

BAB III

PELAKSANAAN KERJA MAGANG

3.1 Kedudukan dan Koordinasi

Penulis masuk ke dalam bagian observasi sebagai teknisi selama menjalankan kerja magang di Stasiun Geofisika Kelas I Tangerang. Selama di bagian observasi, penulis berkoordinasi dengan petugas observasi yang sedang dinas untuk melaksanakan tugas harian berupa pengambilan data klimatologi. Selain melaksanakan tugas harian, penulis memiliki tugas utama berupa rancang bangun pemantauan suhu dan kelembapan berbasis IoT yang dibimbing dan diawasi oleh supervisor lapangan.

3.2 Tugas dan Uraian Kerja magang

3.2.1 Tugas yang Dilakukan

Dalam kerja magang, penulis memiliki tugas harian yaitu pengambilan data klimatologi dan memasukkan data ke excel. Data klimatologi yang diambil adalah suhu bola kering (BK), suhu bola basah (BB), arah dan kecepatan angin, tekanan udara QFE dan QFF, titik embun, kelembapan nisbi, kondisi perawanan, dan cuaca. Instrumen pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan data klimatologi adalah sebagai berikut:

1. Suhu BK dan suhu BB masing-masing diperoleh dari termometer BK dan BB yang berada di sangkar meteorologi. Sangkar meteorologi memiliki beberapa standar yang wajib dipenuhi antara lain:
 - a. Terletak di taman alat yang bebas dari bangunan dan pohon agar tidak menghalangi sinar matahari.
 - b. Terbuat dari kayu dan dicat putih untuk mengurangi konduksi dan radiasi matahari.
 - c. Pintu sangkar menghadap utara dan selatan menghindari gerak semu matahari dari barat ke timur. Pengambilan data suhu melalui pintu

selatan dilakukan dari 21 Maret – 22 September dan pengambilan data suhu melalui pintu utara dilakukan dari 23 September – 20 Maret.

- d. Sangkar memiliki kisi-kisi udara agar sirkulasi udara lancar.
 - e. Sangkar berada pada ketinggian ± 2 meter.
2. Arah dan kecepatan angin diukur menggunakan anemometer digital. Anemometer ini terdiri dari baling-baling sebagai pengukur kecepatan angin, *wind vane* sebagai penunjuk arah angin, dan layar digital untuk menampilkan data arah dan kecepatan angin. Baling-baling dan *wind vane* terletak di taman alat pada ketinggian ± 10 meter, sedangkan layar digital terletak di kantor BMKG.
 3. Tekanan udara QFE dan QFF diukur menggunakan barometer digital yang terletak di dalam kantor BMKG. Tekanan QFE adalah tekanan udara di suatu titik di permukaan bumi. Sedangkan, tekanan QFF adalah tekanan rata-rata di permukaan laut. Berdasarkan standar BMKG, QFE dan QFF minimal memiliki selisih 1,4 hPa (hectopascal).
 4. Pengambilan data awan dan cuaca dilakukan dengan melalui pengamatan langsung.

Data yang telah diambil dari instrumen pengukuran dan pengamatan dilakukan pencatatan melalui *website BMKGSoftV2*. Data suhu BK dan BB diolah menggunakan *website BMKGSoftV2* untuk mendapatkan kelembapan nisbi dan titik embun. Data klimatologi ini diambil setiap hari dengan interval pengambilan data setiap 1 jam dari pukul 06.00-18.00 WIB. Data klimatologi setiap harinya akan di masukan ke dalam excel sebagai data klimatologi bulanan. Data klimatologi bulanan dikirimkan ke bagian data dan informasi setiap awal bulan untuk diolah lebih lanjut.

Selain pengambilan data klimatologi, penulis memiliki tugas utama yaitu rancang bangun pemantauan suhu dan kelembapan berbasis IoT. Tugas ini dimulai dari merancang alur sistem, kemudian pemrograman dan perakitan, serta diakhiri dengan uji coba. Tabel 3.1 merupakan gambaran kegiatan magang selama 15 minggu.

Tabel 3.1 Kegiatan Kerja Magang Mingguan

Minggu ke-	Kegiatan
1	<ul style="list-style-type: none"> - Observasi lingkungan kerja - Mempelajari alat pengukuran yang digunakan BMKG - Mempelajari <i>website</i> yang digunakan BMKG - Mencari referensi topik magang
2	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Mempelajari jenis-jenis awan - Mempelajari sensor yang digunakan BMKG - Mencari referensi topik magang
3	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Merancang sistem pemantauan - Memprogram dan merakit sistem pemantauan
4	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Memprogram sistem pemantauan - Uji coba sistem pemantauan
5	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Memprogram sistem pemantauan - Uji coba sistem pemantauan
6	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Memprogram sistem pemantauan - Uji coba sistem pemantauan - Komparasi data dengan <i>environment</i> meter
7	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Memprogram sistem pemantauan - Uji coba sistem pemantauan - Komparasi data dengan bola kering dan kelembapan nisbi - Mengamati hilal bulan
8	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Memprogram sistem pemantauan - Uji coba sistem pemantauan - Komparasi data dengan bola kering dan kelembapan nisbi - Mengerjakan laporan
9	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Uji coba sistem pemantauan - Komparasi data dengan bola kering dan kelembapan nisbi - Mengerjakan laporan
10	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Mengolah komparasi data sistem pemantauan dengan bola kering dan kelembapan nisbi - Mengerjakan laporan

Minggu ke-	Kegiatan
11	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Revisi Laporan - Mengerjakan laporan - Mengambil sampel debu menggunakan alat Kimoto
12	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Mengerjakan laporan
13	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Mengerjakan laporan - Membuat PPT untuk presentasi magang
14	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Revisi Laporan - Presentasi Magang
15	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tugas harian - Revisi Laporan

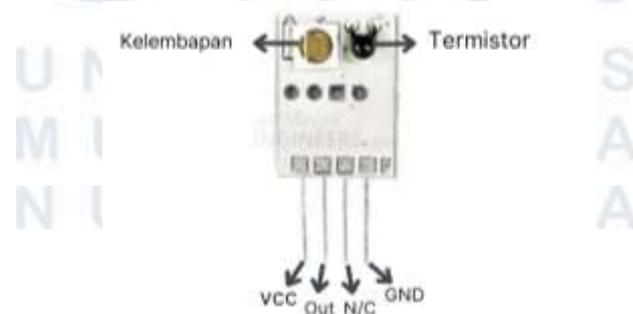
3.2.2 Uraian Kerja Magang

3.2.2.1 Perancangan Sistem Pemantauan

Sistem pemantauan dirancang untuk dapat terhubung dengan *ThingSpeak* dan Telegram yang merupakan *interface* atau tempat interaksi antara pengguna dengan sistem pemantauan. *ThingSpeak* adalah platform IoT *open source* yang dapat digunakan secara gratis oleh semua orang. *ThingSpeak* menyediakan server web untuk menerima data secara *real-time*, menyimpan data, menganalisis data, dan memvisualisasikan data [7]. Sistem pemantauan ini memanfaatkan *ThingSpeak* untuk memvisualisasikan data suhu dan kelembapan dalam bentuk grafik. Telegram merupakan platform komunikasi yang dapat mengirim pesan otomatis dan dapat digunakan semua orang secara gratis [8]. Sistem pemantauan ini menggunakan Telegram untuk dapat mengirim pesan dan menjawab pesan khusus dari pengguna secara otomatis.

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat sistem pemantauan ini adalah sebagai berikut

1. Mikrokendali NodeMCU ESP8266: Mikrokendali merupakan *Integrated Circuit* (IC) yang menerima sinyal masuk, mengolahnya, dan mengirimkan sinyal keluar sesuai dengan pemrograman. Mikrokendali NodeMCU ESP8266 dapat langsung terkoneksi dengan jaringan *Wi-Fi*. Mikrokendali ini memiliki penyimpanan RAM sebesar 128KB dan flash sebesar 4MB. Mikrokendali NodeMCU ESP8266 memiliki daya pemrosesan yang tinggi, sehingga ideal untuk digunakan dalam proyek berbasis *internet of things* (IoT) [9].
2. Sensor DHT22: Sensor *Digital-Output Relative Humidity and Temperature* atau DHT merupakan sensor digital yang mengukur suhu dan kelembapan relatif atau nisbi. Sensor DHT terdiri dari elemen kapasitor untuk mengukur kelembapan dan termistor untuk mengukur suhu. Kapasitor memiliki substrat penahan kelembapan yang diapit oleh dua elektroda. Perubahan nilai kapasitansi berbanding lurus dengan nilai kelembapan. Termistor yang digunakan adalah tipe koefisien suhu negatif yang berarti nilai resistansi berbanding terbalik dengan suhu. Biasanya sensor ini terbuat dari keramik semikonduktor atau polimer [10].



Gambar 3.1 Sensor DHT22 [11]

3. Kabel: Kabel diperlukan untuk menghubungkan mikrokendali dan sensor.

Sensor DHT22 merupakan salah satu jenis dari sensor DHT, selain sensor DHT22 ada sensor tipe lain yaitu DHT11 yang juga dapat mengukur suhu dan kelembapan. Namun, keduanya memiliki spesifikasi berbeda yang dapat dilihat di Tabel 3.2 [12], [13]. Dari Tabel 3.2 dapat dilihat bahwa DHT22 lebih unggul dibandingkan DHT11. DHT22 memiliki rentang pengukuran lebih luas, akurasi yang lebih optimum, dan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap perubahan dibandingkan dengan DHT11. Oleh karena itu, dipilihlah sensor DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembapan pada kerja magang kali ini.

Tabel 3.2 Spesifikasi DHT11 dan DHT22

Spesifikasi		DHT 11	DHT 22
Rentang Pengukuran	Suhu	0 ~ 50 Celcius	-40 ~ 80 Celcius
	Kelembapan	20 ~ 90 %RH	0 – 100 %RH
Akurasi	Suhu	<± 2 Celcius	<± 0.5 Celcius
	Kelembapan	± 5 %RH	± 2 %RH
Sensitivitas	Suhu	1 Celcius	0.1 Celcius
	Kelembapan	1 %RH	0.1 %RH

Mikrokendali NodeMcu ESP8266 dihubungkan dengan sensor DHT22 menggunakan kabel. Rangkaian mikrokendali dan sensor ditunjukkan pada Gambar 3.4.

3.2.2.2 Estimasi Biaya Rancang Bangun

Estimasi biaya rancang bangun perangkat keras sistem pemantauan adalah sekitar Rp585.0000 yang masih di bawah Rp1.000.000,00. Biaya ini di luar biaya jasa atau layanan untuk pembuatan, pengembangan dan pengujian.

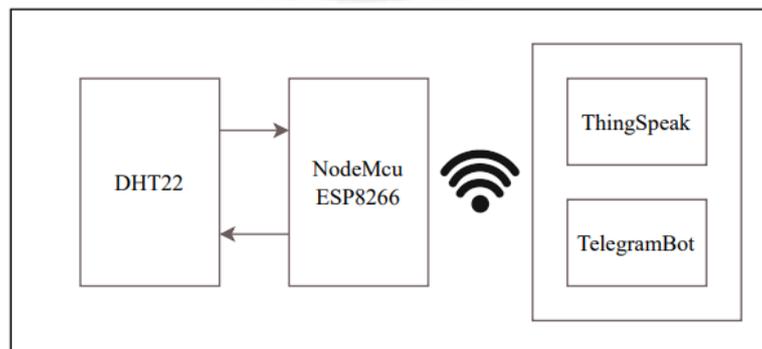
Tabel 3.3 Estimasi Biaya Rancang Bangun

Alat dan Bahan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
NodeMCU ESP8266	1	buah	Rp35.000	Rp35.000
Sensor DHT22 dan Kabel	1	buah	Rp23.000	Rp23.000

Alat dan Bahan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
Kabel Micro USB	1	buah	Rp8.000	Rp8.000
Modem Internet Advan	1	buah	Rp369.000	Rp369.000
Power Bank 20000mAh	1	buah	Rp150.000	Rp150.000
Total				Rp585.000

3.2.2.3 Diagram Blok Sistem Pemantauan

Gambar 3.2 merupakan diagram blok sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis IoT. Berdasarkan gambar tersebut, rangkaian sistem terbagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari dua komponen yaitu sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang memproses data dari DHT22 untuk dikirim ke perangkat lunak ketika dibutuhkan. Perangkat lunak terdiri dari *ThingSpeak* yang memvisualisasikan data dalam bentuk grafik dan Telegram yang berinteraksi dengan pengguna.



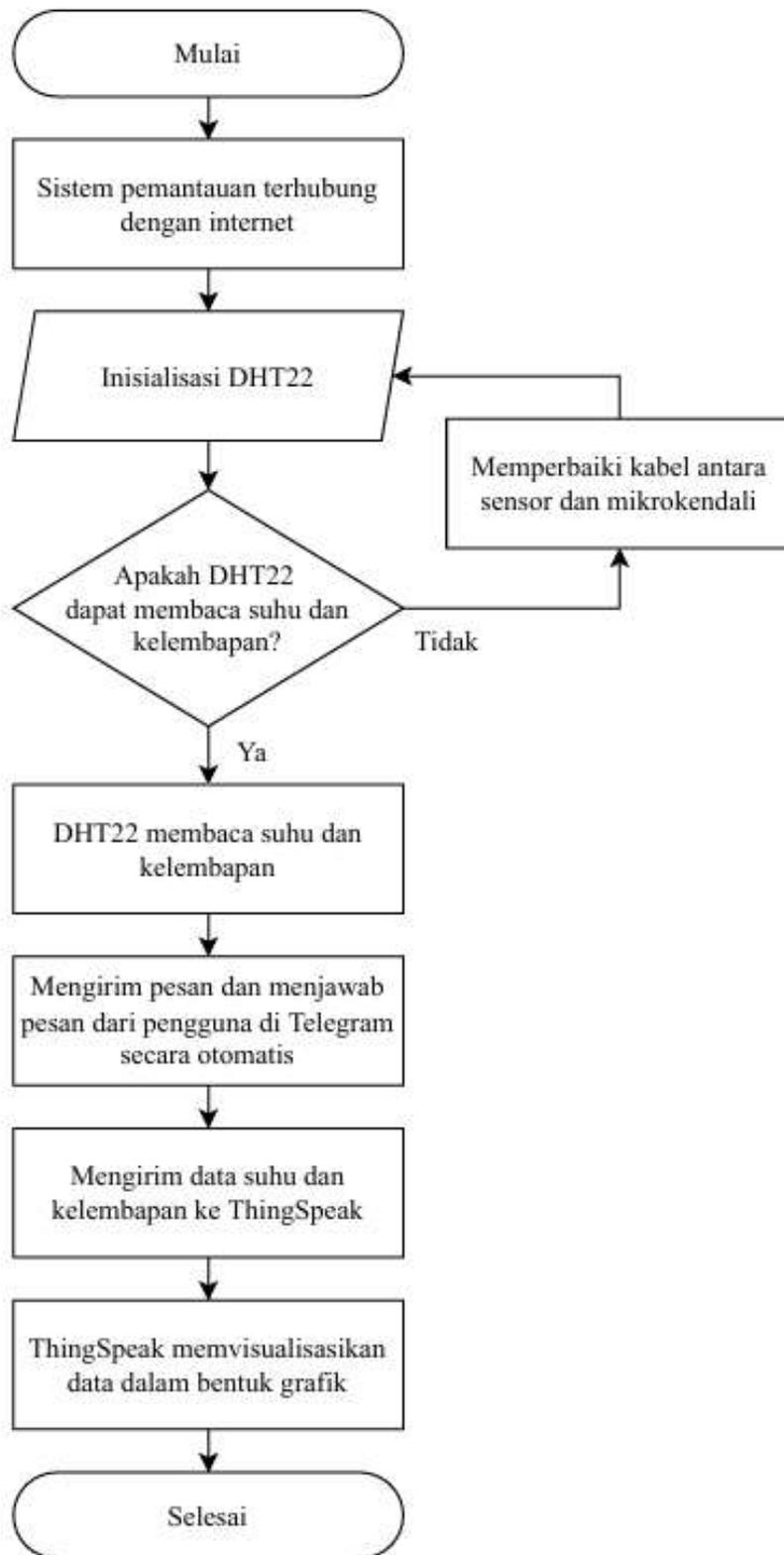
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Pemantauan

Sensor DHT22 membaca data suhu dan kelembapan lingkungan. Mikrokontroler NodeMcu ESP8266 menerima data suhu dan kelembapan dari sensor untuk diolah. Data yang telah diolah dikirimkan ke ThingSpeak dan TelegramBot melalui internet oleh mikrokontroler. ThingSpeak menyimpan data dan menampilkan data dalam bentuk grafik. TelegramBot menjawab pertanyaan khusus dari pengguna terkait suhu dan kelembapan.

3.2.2.4 Alur Kerja Sistem Pemantauan

Alur kerja sistem pemantauan terbagi menjadi tiga bagian yang dapat dilihat di Gambar 3.3. Berdasarkan diagram alir, sistem ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu inisiasi sensor DHT22, Telegram, dan *ThingSpeak*. Pada bagian sensor DHT22, sensor akan mengukur suhu dan kelembapan secara *real-time*. Data tersebut akan dikirim ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk diproses dan akan dikirim ke Telegram dan/atau *ThingSpeak* ketika dibutuhkan. Pada bagian Telegram, pengguna akan mendapatkan pesan masuk otomatis setiap sistem pemantauan mulai dinyalakan dan pengguna juga dapat mengirim pesan khusus ke Telegram untuk mendapatkan informasi suhu dan kelembapan. Ketika pengguna mengirim pesan khusus melalui Telegram, pesan tersebut akan diproses dan di jawab secara otomatis di Telegram. Pada bagian *ThingSpeak*, data suhu dan kelembapan akan dikirim ke *channel* di *ThingSpeak* untuk diproses dan divisualisasikan oleh *ThingSpeak* dalam bentuk grafik.

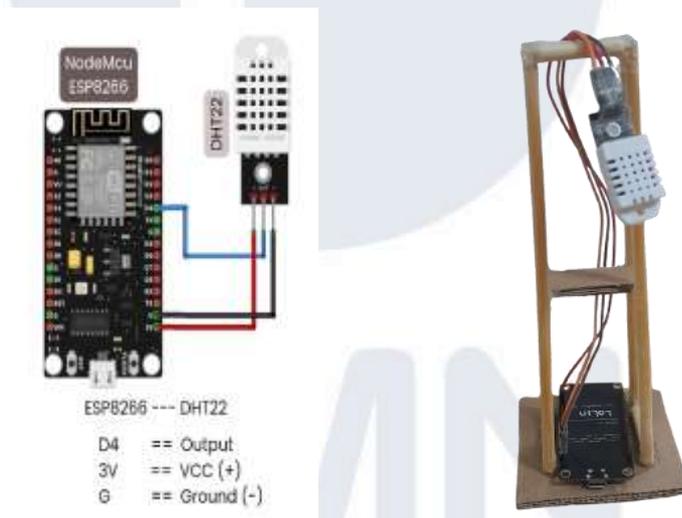




Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Pemantauan

3.2.2.5 Rangkaian Sistem Pemantauan

Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian perangkat keras dari sistem pemantauan. Pada sistem perangkat keras ini, beberapa pin mikrokendali NodeMCU ESP8266 dihubungkan dengan pin-pin pada sensor DHT22 menggunakan kabel. Pin D4 mikrokendali dihubungkan dengan pin *output* sensor dan pengukuran dikirimkan DHT22 ke ESP8266. Pin 3V mikrokendali dihubungkan dengan pin VCC sensor, ESP8266 mengalirkan listrik ke DHT22. Pin G mikrokendali dihubungkan dengan pin ground sensor, listrik yang tidak terpakai oleh DHT22 dialirkan kembali ke ESP8266.

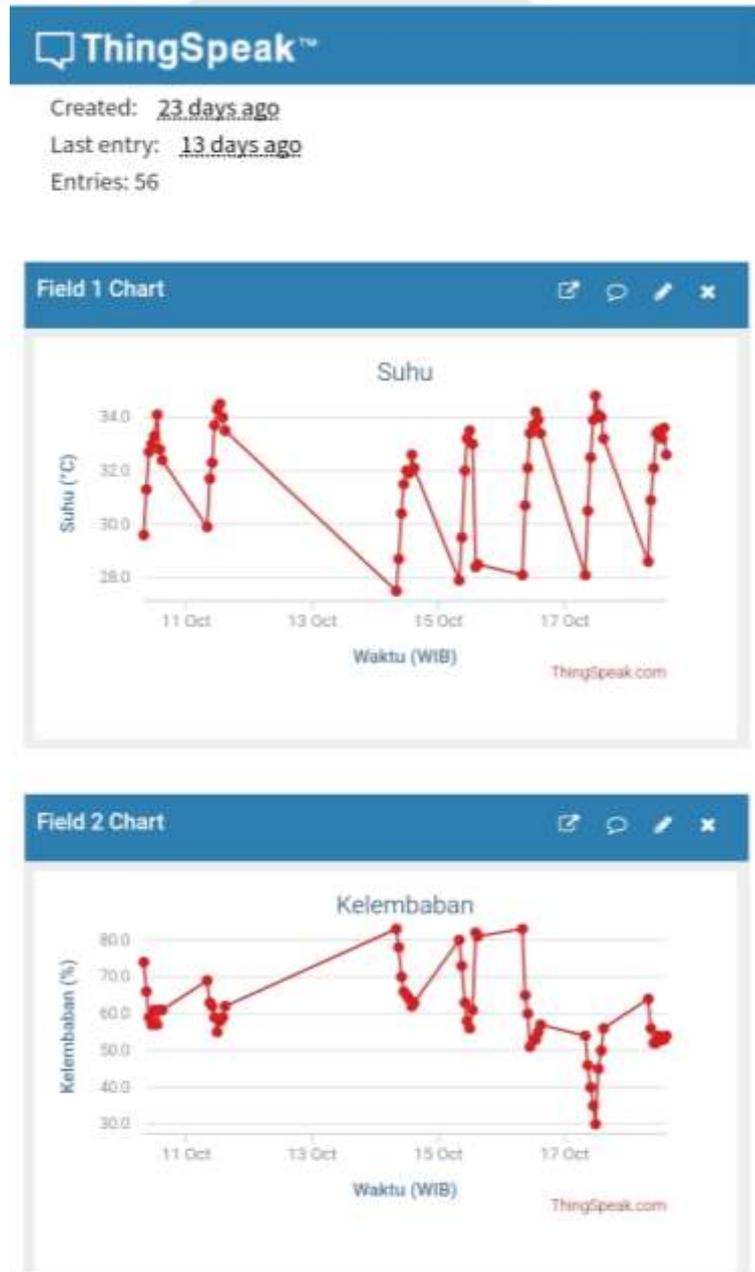


Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Pemantauan

3.2.2.6 Antarmuka Sistem Pemantauan

Gambar 3.5 menunjukkan antarmuka data suhu dan kelembapan di *ThingSpeak*. Pada grafik suhu, sumbu y (vertikal) adalah data suhu ($^{\circ}\text{C}$), sedangkan sumbu x (horizontal) adalah waktu pengambilan data. Pada grafik kelembapan, sumbu y (vertikal) adalah data kelembapan relatif atau nisbi (%), sedangkan sumbu x (horizontal) adalah waktu pengambilan data. Data suhu dan kelembapan yang ada di *ThingSpeak* dapat diunduh dalam bentuk CSV.

Data pada *ThingSpeak* terbagi menjadi dua bagian yaitu data suhu dan kelembapan dengan interval waktu 30 menit dan 1 jam. Data dengan interval waktu 30 menit bersifat privat, sehingga tidak dapat diakses publik. Sedangkan, data dengan interval waktu 1 jam bersifat publik, sehingga dapat diakses masyarakat.



Gambar 3.5 Antarmuka di ThingSpeak

Gambar 3.6 menunjukkan antarmuka data suhu dan kelembapan di Telegram. Pengguna dapat berinteraksi dengan sistem pemantauan untuk mendapatkan data suhu dan kelembapan *real-time*, data 30 menit terakhir, atau data 1 jam terakhir melalui Telegram. Dapat dilihat bahwa Telegram akan mengirimkan pesan otomatis setelah menerima pesan khusus dari pengguna. Adapun pesan khusus untuk mengakses informasi pada Telegram adalah sebagai berikut:

1. `/realtimestg`: Untuk mengakses suhu dan kelembapan *real-time*
2. `/setengahjamstg`: Untuk mengakses suhu dan kelembapan setengah jam terakhir
3. `/info`: Untuk mengakses suhu dan kelembapan satu jam terakhir



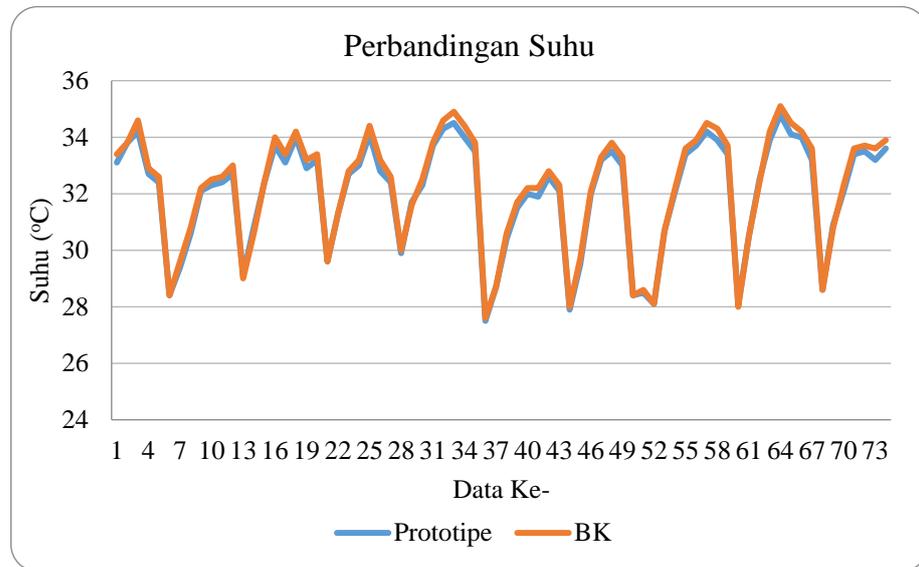
Gambar 3.6 Antarmuka di Telegram

3.2.2.7 Analisis Data

Komparasi data pengamatan manual dan prototipe sistem pemantauan dilakukan selama 10 hari dari tanggal 2-4 Oktober 2024, 10-11 Oktober 2024, dan 14-18 Oktober 2024. Prototipe diletakkan di sangkar meteorologi (Gambar1.1) berdampingan dengan termometer bola kering dan termometer bola basah. Sangkar meteorologi melindungi prototipe dari hujan dan panas matahari. Sangkar ini memiliki kisi-kisi untuk ventilasi udara yang mencegah udara panas dan kelembapan tinggi terperangkap dalam sangkar.

Setiap harinya dilakukan pengambilan data dari pukul 08.00-15.00 WIB dengan interval 1 jam sekali. Total data yang didapatkan dari 10 hari tersebut adalah sebanyak 76 data. Akan tetapi, data yang diolah hanya 75 data karena data di 10 Oktober 2024 pukul 12.00 WIB tidak digunakan. Hal ini dikarenakan air di termometer bola basah kering, sehingga perbedaan kelembapan prototipe dan *BMKGSofV2* relatif besar.

Gambar 3.7 menunjukkan perbandingan data suhu dari DHT22 dengan termometer bola kering. Dari gambar dapat dilihat bahwa suhu yang diukur oleh prototipe sistem pemantauan tidak jauh berbeda dengan bola kering (BK). Ketika mengukur suhu di atas 32°C mulai terlihat perbedaan suhu sekitar $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3.7 Perbandingan Suhu Prototipe dan BK

Tabel 3.4 menunjukkan rata-rata selisih nilai suhu BK dengan prototipe. Selisih suhu BK dengan prototipe didapatkan menggunakan rumus berikut:

$$selisih = |prototipe - BK| \tag{1}$$

Berdasarkan Tabel 3.4, rata-rata selisih suhu terkecil adalah 0,04°C pada rentang suhu 28,0°C-28,9°C. Lalu, rata-rata selisih suhu terbesar adalah 0,3°C pada rentang suhu 35,0°C-35,9°C. Secara keseluruhan, prototipe sistem pemantauan memiliki rata-rata selisih suhu sebesar 0,16°C dengan BK. Jadi, prototipe relatif akurat dalam mengukur suhu terlihat dari rata-rata selisih suhu prototipe dan BK relatif kecil.

Tabel 3.4 Selisih Nilai Suhu BK dan Prototipe

Suhu BK (°C)	Rata-rata selisih (±°C)
27,0-27,9	0,10
28,0-28,9	0,04
29,0-29,9	0,13
30,0-30,9	0,11
31,0-31,9	0,10

Suhu BK (°C)	Rata-rata selisih (±°C)
32,0-32,9	0,17
33,0-33,9	0,25
34,0-34,9	0,23
35,0-35,9	0,30
Rata-rata	0,16

Tabel 3.5 menunjukkan persentase error dan persentase akurasi suhu prototipe sistem pemantauan. Persentase error dan persentase akurasi didapatkan menggunakan rumus berikut:

$$\%error = \frac{|prototipe - BK|}{BK} \times 100\% \quad (2)$$

$$\%akurasi = 1 - \frac{|prototipe - BK|}{BK} \times 100 \quad (3)$$

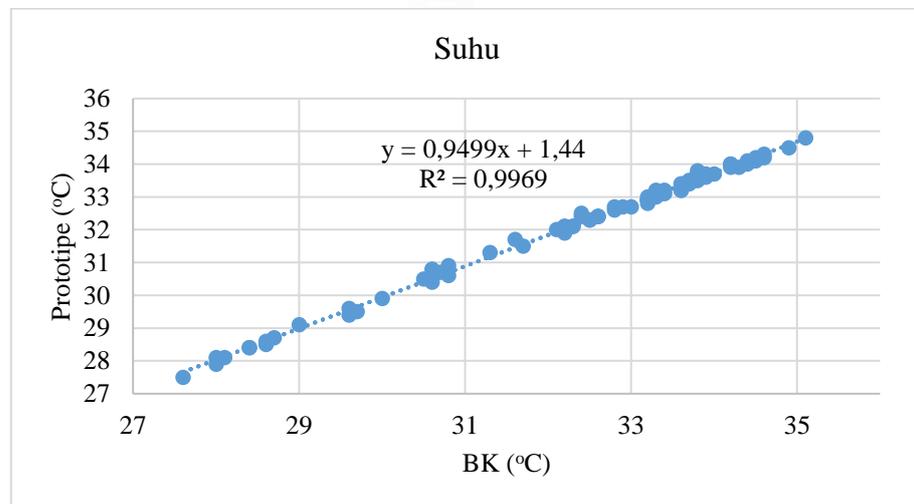
Berdasarkan Tabel 3.5, pada rentang suhu 28,0°C-28,9°C diperoleh persentase error terendah yaitu 0,13% dengan persentase akurasi tertinggi yaitu 99,87%. Lalu, pada rentang suhu 34,0°C-34,9°C diperoleh persentase error tertinggi yaitu 0,94% dengan persentase akurasi terendah yaitu 99,06%. Secara keseluruhan, prototipe sistem pemantauan memiliki rata-rata persentase error sebesar 0,53% dengan rata-rata persentase akurasi sebesar 99,47%. Jadi, prototipe relatif akurat dalam mengukur suhu terlihat dari persentase error yang relatif rendah dan persentase akurasi yang relatif tinggi.

Tabel 3.5 Persentase Error dan Akurasi Suhu Prototipe

Suhu BK (°C)	Rata-rata Persentase Error Prototipe (%)	Rata-rata Persentase Akurasi Prototipe (%)
27,0-27,9	0,40	99,60
28,0-28,9	0,13	99,87
29,0-29,9	0,42	99,58
30,0-30,9	0,37	99,63
31,0-31,9	0,32	99,68
32,0-32,9	0,55	99,45
33,0-33,9	0,75	99,25

Suhu BK (°C)	Rata-rata Persentase Eror Prototipe (%)	Rata-rata Persentase Akurasi Prototipe (%)
34,0-34,9	0,94	99,06
35,0-35,9	0,85	99,15
Rata-rata	0,53	99,47

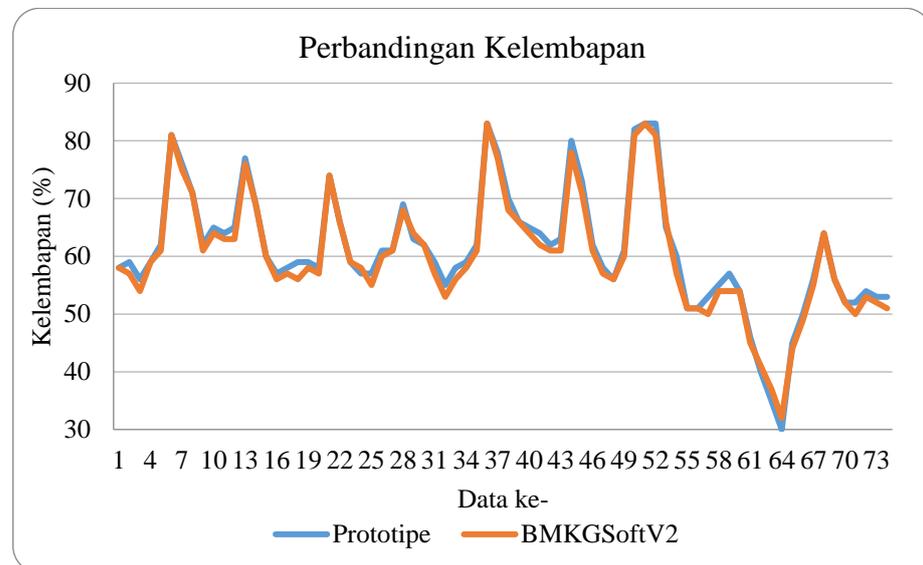
Berdasarkan Gambar 3.8 dapat terlihat variasi nilai regresi linier antara suhu bola kering dengan prototipe. Adapun persamaan regresi linear yang diperoleh adalah $y = 0,9488x + 1,44$. Nilai 0,9488 menunjukkan nilai prototipe adalah 0,9488°C kali nilai BK. Nilai 1,44 menunjukkan nilai rata-rata prototipe adalah 1,44°C saat nilai kelembapan di BK 0°C. Koefisien determinasi (R^2) dari persamaan regresi linear suhu adalah 0,9969 yang mendekati 1. Hal ini menunjukkan bahwa prototipe sistem pemantauan suhu yang dirancang relatif akurat dalam mencerminkan pengukuran dari alat pengukur bola kering.



Gambar 3.8 Regresi Linear Suhu

Perbandingan data kelembapan prototipe dengan *BMKGSoftV2* dapat dilihat pada Gambar 3.9. Dari gambar dapat dilihat bahwa kelembapan yang diukur oleh prototipe sistem pemantauan tidak jauh

berbeda dengan *BMKGSofV2*. Ketika mengukur kelembapan di bawah 60% mulai terlihat perbedaan kelembapan sekitar $\pm 1\%$.



Gambar 3.9 Perbandingan Kelembapan Prototipe dan *BMKGSofV2*

Tabel 3.6 menunjukkan rata-rata selisih nilai kelembapan *BMKGSofV2* dengan prototipe. Selisih kelembapan *BMKGSofV2* dengan prototipe didapatkan menggunakan rumus berikut:

$$selisih = |prototipe - BMKGSofV2| \quad (4)$$

Berdasarkan Tabel 3.6, rata-rata selisih kelembapan terkecil adalah 0,6% pada rentang kelembapan 80-89%. Lalu, rata-rata selisih kelembapan terbesar adalah 2% pada rentang kelembapan 30-39%. Secara keseluruhan, prototipe sistem pemantauan memiliki rata-rata selisih kelembapan sebesar 1,1% dengan *BMKGSofV2*. Jadi, prototipe relatif akurat dalam mengukur kelembapan terlihat dari rata-rata selisih kelembapan prototipe dan *BMKGSofV2* relatif kecil.

Tabel 3.6 Selisih Nilai Kelembapan *BMKGSofV2* dan Prototipe

Kelembapan <i>BMKGSofV2</i> (%)	Rata-rata selisih ($\pm\%$)
30-39	2,0
40-49	1,0

Kelembapan <i>BMKGSofV2</i> (%)	Rata-rata selisih ($\pm\%$)
50-59	1,2
60-69	0,9
70-79	1,0
80-89	0,6
Rata-rata	1,1

Tabel 3.7 menunjukkan persentase error dan persentase akurasi kelembapan prototipe sistem pemantauan. Persentase error dan persentase akurasi didapatkan menggunakan rumus berikut:

$$\%error = \frac{|prototipe - BMKGSofV2|}{BMKGSofV2} \times 100\% \quad (5)$$

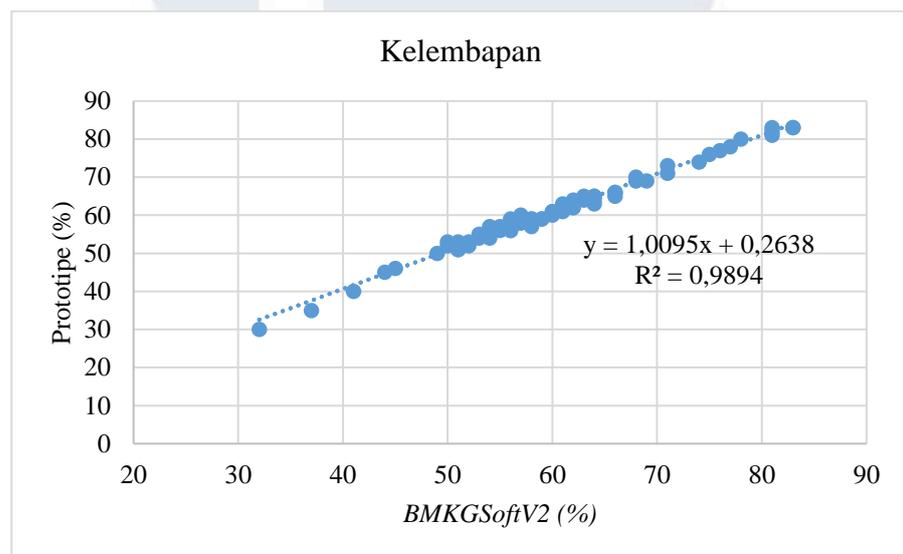
$$\%akurasi = 1 - \frac{|prototipe - BMKGSofV2|}{BMKGSofV2} \times 100\% \quad (6)$$

Berdasarkan Tabel 3.7, pada rentang kelembapan 80-89% diperoleh persentase error terendah yaitu 0,7% dengan persentase akurasi tertinggi yaitu 99,3%. Lalu, pada rentang kelembapan 30-39% diperoleh persentase error tertinggi yaitu 5,8% dengan persentase akurasi terendah yaitu 94,2%. Secara keseluruhan, prototipe sistem pemantauan memiliki rata-rata persentase error kelembapan sebesar 2,3% dan rata-rata persentase akurasi kelembapan sebesar 97,7%. Jadi, prototipe relatif akurat dalam mengukur kelembapan terlihat dari persentase error yang relatif rendah dan persentase akurasi yang relatif tinggi.

Tabel 3.7 Persentase Error dan Akurasi Kelembapan Prototipe

Kelembapan <i>BMKGSofV2</i> (%)	Rata-rata Persentase Error Prototipe (%)	Rata-rata Persentase Akurasi Prototipe (%)
30-39	5,8	94,2
40-49	2,2	97,8
50-59	2,2	97,8
60-69	1,4	98,6
70-79	1,3	98,7
80-89	0,7	99,3
Rata-rata	2,3	97,7

Berdasarkan Gambar 3.10 dapat terlihat variasi nilai regresi linier antara kelembapan dengan prototipe. Adapun persamaan regresi linear yang diperoleh adalah $y = 1,0095x + 0,2638$. Nilai 1,0095 menunjukkan nilai prototipe adalah 1,0095% kali nilai *BMKGSoftV2*. Nilai 0,26854 menunjukkan nilai rata-rata prototipe adalah 0,26854% saat nilai kelembapan di *BMKGSoftV2* 0%. Koefisien determinasi (R^2) dari persamaan regresi linear ini adalah 0,9894 yang mendekati 1. Hal ini menunjukkan bahwa prototipe sistem pemantauan kelembapan yang dirancang relatif akurat dalam mencerminkan nilai kelembapan dari *BMKGSoftV2*.



Gambar 3.10 Regresi Linear Kelembapan

3.3 Kendala yang Ditemukan

Selama pengerjaan proyek ditemukan beberapa kendala saat pemrograman dan komparasi data bola kering dan bola basah. Secara rinci, kendala yang ditemukan adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam pemrograman ditemukan kendala saat menghubungkan perangkat keras yaitu mikrokendali dan sensor dengan perangkat lunak yaitu Telegram dan *ThingSpeak*.

- a) Pada bagian Telegram, perangkat keras tidak dapat mengirim dan menerima pesan dari Telegram.
 - b) Pada bagian *ThingSpeak*, data tidak dapat terkirim sesuai dengan masing-masing interval waktu.
- 2) Sistem harus diletakkan di sangkar meteorologi untuk melakukan komparasi data dengan bola kering dan bola basah. Namun, sangkar meteorologi tidak terhubung ke WiFi dan listrik yang merupakan hal krusial dalam sistem pemantauan berbasis IoT.

3.4 Solusi atas Kendala yang Ditemukan

Solusi untuk kendala yang ditemukan pada pemrograman dan komparasi data dengan bola kering dan bola basah adalah sebagai berikut:

- 1) Solusi untuk pemrograman adalah dengan melihat referensi sebelumnya dan mencari referensi baru.
 - a) Pada bagian Telegram, perangkat keras tidak dapat mengirim dan menerima pesan karena *chat ID* yang digunakan salah. Awalnya, *chat ID* ditulis dengan nama bot, namun *chat ID* yang benar diperoleh dari IDBot di Telegram dan berupa angka (Gambar 3.10). Setelah *chat ID* diperbaiki, perangkat keras dapat mengirim dan menerima pesan dari Telegram.



```
#define chatID "5499257047"
```

Gambar 3.11 chat ID

- b) Pada bagian *ThingSpeak*, data tidak dapat terkirim sesuai dengan masing-masing interval waktu karena posisi kode *else-if* tidak tepat. Posisi kode *else-if* diperbaiki dari posisi kode *else-if* interval waktu 30 menit dan 1 jam sejajar, menjadi posisi *else-if* interval waktu 1 jam diletakkan di dalam *else-if* interval waktu 30 menit, untuk lebih jelas dapat dilihat di Gambar 3.11.

```
if (millis() - time1 >= updateInterval1){ //Interval 30 menit - Private
time1 = millis();
ThingSpeak.setField(1, t);
ThingSpeak.setField(2, h);
int x = ThingSpeak.writeFields(channel1, myWriteAPIKey1);
Serial.print(" DHT22 | Suhu: ");
Serial.print(t, 1);
Serial.print("°C ");
Serial.print(" | ");
Serial.print("Kelembaban: ");
Serial.print(h);
Serial.println("% ");
}

if (millis() - time2 >= updateInterval2){ //Interval 1 jam - Public
time2 = millis();
ThingSpeak.setField(1, t);
ThingSpeak.setField(2, h);
int y = ThingSpeak.writeFields(channel2, myWriteAPIKey2);
}
}
```

Gambar 3.12 *Else-if* interval waktu 30 menit dan 1 jam

- 2) Pada bagian komparasi data dengan bola kering dan bola basah, sistem pemantauan mendapatkan listrik dari *power bank* dan akses jaringan WiFi dari *hotspot*. Namun, *hotspot* tidak dapat menyala secara kontinu, sehingga data tidak dapat terkirim ke *ThingSpeak* dengan interval waktu yang ditentukan. Untuk itu, kode program diubah agar data dapat terkirim ke *ThingSpeak* setiap kali ada *hotspot* yang aktif dan mendapatkan pesan khusus dari Telegram. Kondisi ideal untuk sistem pemantauan berbasis IoT adalah terhubung dengan listrik dan internet. Solusi untuk masalah listrik adalah *power bank* dengan kapasitas besar, karena dapat menyediakan daya lebih lama. Untuk masalah internet, solusi yang diusulkan adalah pengadaan modem yang dapat disimpan dekat alat dan menghubungkan sistem pemantauan dengan internet tanpa terputus.