima maka transmisi data dikatakan bagus, dengan *loss* sebesar 15% maka dapat dikategorikan jelek dan untuk paket *loss* rasio 25%. Kategori paket *loss* ditunjukkan pada Tabel 2.3.

2.19 Wireshark

Wireshark adalah sebuah aplikasi yang biasa digunakan untuk keperluan analisa jaringan. *Wireshark* merekam setiap aktivitas jaringan yang dilakukan sebuah *device* berdasarkan media jaringan yang digunakan. Aplikasi ini memiliki *Graphical User Interface (GUI)* yang *user friendly* sehingga setiap pengguna dapat memahami bagaimana menggunakannya dengan mudah seperti pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Tampilan Utama *Wireshark*

Seluruh aktivitas yang terekam pada *wireshark* dapat ditunjukkan pada Gambar 2.15 dimana dapat diketahui detail dari setiap aktivitas tersebut. Alamat penerima dan tujuan dapat diketahui dari kolom *source* dan *destination*. Setiap panjang data yang terekam dapat diketahui apa kolom *length* dengan satuan *byte*. *Wireshark* juga dapat mengetahui protokol yang digunakan pada tiap aktivitas pengiriman data yang terjadi termasuk komunikasi data yang digunakan pada penelitian ini yaitu TCP.

The screenshot shows a list of captured network packets in Wireshark. The filter is 'ip.addr eq 103.252.100.58 and !icmp'. The table below represents the data shown in the packet list pane.

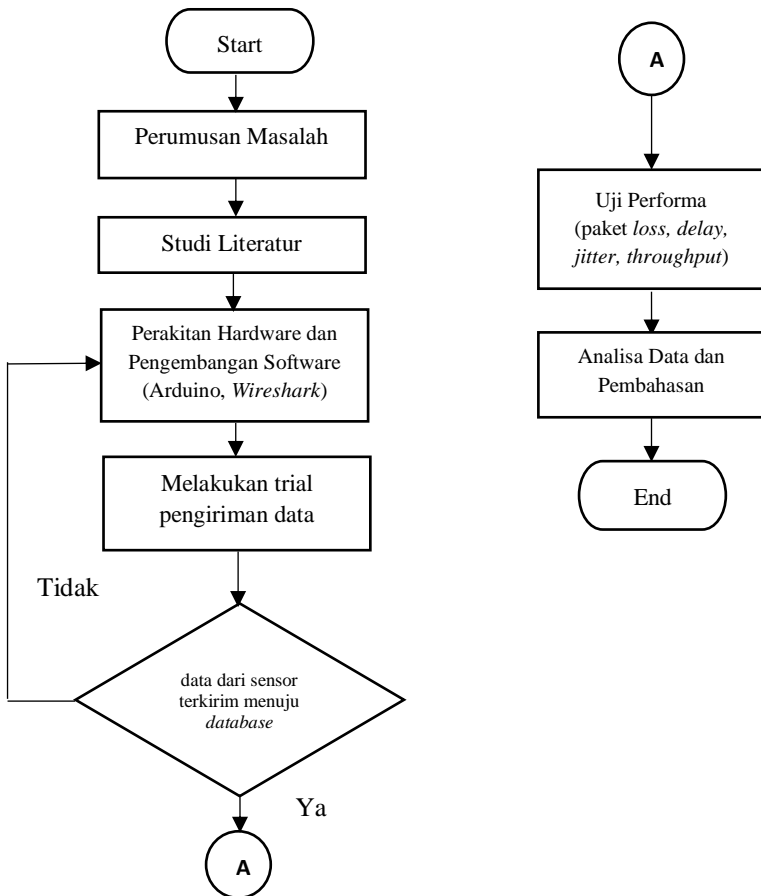
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
468	49.845653	192.168.43.150	103.252.100.58	TCP	55	[TCP Keep-Alive] 60393 → 80 [ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65792 Len=1
471	49.845763	192.168.43.150	103.252.100.58	TCP	55	[TCP Keep-Alive] 60396 → 80 [ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65792 Len=1
474	49.846834	192.168.43.150	103.252.100.58	TCP	55	[TCP Keep-Alive] 60395 → 80 [ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65792 Len=1
483	49.957621	103.252.100.58	192.168.43.150	TCP	66	[TCP Window Update] 80 → 60397 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=0 SLE=0 SRE=1
484	49.957622	103.252.100.58	192.168.43.150	TCP	66	[TCP Window Update] 80 → 60396 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=0 SLE=0 SRE=1
485	49.957622	103.252.100.58	192.168.43.150	TCP	66	[TCP Window Update] 80 → 60393 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=0 SLE=0 SRE=1
486	49.957623	103.252.100.58	192.168.43.150	TCP	66	[TCP Window Update] 80 → 60395 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=0 SLE=0 SRE=1
503	58.506668	103.252.100.58	192.168.43.150	TCP	1454	[TCP Retransmission] 80 → 60392 [ACK] Seq=1115 Ack=1329 Win=17664 Len=1400
514	62.462535	192.168.43.150	103.252.100.58	TCP	55	[TCP Keep-Alive] 60394 → 80 [ACK] Seq=673 Ack=167618 Win=225280 Len=1
516	62.562349	103.252.100.58	192.168.43.150	TCP	54	[TCP Keep-Alive ACK] 80 → 60394 [ACK] Seq=167618 Ack=674 Win=16000 Len=0

Gambar 2. 15 Daftar Paket yang Ditangkap pada *Wireshark*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Perancangan Alur Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan mengikuti beberapa tahapan seperti pada Gambar 3.1 yang menjelaskan alur penelitian yang dimulai dari perumusan masalah hingga analisa data dan pembahasan



3.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah digunakan untuk menjelaskan masalah mengenai rancang bangun transmisi data. Perumusan masalah juga digunakan untuk menjadi dasar dari tujuan penelitian yang sedang dilakukan.

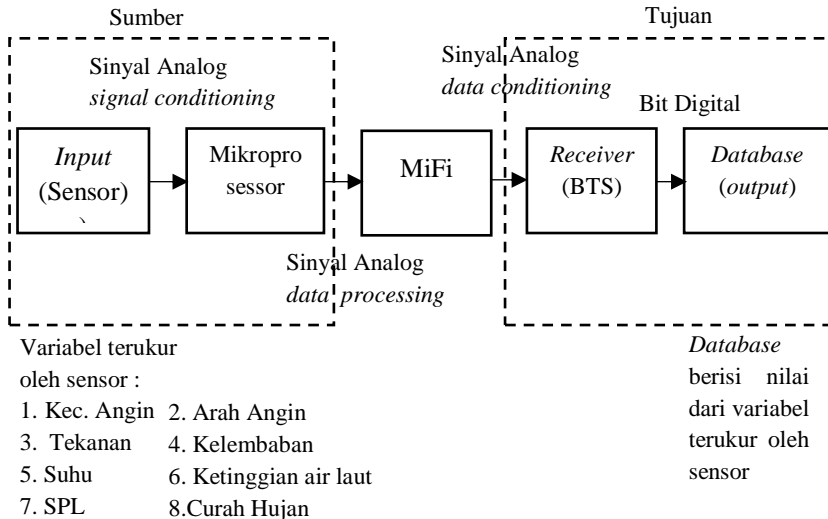
3.3. Studi Literatur

Sebelum dilakukan sebuah penelitian perlu dilakukan pencarian informasi dan fakta-fakta terkait yang menunjang bahwa sebuah penelitian dapat dilakukan. Studi literatur yang dilakukan pada penelitian ” Rancang Bangun Sistem Transmisi Data Pada *Buoyweather* Tipe II Berbasis Sistem *Internet Of Things* (IoT). Dengan Menggunakan Jaringan 3G/4G” dapat berupa jurnal, buku, dan informasi lainnya mengenai penelitian serupa atau dasar informasi dari komponen dari kelengkapan yang digunakan.

3.4. Perancangan Sistem Transmisi Data

Buoyweather terdiri dari beberapa elemen yang secara garis besar terbagi menjadi *sensing element* atau sensor yang berfungsi untuk menangkap besaran fisika. Sensor tersebut terdiri dari sensor kecepatan angin, arah angin, tekanan, kelembaban, suhu, ketinggian air laut, suhu permukaan air laut dan curah hujan. Gambar 3.2 merupakan blok diagram sistem transmisi data. Sistem transmisi data merupakan sekelompok komponen yang terdiri *input*, proses, dan *output* dengan tujuan untuk melakukan pengiriman data dari sumber data menuju penerima data (tujuan). *Input* berupa variabel data yang terukur oleh sensor diteruskan menuju mikroprosesor (Arduino) untuk dilakukan pemrosesan data (*data processing*). Mikroprosesor terhubung dengan modul ESP8266 agar dapat terkoneksi dengan MiFi yang berfungsi sebagai sumber layanan internet. Proses pada sistem transmisi data ini adalah ketika mikroprosesor telah terhubung dengan MiFi, sehingga akan mengirimkan data menuju *database*. Pengkondisian data (*data conditioning*) dilakukan terlebih dahulu sebelum data dikirimkan menuju *database* agar data terkirim

secara runtut. *Output* pada sistem transmisi data pengujian ini adalah nilai dari variabel yang terukur oleh sensor dapat tersimpan di *Database Thingspeak*.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Transmisi Data

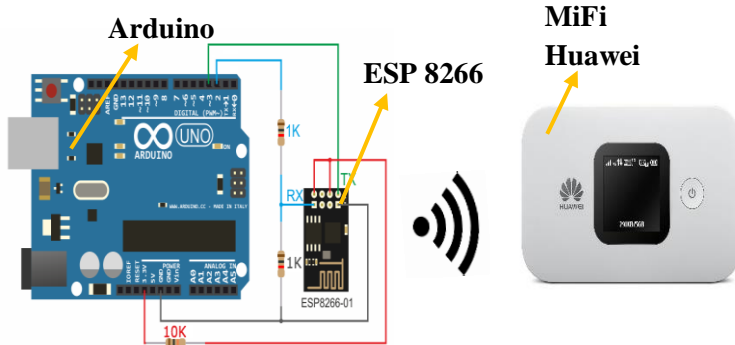
3.4.1. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras dalam rancang bangun ini terdiri dari modul *transceiver* dan perancangan antena.

3.4.1.1. Modul *ESP 8266* dan *MIFI*

Gambar 3.3 menjelaskan rangkaian alat, Arduino bertindak sebagai *transmitter* dimana data hasil pengukuran dikirimkan menuju *cloud thingspeak* melalui konektivitas internet langsung dan *ESP 8266* bertindak sebagai *receiver* konektivitas internet yang dipancarkan oleh *MiFi*. *MiFi* yang digunakan adalah *Huawei E5577* dikarenakan spesifikasi *MiFi* yang mampu bekerja pada frekuensi 900MHz, 1800MHz, 2,1GHz yang sesuai dengan frekuensi yang digunakan oleh provider (Telkomsel). Selanjutnya ketika *ESP 8266* sudah terhubung dengan *MiFi*, data yang diterima

Arduino yang berasal dari hasil pengukuran oleh sensor dapat langsung dikirim menuju *cloud thingspeak* melalui konektivitas internet tersebut.



Gambar 3. 2 Rangkaian Alat Konektivitas Internet sebagai Pengirim Data Menuju Cloud

3.4.1.2. Antena *Omni Directional Outdoor*

Antena *omni directional outdoor* yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai penguat sinyal dan penstabil sinyal yang diterima oleh Mi-Fi. Model dari antenna *omni directional outdoor* ditunjukkan pada Gambar 3.4. Antena omni ini bekerja pada frekuensi sinyal 850-2300 mHz. Faktor lingkungan dan kuat sinyal yang pancarkan oleh BTS pada suatu area dapat mempengaruhi sinyal yang diterima.



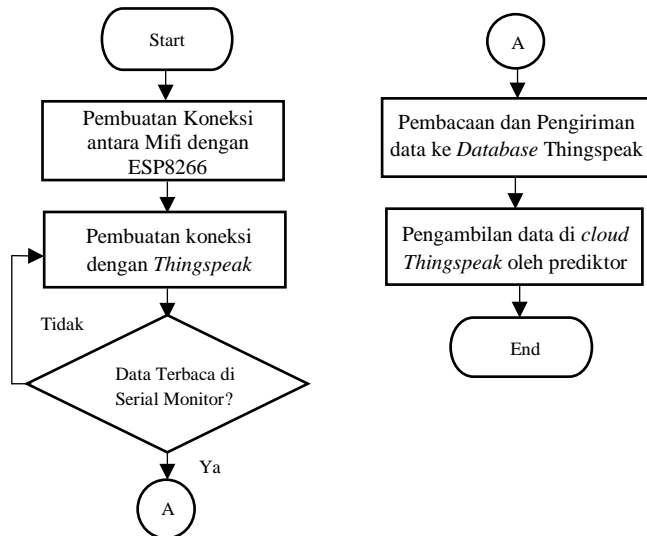
Gambar 3. 3. Antena omni directional outdoor

3.4.2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak dalam rancang bangun ini berupa pembuatan koding pada aplikasi Arduino dan pembuatan *database* dengan menggunakan *cloud* pada platform IoT *Thingspeak*.

3.4.2.1. Arduino (*Source Code*)

Proses pengkodean Arduino (*source code*) bertujuan untuk melakukan perintah atau control terhadap perangkat keras (*hardware*). Gambar 3.5 merupakan diagram alir pengiriman data menuju *database*. Tahap pertama dilakukan pengkodean pada arduino sehingga ESP8266 dan Mifi (*hardware*) dapat terkoneksi. Tahap kedua dilakukan pembuatan koneksi dengan *database*, tahap ini dilakukan setelah ESP8266 dan MiFi terhubung sehingga arduino dapat terhubung dengan jaringan internet. Tahap terakhir yaitu dilakukan pengiriman data sensor menuju *database*



Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengiriman data Menuju *Database Thingspeak*

3.4.2.2. Pembuatan Database

Pembuatan *database* pada *thingspeak* menggunakan *cloud database* dengan server utama pada *thingspeak*. Proses pengiriman data menuju *database* pada *thingspeak* dilakukan dengan membuat *channel* pada *thingspeak* terlebih dahulu. *Channel* berfungsi sebagai tempat penyimpanan data yang dikirim oleh sensor. Setiap *channel* memiliki jumlah maksimal delapan *field*, dimana dapat menyimpan delapan variabel data yang dikirim. Proses pengukuran meliputi tekanan, suhu permukaan laut, ketinggian gelombang, kecepatan angin, arah angin, suhu udara, kelembaban, dan curah hujan dikirimkan menuju *channel* 1 dengan delapan *field* yang tersedia.

3.5. Integrasi Sistem

Integrasi sistem pada rancang bangun ini dengan menggabungkan seluruh sistem yang telah dibuat dari *hardware* hingga *software*, sehingga hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan pada aplikasi *display* yang berupa *software Thingview* dan dapat dilakukan analisa lebih lanjut.

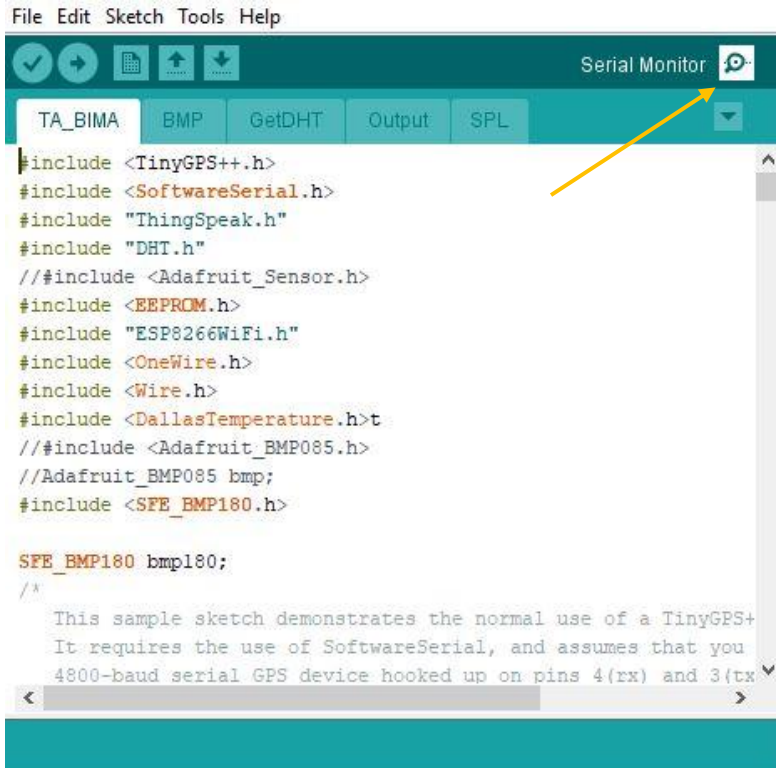
Sistem transmisi data pada *buoyweather* ini menggunakan prinsip *Internet of Thing* (IoT), sehingga data data yang terukur pada *buoyweather* akan langsung terkirim menuju *database* pada *thingspeak* server menggunakan protokol *TCP/IP*. Data yang telah masuk pada *database* secara otomatis akan terbaca oleh prediktor *matlab* yang digunakan oleh user untuk melakukan pengolahan data.

3.6. Tahapan Pengujian

Tahapan pengujian pada penelitian ini dimulai dengan proses uji fungsi alat. Tahapan kedua dilanjutkan dengan menguji pengaruh jarak terhadap transmisi data dan dilanjutkan dengan tahapan ketiga yaitu uji transmisi data protocol *TCP/IP* untuk menguji nilai *delay*, *jitter*, *throughput*, dan paket *loss*. Tahapan keempat yaitu pengujian untuk membandingkan data pengukuran sensor dengan data masuk pada *database*.

3.7. Uji Fungsi Alat

Uji fungsi alat dilakukan setelah proses integrasi sistem dimana perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) selesai digabungkan. Pelaksanaan uji fungsi dilakukan dengan memantau *serial monitor* pada aplikasi Arduino seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 untuk mengetahui apakah alat telah bekerja (dapat terhubung ke jaringan internet).



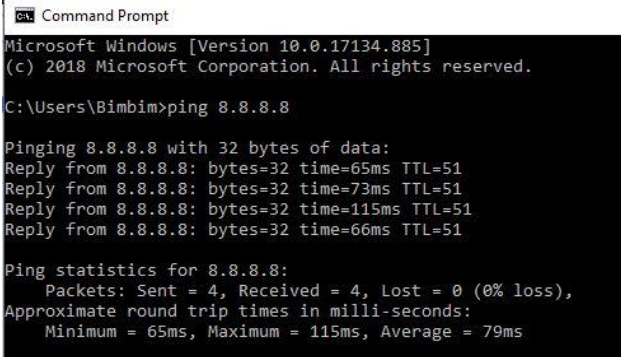
Gambar 3. 5 Tampilan Aplikasi Arduino

3.8. Uji Transmisi Data

Uji transmisi data dilakukan pada protokol TCP/IP.

3.8.1. Uji Pengaruh Jarak Terhadap Transmisi Data

Pengujian untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap transmisi data dilakukan dengan melakukan perintah *Packet Internet Gropher* (PING) menggunakan *Command Prompt* (CMD) pada *personal computer* maupun *smartphone* (dengan aplikasi tambahan seperti *pingtest.apk*) seperti yang ditunjukkan Gambar 3.7. Pengujian dengan perintah PING dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan internet yang digunakan pada penelitian ini. Pengujian dengan perintah PING dapat mengetahui nilai *delay* atau *latency* suatu jaringan yang kemudian dibandingkan dengan standart ITU-T G.114 sehingga dapat diketahui kualitas jaringan internet yang dipakai pada penelitian ini. Pengujian dengan perintah Ping dilakukan dengan jarak awal 100m, 300m, 600m, 800m, 1000m, 1200m, dan 1400m dari bibir pantai.



```

C:\Users\Bimbim>ping 8.8.8.8

Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=65ms TTL=51
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=73ms TTL=51
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=115ms TTL=51
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=66ms TTL=51

Ping statistics for 8.8.8.8:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 65ms, Maximum = 115ms, Average = 79ms
  
```

Gambar 3. 6 Tampilan Perintah PING pada CMD

3.8.2. Uji Transmisi Data Protocol TCP/IP

Pengujian pengiriman data protokol TCP/IP dilakukan dengan cara merekam aktifitas *traffic data* pada jaringan internet yang digunakan dengan menggunakan aplikasi *wireshark*. Perekaman *traffic data* dilakukan pada pagi hari, siang hari, dan malam hari dengan rentang waktu yang menyesuaikan. Hasil dari

perekaman *traffic data* digunakan untuk menganalisa *data loss*, *latency*, *throughput*, dan *jitter* pada jaringan. Proses analisis data dilakukan dengan melakukan *filter* terhadap jenis *traffic data* yang akan dianalisa yaitu menggunakan jenis TCP.

3.8.3. Uji Perbandingan Data Pengukuran Sensor dengan Data Masuk pada Database

Pembandingan data hasil pengukuran sensor secara langsung dibandingkan dengan data yang masuk pada *database*. Pembandingan data dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor pada tampilan *serial monitor* Arduino dengan data yang masuk pada *database thingspeak* untuk mengetahui apakah data terukur dapat langsung terkirim menuju *database* sehingga didapat data *up to date*.

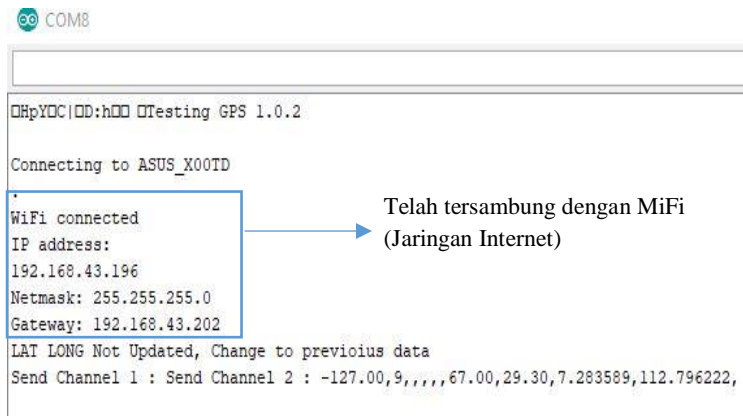
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Analisa data pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian sistem transmisi data dari keseluruhan sistem yang telah terintegrasi. Hasil pengujian didapat dari pengujian *data loss* transmisi data radio frekuensi terhadap jarak dan uji performa jaringan dari protokol TCP/IP. Pembahasan dilakukan dengan mengulas analisis data serata evaluasi yang didapat selama pengujian sistem dilakukan.

4.1. Pengujian Fungsi Alat

Pengujian fungsi alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat telah berjalan sehingga dapat menjalankan proses transmisi data.



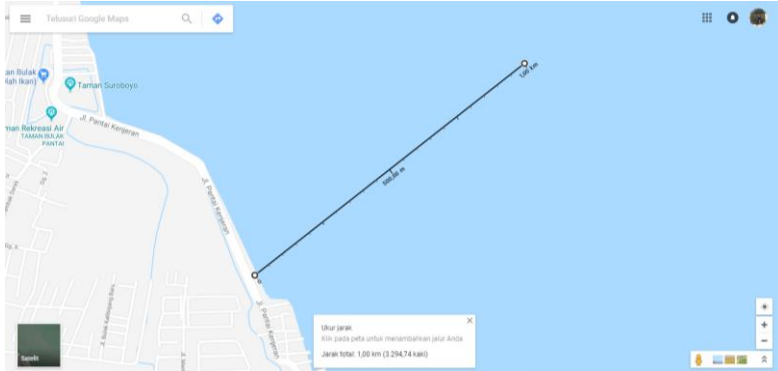
```
COM8
HpYDC|DD:h Testing GPS 1.0.2
Connecting to ASUS_X00TD
WiFi connected
IP address:
192.168.43.196
Netmask: 255.255.255.0
Gateway: 192.168.43.202
LAT LONG Not Updated, Change to previous data
Send Channel 1 : Send Channel 2 : -127.00,9,,,,,67.00,29.30,7.283589,112.796222,
```

Gambar 4. 1 Serial Monitor Arduino untuk Transmisi Data pada *Buoyweather*

Integrasi sistem telah berhasil dilakukan, sehingga alat (*buoyweather*) dapat terkoneksi dengan MiFi dan dapat terhubung dengan jaringan internet seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. *IP address* merupakan alamat IP yang disediakan oleh MiFi.

4.2. Pengujian Pengaruh Jarak terhadap Transmisi Data

Pengujian pengaruh jarak terhadap sistem transmisi data menggunakan protocol TCP/IP ini dilakukan untuk mengetahui berapa jarak maksimum *buoyweather* dapat menerima konektivitas internet untuk melakukan pengiriman data ukur menuju *database*.



Gambar 4. 2 Peta Pengambilan Data Jarak

Pengambilan data untuk uji jarak, diukur dari bibir pantai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Pengambilan data dilakukan dengan pengiriman data sebanyak 10 data tipe data integer di tiap titiknya dengan variasi pengukuran 7 titik (200 m, 400m , 600m, 800m, 1000m, 1200m, dan 1400m). Nilai yang dikirimkan dari sensor yaitu suhu kelembapan, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin dan ketinggian gelombang.

Hasil pengukuran yang dilakukan pada jarak 200 m, 400m, 600m, 800m, 1000m, 1200m, dan 1400m menunjukkan kekuatan sinyal yang diterim oleh mifi yang berasal dari pemancar sinyal oleh provider cukup kuat, sehingga konektivitas internet yang diterima oleh *buoyweather* sangat baik. Pengukuran *loss data* hingga jarak 1400m sebesar 0% *loss data* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Pengujian konektivitas internet terhadap pengaruh jarak juga mempertimbangkan *delay* transmisi data. Hasil yang didapat setelah dilakukan pengujian adalah transmisi data cenderung

mengalami peningkatan *delay* yang berbanding lurus dengan nilai jarak transmisi.

Tabel 4. 1 Hasil Uji konektivitas internet terhadap Pengaruh Jarak

Jarak (m)	Jumlah Data		Prosentase Loss	Rata-rata Delay (ms)
	Kirim	Terima		
200	10	10	0%	59.30
400	10	10	0%	68.30
600	10	10	0%	62.01
800	10	10	0%	69.39
1000	10	10	0%	71.96
1200	10	10	0%	71.30
1400	10	10	0%	74.36

4.3. Uji Performa Jaringan

Uji performa transmisi ini dilakukan dengan menguji performa jaringan yang digunakan untuk media pengiriman data yang diterima oleh *buoyweather*. Pengujian performa jaringan ini menggunakan aplikasi *wireshark* dengan waktu pengujian dibagi menjadi pagi hari (pukul 07.00, 08.00, 09.00, 10.00) , siang hari (pukul 11.00, 13.00, 14.00), sore hari (pukul 15.00, 17.00 dan 18.00) dan malam hari (pukul 19.00, 20.00, 21.00, 22.00, 23.00, dan 24.00). Aktivitas jaringan internet yang dimonitoring dengan aplikasi *wireshark* merupakan semua aktifitas jaringan internet (*traffic data*) yang disediakan oleh provider Telkomsel menggunakan MiFi

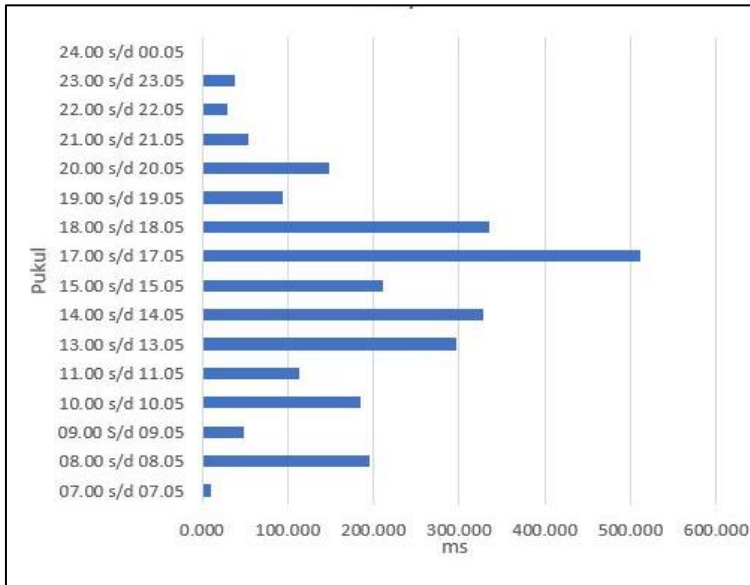
Tabel 4. 2 Standar ITU-T G.114 untuk Delay

Besar Delay	Kategori Delay
< 150 ms	Sangat Bagus
150 ms s/d 300 ms	Bagus
300 ms s/d 450 ms	Jelek
> 450 ms	Sangat Jelek

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Performa Jaringan (*Delay*)

Waktu	<i>Delay</i> (ms)
07.00 s/d 07.05	10.324
08.00 s/d 08.05	196.219
09.00 S/d 09.05	48.945
10.00 s/d 10.05	185.453
11.00 s/d 11.05	113.848
13.00 s/d 13.05	296.395
14.00 s/d 14.05	327.554
15.00 s/d 15.05	210.603
17.00 s/d 17.05	511.829
18.00 s/d 18.05	335.212
19.00 s/d 19.05	94.937
20.00 s/d 20.05	148.570
21.00 s/d 21.05	53.670
22.00 s/d 22.05	28.930
23.00 s/d 23.05	37.860
24.00 s/d 00.05	2.390

Hasil pengujian *delay* didapatkan data dengan waktu *delay* terbesar terjadi pada pukul 17.00 hingga 17.05 dengan nilai *delay* sebesar 511,82 ms dan waktu *delay* terkecil terjadi pada pukul 24.00 hingga 00.05 sebesar 2.390 ms seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3. Terjadi perbedaan nilai *delay* pada masing-masing waktu dilakukan pengujian. Perbedaan nilai *delay* disebabkan perbedaan jumlah *traffic data* pada setiap waktu. Pengguna jaringan internet yang semakin banyak dalam suatu wilayah menyebabkan peningkatan *traffic data* dan dapat mempengaruhi nilai *delay* suatu jaringan. Nilai rata-rata *delay* untuk hasil pengujian diatas sebesar 162,671 ms dan berdasarkan standar untuk *delay* sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 4.2, nilai *delay* pada jaringan yang digunakan saat pengujian termasuk dalam kategori bagus.



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Performa Jaringan (*Delay*)

Perbedaan nilai *delay* pada masing masing waktu disebabkan oleh perbedaan jumlah *traffic data*. *Delay* bernilai tinggi dan termasuk dalam kategori jelek berdasarkan Tabel 4.2 terletak pada pukul 17.00 s/d 18.05 dan pada pukul 13.00 s/d 14.05. Pukul 17.00 s/d 18.05 merupakan waktu selesai jam kerja sedangkan pukul 13.00 s/d 14.05 merupakan waktu istirahat jam kerja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3, sehingga pada pukul tersebut jumlah *traffic data* dalam jaringan cukup tinggi dikarenakan peningkatan pengguna (*user*) layanan internet.

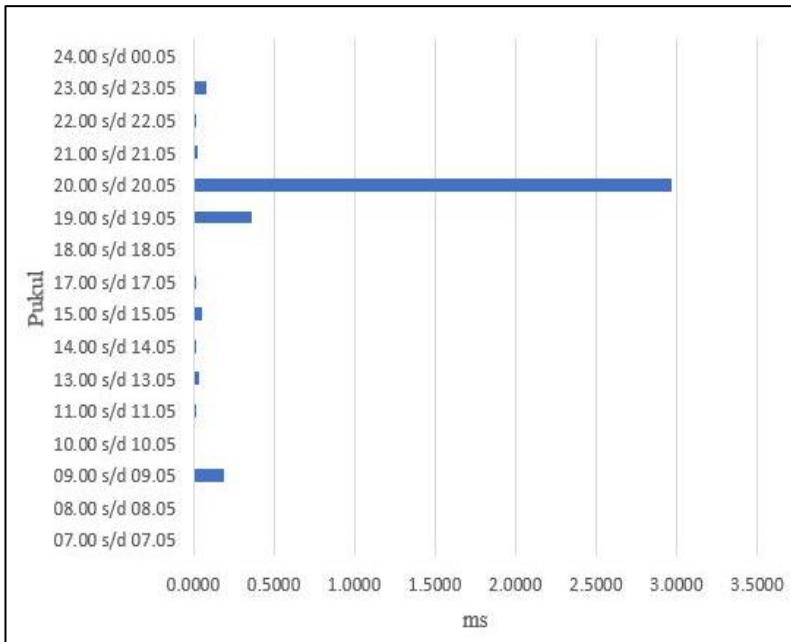
Tabel 4.4 Standar ITU-T G.114 untuk Jitter

Besar <i>Jitter</i>	Kategori <i>Jitter</i>
0 ms	Sangat Bagus
0 ms s/d 75 ms	Bagus
76 ms s/d 125 ms	Sedang
125 ms/225 ms	Jelek

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Performa (*Jitter*)

Waktu	<i>Jitter</i> (ms)
07.00 s/d 07.05	0.0000
08.00 s/d 08.05	0.0043
09.00 s/d 09.05	0.1901
10.00 s/d 10.05	0.0000
11.00 s/d 11.05	0.0179
13.00 s/d 13.05	0.0382
14.00 s/d 14.05	0.0191
15.00 s/d 15.05	0.0573
17.00 s/d 17.05	0.0203
18.00 s/d 18.05	0.0005
19.00 s/d 19.05	0.3629
20.00 s/d 20.05	2.9714
21.00 s/d 21.05	0.0279
22.00 s/d 22.05	0.0164
23.00 s/d 23.05	0.0783
24.00 s/d 00.05	0.0010

Nilai *jitter* tertinggi didapatkan pada pukul 20.00 hingga 20.05 sebesar 2,97 ms dan nilai *jitter* terkecil didapatkan pada pukul 07.00 dan 10.00 sebesar 0 ms seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5. *Jitter* merupakan peningkatan *traffic data* secara mendadak yang dapat menyebabkan terjadinya penyempitan *bandwidth* sehingga menyebabkan terjadinya antrian data. Rata-rata nilai *jitter* untuk hasil pengujian tersebut sebesar 0,238 ms, sehingga berdasarkan standar nilai *jitter* yang sesuai dengan Tabel 4.4, jaringan internet yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam kategori sangat bagus untuk *jitter*.



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Performa Jaringan (*Jitter*)

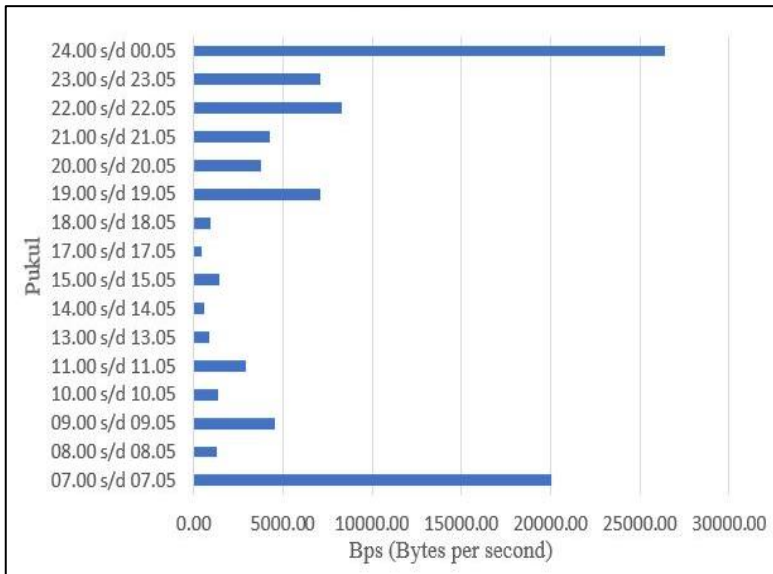
Perbedaan nilai *jitter* pada masing masing waktu disebabkan oleh perbedaan jumlah peningkatan *traffic data* yang terjadi secara mendadak. *Jitter* bernilai tinggi terjadi pada pukul 20.00 s/d 20.05 berdasarkan Gambar 4.4, sehingga pada pukul tersebut terjadi peningkatan *traffic data* yang signifikan dan mendadak. Peningkatan nilai *jitter* juga terjadi pada pukul 19.00 s/d 19.05. Peningkatan nilai *jitter* yang terjadi tidak mempengaruhi kualitas jaringan dikarenakan nilai *jitter* pada hasil pengujian ini berada pada kategori sangat bagus berdasarkan Tabel 4.4 yang merupakan acuan standar jaringan untuk *jitter*

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Performa Jaringan (*Throughput*)

Waktu	<i>Throughput</i> (Bps)
07.00 s/d 07.05	20024.04
08.00 s/d 08.05	1309.92
09.00 s/d 09.05	4548.04
10.00 s/d 10.05	1355.66
11.00 s/d 11.05	2904.65
13.00 s/d 13.05	846.72
14.00 s/d 14.05	587.02
15.00 s/d 15.05	1451.95
17.00 s/d 17.05	458.79
18.00 s/d 18.05	943.90
19.00 s/d 19.05	7118.51
20.00 s/d 20.05	3805.43
21.00 s/d 21.05	4275.22
22.00 s/d 22.05	8282.36
23.00 s/d 23.05	7111.00
24.00 s/d 00.05	26402.54

Throughput merupakan kecepatan (*rate*) transfer data dalam *bandwith* sesungguhnya yang diukur dalam *Bytes per second* (Bps). Pengujian yang dilakukan ini mendapatkan nilai *throughput* yang cukup besar dengan rata-rata nilai *throughput* yang didapat sebesar 5714,11 Bps. Berdasarkan standar ITU-T G.114, nilai *throughput* pada jaringan ini termasuk sangat besar sehingga kecepatan pengiriman data pada sistem jaringan ini sangat baik. Pengujian performa jaringan untuk nilai *throughput* berbanding terbalik dengan nilai pengujian *delay*. Nilai *throughput* terbesar berada pada pukul 24.00 hingga 00.05 sebesar 26402,54 Bps sehingga pada pukul 24.00 hingga 00.05 merupakan nilai terkecil bagi pengujian nilai *delay* sebesar 2,39 ms. Nilai *throughput* terkecil berada pada pukul 17.00 hingga 17.05

sehingga pada pukul tersebut merupakan nilai terbesar bagi pengujian *delay* sebesar 511,82 ms.



Gambar 4.5 . Hasil Pengujian Performa Jaringan (*Throughput*)

Perbedaan nilai *throughput* pada masing masing waktu terjadi disebabkan oleh jumlah pengguna (*user*) pada jaringan internet. Jumlah pengguna yang semakin tinggi menyebabkan jumlah *traffic data* meningkat. Nilai *throughput* pada pukul 24.00 s/d 00.05 bernilai paling tinggi diantara waktu lainnya saat pengujian dikarenakan pada pukul tersebut jumlah pengguna (*user*) paling rendah, sehingga tidak terjadi kepadatan *traffic data* yang menyebabkan kecepatan transfer data dalam *bandwidth* terganggu. Pukul 17.00 s/d 17.05 merupakan waktu dengan nilai *throughput* terkecil disebabkan oleh jumlah pengguna (*user*) yang tinggi (waktu selesai jam kerja) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Tabel 4. 7 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk Paket *Loss*

Paket Ratio (%)	Kategori Paket <i>loss</i>
0	Sangat Bagus
3	Bagus
15	Jelek
25	Sangat Jelek

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Performa Jaringan (Paket *Loss*)

Waktu	<i>Loss</i> (%)
07.00 s/d 07.05	0
08.00 s/d 08.05	0
09.00 s/d 09.05	0
10.00 s/d 10.05	0
11.00 s/d 11.05	0
13.00 s/d 13.05	2
14.00 s/d 14.05	7
15.00 s/d 15.05	0
17.00 s/d 17.05	10
18.00 s/d 18.05	8
19.00 s/d 19.05	0
20.00 s/d 20.05	0
21.00 s/d 21.05	0
22.00 s/d 22/05	0
23.00 s/d 23.05	0
24.00 s/d 00.05	0

Nilai paket *loss* tertinggi terjadi pada pukul 17.00 s/d 17.05 yaitu sebesar 10% seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.8. Nilai tersebut disebabkan oleh kepadatan *traffic data* yang mempengaruhi kecepatan transfer data pada *bandwidth*, sehingga menyebabkan terjadinya *loss* pada pengiriman data dalam jaringan internet. Nilai rata-rata paket *loss* dari hasil pengujian ini sebesar 2% dan berdasarkan standar ITU-T.G 114 seperti yang ditunjukkan

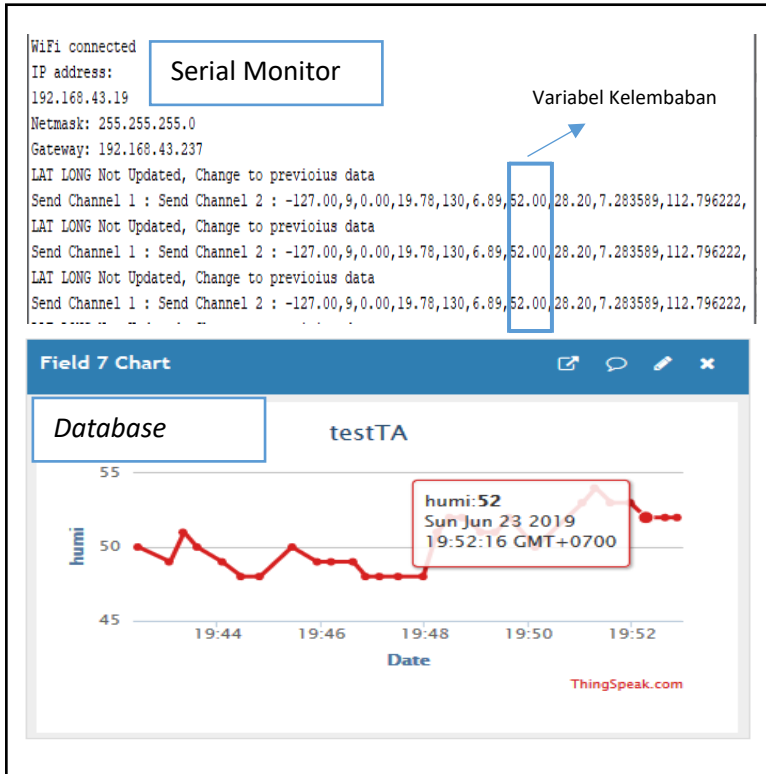
pada Tabel 4.7, jaringan internet yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam kategori sangat bagus.

4.4. Perbandingan Data Sensor dan Data Masuk *Database*

Data hasil pengukuran sensor yang akan akan dikirimkan menuju *database* dibandingkan dengan data yang masuk pada *database*. Proses perbandingan data dilakukan dengan membandingkan data ukur sensor menggunakan serial monitor pada perangkat *personal computer* yang terhubung langsung dengan mikrokontroler dengan data hasil pengukuran yang telah masuk pada *database*. Perbandingan data dilakukan dengan menggunakan beberapa variabel yang terukur, dimana pada perbandingan data ini menggunakan variabel suhu dan kelembaban pada jarak 1000m, kecepatan angin dan arah angin pada jarak 1200m, suhu dan kelembaban pada jarak 1400m. Proses pengiriman data terukur menuju *database* dilakukan dalam satu paket pengiriman, sehingga tidak terdapat perbedaan waktu pengiriman antara satu variabel pengukuran dengan variabel pengukuran lainnya.

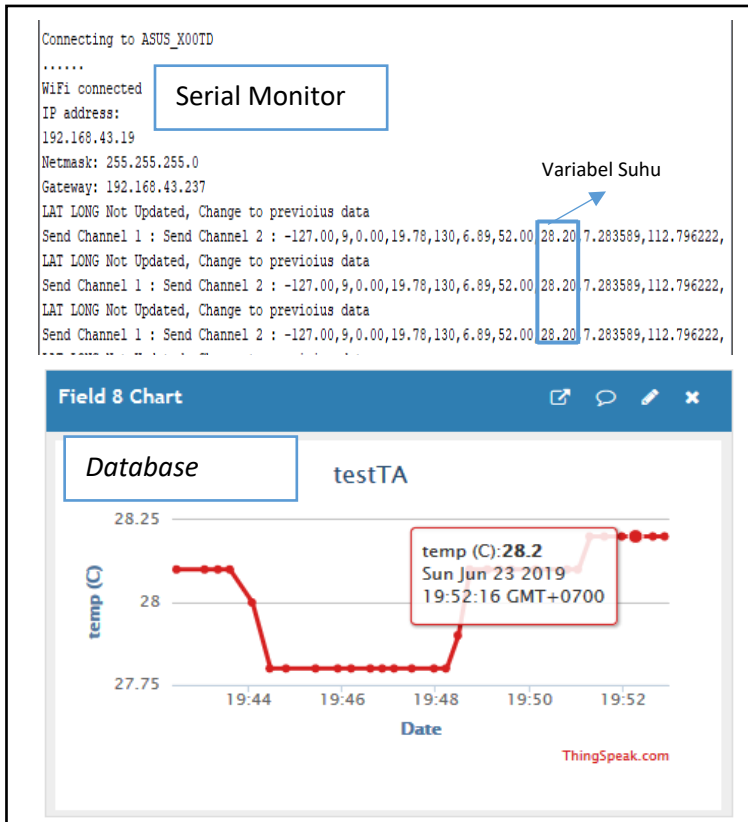
4.4.1 Hasil Perbandingan Data pada Jarak 1000m

Perbandingan data pada jarak 1000m menggunakan variabel pengukuran suhu dan kelembaban seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7. Perbandingan data dilakukan pada jarak 1000m dengan membaca hasil ukur sensor pada serial monitor arduino dan data hasil ukur sensor yang masuk pada *database*. Durasi pembacaan data pada serial monitor dan data masuk pada *database* dilakukan selama satu menit. Perbandingan data dilakukan dengan membandingkan waktu data ukur yang terbaca pada serial monitor dan data masuk pada *database* serta membandingkan nilai variabel data yang terbaca pada serial monitor dan data yang masuk pada *database*. Nilai variabel data yang masuk dan waktu pembacaan data pada serial monitor serta data masuk pada *database* merupakan faktor penting untuk menentukan asistem transmisi data yang digunakan telah *real time*.



Gambar 4. 6 Hasil Pembandingan Data Ukur Kelembaban dengan Data Masuk *Database* pada Jarak 1000m

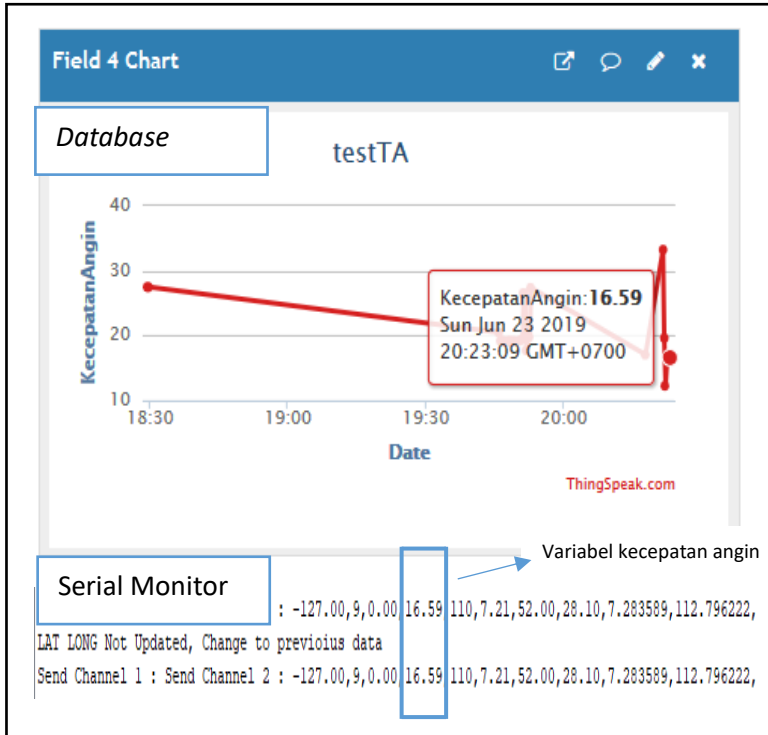
Hasil pembandingan data yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa data ukur variabel kelembaban yang terbaca pada serial monitor menunjukkan nilai 52 dan hasil tersebut sesuai dengan data yang masuk pada *database* yang juga bernilai 52. Pengambilan data dilakukan pada pukul 19.52 Hasil pembandingan data untuk data ukur variabel suhu ditunjukkan pada Gambar 4.7 dimana nilai ukur pada sensor yang terbaca dalam serial monitor sama dengan nilai data yang masuk pada *database thingspeak*.



Gambar 4. 7 Hasil Pembandingan Data Ukur Suhu dengan Data Masuk *Database* pada Jarak 1000m

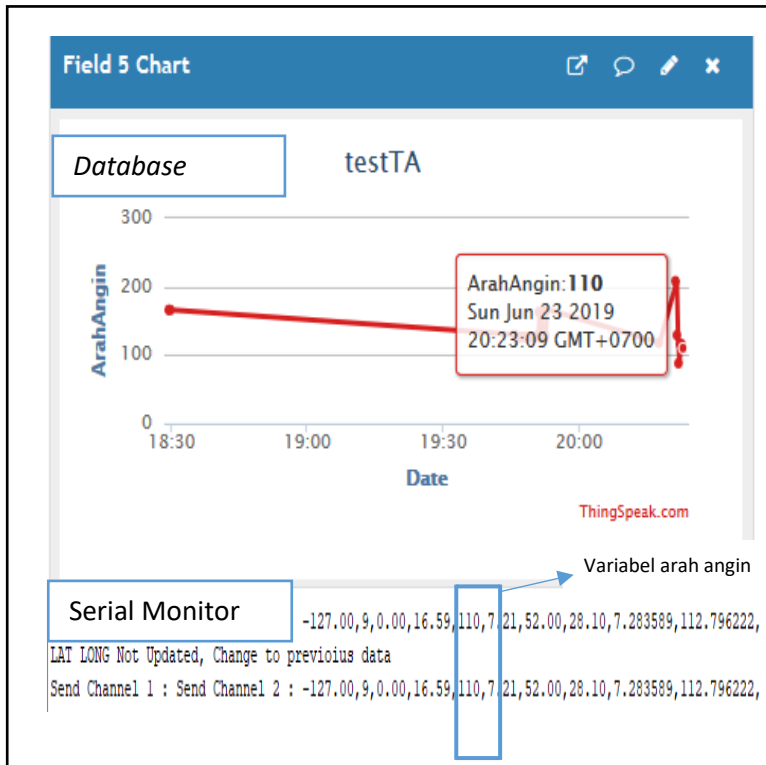
4.4.2 Hasil Pembandingan Data pada Jarak 1200m

Pembandingan data pada jarak 1200m menggunakan variabel pengukuran kecepatan angin dan arah angin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 yang merupakan hasil pembandingan data pengukuran pada serial monitor Arduino dengan data masuk pada *database thingspeak*.



Gambar 4. 8 Hasil Pembandingan Data Ukur Kecepatan Angin dengan Data Masuk *Database* pada jarak 1200m

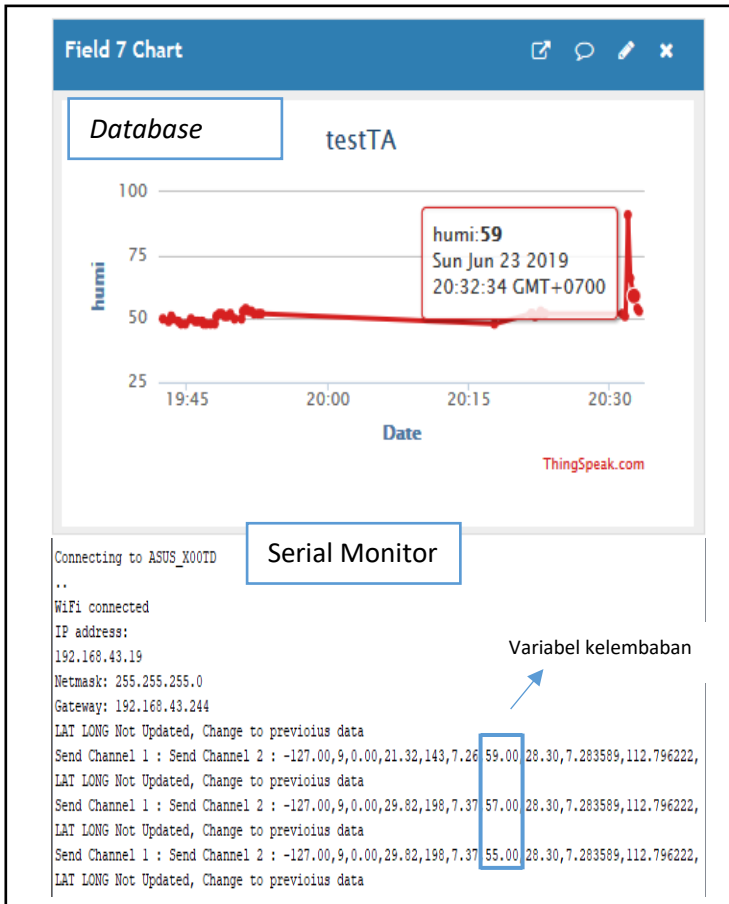
Hasil pembandingan data yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa data ukur variabel kecepatan angin yang terbaca pada serial monitor menunjukkan nilai 16,59 dan hasil tersebut sesuai dengan data yang masuk pada *database* yang juga bernilai 16,59. Pengambilan data dilakukan pada pukul 20.23 Hasil pembandingan data untuk data ukur variabel arah angin ditunjukkan pada Gambar 4.9 dimana nilai ukur pada sensor yang terbaca dalam serial monitor sama dengan nilai data yang masuk pada *database* pada *thingspeak*.



Gambar 4. 9 Hasil Pembandingan Data Ukur Arah Angin dengan Data Masuk *Database* pada Jarak 1200m

4.4.3 Hasil Pembandingan Data pada Jarak 1400m

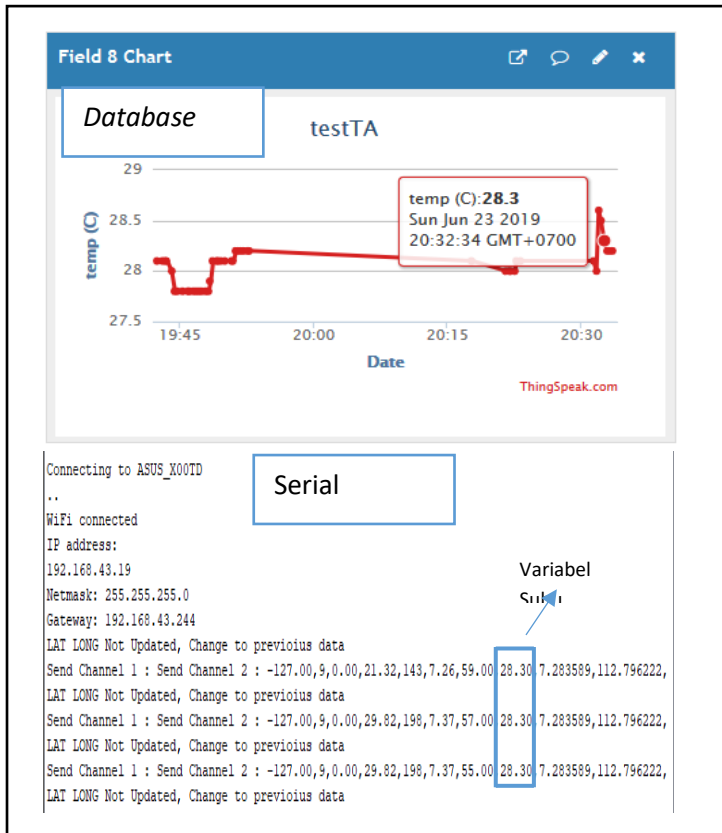
Pembandingan data pada jarak 1400m menggunakan variabel pengukuran suhu dan kelembaban seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 dimana proses pembandingan data sama dengan proses pembandingan data sebelumnya. Data serial monitor pada aplikasi android dibandingkan dengan data yang masuk pada *database thingspeak*



Gambar 4. 10 Hasil Pembandingan Data Ukur Kelembaban dengan Data Masuk *Database* pada Jarak 1400m

Hasil pembandingan data yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa data ukur variabel kelembaban yang terbaca pada serial monitor menunjukkan

nilai 59 dan hasil tersebut sesuai dengan data yang masuk pada *database* yang juga bernilai 59. Pengambilan data dilakukan pada pukul 20.32. Hasil perbandingan data untuk data ukur variabel suhu ditunjukkan pada Gambar 4.11 dimana nilai ukur pada sensor yang terbaca dalam serial monitor sama dengan nilai data yang masuk pada *database*



Gambar 4. 11 Hasil Perbandingan Data Ukur Suhu dengan Data Masuk *Database* pada Jarak 1400m

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai transmisi data pada *buoyweather type II* yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem transmisi data pada pengujian jarak dapat bekerja hingga jarak 1,4 km dari bibir pantai, sedangkan untuk pengujian performa transmisi data pada jaringan yang digunakan dibandingkan dengan standar ITU-T G.114. Hasil uji performa jaringan didapatkan rata-rata nilai *throughput*, *jitter*, *delay*, dan *loss* sebesar 5714,11 Bps, 0,238 ms, 162,671 ms dan 2%. Berdasarkan hasil yang didapat, kategori jaringan yang digunakan termasuk dalam kategori sangat baik.
2. Transmisi data yang sesuai dengan *buoyweather* tipe II yaitu dengan menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan komunikasi TCP/IP secara langsung. Penerapan sistem IoT pada *buoyweather* ini dapat memaksimalkan pemantauan pengukuran variabel oleh alat secara lebih *real time*

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu untuk melakukan penelitian untuk menambahkan penguat sinyal jaringan 3G/4G yang dapat bekerja optimal pada MiFi sehingga layanan internet akan lebih memaksimal dan mempermudah proses pengiriman data

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya. (2013). Maritime Buoy Weather Station Matitime Buoy Weather Station. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1*.
- Arduino. (2017, Desember 26). *ArduinoBoardMega*. Diambil kembali dari Arduino:
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>
- Boonsawat, V., & Kittipiyakul, S. (2010). *XBee Wireless Sensor Networks for Temperature Monitoring*. Pathum-Thani: Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University.
- Dierdonck, N. V. (2006). Throughput and Delay Analisis of Unslotted. *IEEE 802.15.4. Academy Publisher Zele-Belgium*.
- Espressif Systems. (2019). *Espressif*. Diambil kembali dari <https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>
- Hutauruk, S. (2010). Perancangan Simulasi Koreksi Kesalahan Data dengan Metode FEC pada Komputer Berbasis Visual Basic. *semnasIF*, 1-7.
- Kominfo. (2019). *Pos dan Telekomunikasi*. Diambil kembali dari Regulasi Frekuensi dan Standardisasi:
https://www.postel.go.id/artikel_c_3_p_93.htm
- Mundra, S., & Taeib, T. E. (2015). TCP/IP Protocol. *International Journal of Computer Science and Information Technology Research*, 1-3.

- National Instrument. (2005, Januari). *National Instrument*. Diambil kembali dari RT Controller with Integrated Gateway for WSN: <http://www.ni.com/wsn/whatis/>
- NOAA. (2017, juni 13). <https://www.ncei.noaa.gov>. Diambil kembali dari NOAA: <https://www.ncei.noaa.gov/news/buoy-data-help-tsunami-preparedness>
- Opensignal. (2018, Juni). *Kondisi Jaringan Seluler:Indonesia (Juni 2018)*. Diambil kembali dari OpenSignal: <https://www.opensignal.com/in/reports/2018/06/indonesia/state-of-the-mobile-network>
- Pinem, K. K. (2014). *Analisis Link Budget pada Pembangunan BTS Rooftop Cemara IV Sistem Telekomunikasi Seluler Berbasis GSM Studi Kasus PT Telkomsel*. Medan: Departemen Teknik Elektro-Universitas Sumatera Utara.
- Pradhana, H. W. (2008). Pengantar Keandalan Sistem. 1-4.
- Prihatmoko, D. (2016). Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Pembelajaran Di Unisnu Jepara. *Jurnal Simetris*, 567-574.
- Rizqi, M. F. (2018). *Rancang Bangun Sistem Transmisi Data Pada Buoyweather Tipe II dengan Radio Frekuensi dan TCP/IP*. Surabaya: Departemen Teknik Fisika, FTI - ITS.
- Saily, M., Guillaume, S., & Riddington, E. (2009). *GSM/EDGE Evolution and Performance*. Wiley.
- Sirajudin, M. (2014). *Tesis: Desain Sistem Komunikasi Data Hasil Monitoring Energi Listrik Menggunakan Wireless*

Sensor Network Protocol Zigbee Dengan XBee Pro.
Surabaya: Teknik Elektro ITS.

Sulistiyanto, M. P., & Nugraha, D. A. (2015). Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal*, pp. 20-23.

Susilawati, I. (2009). *Teknik Telekomunikasi Dasar-Komunikasi Radio*. Yogyakarta: Teknik Elektro-Universitas Mercu Buana.

Taufik, I. (2012, oktober 17). *Robosoccer*. Dipetik desember 18, 2016, dari Pemanfaatan Computer Vision pada Robotsoccer: <https://robotsoccer.wordpress.com/page/3/>

Wang, C., Daneshmand, M., Dohler, M., Mao, X., Hu, R. Q., & Wang, H. (2013). Guest Editorial- Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services. *IEEE Sensors Journal*, 13(10), 3505-3508.

Zenhadi. (2010). Pengukuran QOS Streaming Server .

LAMPIRAN

LAMPIRAN A PROGRAM KOMUNIKASI SERIAL ARDUINO DUE DENGAN ESP8266 (Arduino)

```
#include "ESP8266WiFi.h"
static const int RXPin = D5, TXPin = D4;
int JumlahDataDue = 5; /// Total data dari Due
int batasAkhir = 2; // Coba2-Coba batas
int awal;
char name_arr[30];
String dataMasuk[10];
int batasPengulangan;

bool bolehLanjutDue ;
void dueToWemos(){
    awal=batasPengulangan=0;
    bolehLanjutDue = false;
    while (dariDue.available()) {

        if(awal < JumlahDataDue){
            size_t num_read = dariDue.readBytesUntil(':', name_arr,
sizeof(name_arr)-1 );
            name_arr[num_read] = '\0';
            String daMas = (String)name_arr;
            if(awal == 0 && daMas == "bitAwal" ){
                bolehLanjutDue = true;
            }
            if(bolehLanjutDue && batasPengulangan<2){
                dataMasuk[awal] = daMas;
```

```

    }
  }
  else{
    awal=-1;
    bolehLanjutDue = false;
    batasPengulangan++;
  }
  awal++;

```

LAMPIRAN B

PROGRAM INPUT *DATABASE* THINGSPEAK (ARDUINO)

```

ThingSpeak.setField(1, DataSensorToCloud[0]);//////////lat
  ThingSpeak.setField(2,
DataSensorToCloud[1]);//////////long
  ThingSpeak.setField(3, DataSensorToCloud[2]);
  ThingSpeak.setField(4, DataSensorToCloud[3]);
  ThingSpeak.setField(5, DataSensorToCloud[4]);
  ThingSpeak.setField(6, DataSensorToCloud[5]);
  ThingSpeak.setField(7, DataSensorToCloud[6]);
//////////humidity
  ThingSpeak.setField(8, DataSensorToCloud[7]);
//////////Temperatur

  ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber1,
myWriteAPIKey1);
  Serial.print("Send Channel 1 : ");

  ThingSpeak.setField(1, DataSensorToCloud[8]);
//////////Pressure

```

```
ThingSpeak.setField(2, DataSensorToCloud[9]); /////// SPL
ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber2,
myWriteAPIKey2);
  Serial.print("Send Channel 2 : ");
  outSerial();
  delay(100);
```

LAMPIRAN C

PROGRAM KONEKSI INTERNET DENGAN ARDUINO

```
{ Serial.print(F("Testing GPS "));
Serial.println(TinyGPSPlus::libraryVersion());

  Serial.println();

////////// CONNECT KE WIFI

  Serial.print("Connecting to ");

  Serial.println(ssid);

  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(500);

    Serial.print(".");

    digitalWrite(led,LOW);

  }

  Serial.println("");

  Serial.println("WiFi connected");
```

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

```
Serial.println("IP address: ");  
Serial.println(WiFi.localIP());  
Serial.print("Netmask: ");  
Serial.println(WiFi.subnetMask());  
Serial.print("Gateway: ");  
Serial.println(WiFi.gatewayIP());  
ThingSpeak.begin(client);  
digitalWrite(led,HIGH);  
nilaiDefault();  
smartDelay(1000); }
```

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Bima Panji Mardi, lahir di Kota Palopo pada tanggal 22 Februari 1997. Pada tahun 2009 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Al-Kautsar Pasuruan, pada tahun 2012 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Pasuruan pada tahun 2015 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Sooko Mojokerto. Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Departemen Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis telah aktif dalam beberapa organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan diantaranya menjadi pengurus Admin Laboratorium Simulasi dan Sistem Fisik Siber, panitia Petrolida 2016, panitia Gerigi ITS 2016 dan panitia *Engineering Physics Week* 2016 sekaligus menjadi tim IT pada acara tersebut .

Konsentrasi tugas akhir yang didalami adalah bidang rekayasa instrumentasi dan kontrol. Pada bulan Juni 2019 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI DATA PADA BUOYWEATHER TIPE II DENGAN BERBASIS SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS) DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN 3G/4G”**.

Apabila pembaca ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir, serta memberikan kritik dan saran maka dapat menghubungi penulis melalui *email* : bimaaww@gmail.com

