

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Pada bab ini dibahas hasil pengujian dan analisis terhadap Sistem Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, sensor TDS, sensor pH, pompa air, kipas, serta sistem monitoring berbasis IoT. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen perangkat keras dan perangkat lunak dapat berfungsi sesuai dengan perancangan, serta mampu melakukan proses monitoring dan pengendalian secara otomatis serta menampilkan data secara real-time.

Pengambilan data dilakukan pada instalasi hidroponik yang ditempatkan di ruang tamu rumah. Ruangan tersebut menggunakan pendingin udara (AC) yang dioperasikan terutama pada pagi dan sore hari. Kondisi ini menyebabkan suhu ruangan pada periode tersebut cenderung lebih rendah dibandingkan pada waktu lainnya. Oleh karena itu, penggunaan AC menjadi salah satu kondisi lingkungan yang perlu diperhatikan dalam menganalisis perubahan suhu dan kelembapan yang direkam oleh sensor DHT22 selama periode pengujian.

Selain memperhatikan kondisi lingkungan pengujian, analisis dilakukan terhadap hasil pengukuran untuk mengevaluasi kinerja sensor, keandalan sistem monitoring, serta respons aktuator dalam menjaga suhu, kelembapan, kadar nutrisi (TDS), dan pH larutan hidroponik berdasarkan nilai yang telah ditentukan. Data yang diperoleh selama pengujian selanjutnya dianalisis untuk melihat perubahan setiap parameter serta keterkaitannya dengan kondisi operasional sistem dan lingkungan tempat pengujian. Hasil pengujian dan analisis tersebut menjadi dasar untuk menilai apakah sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian dan mampu bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

5.1 Prosedur Pengujian dan Pengukuran

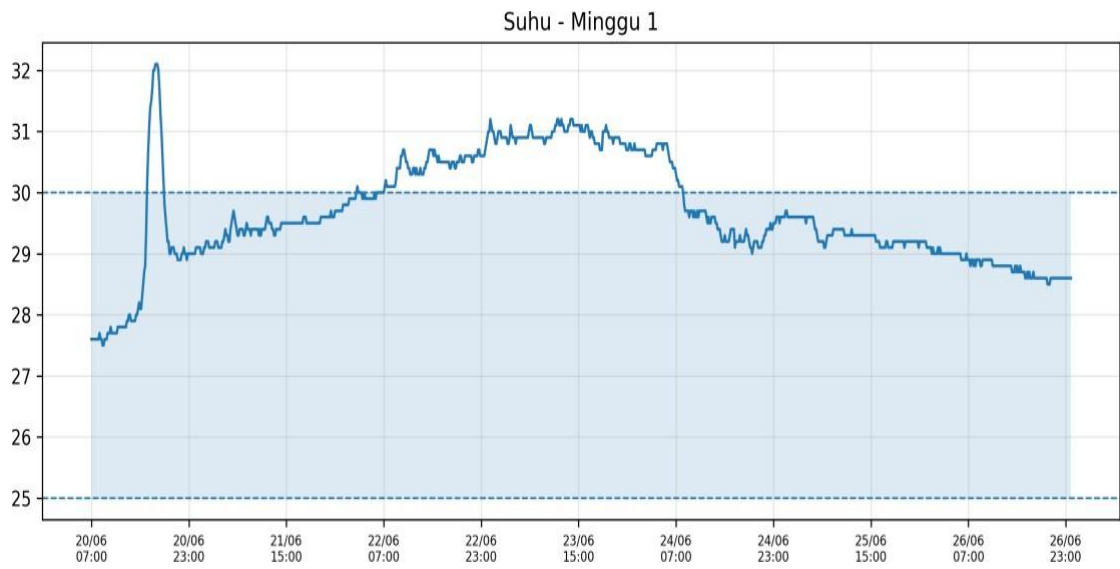
Prosedur pengujian dan pengukuran dilakukan sebagai tahapan untuk mengevaluasi kinerja sistem Smart Farming Hidroponik yang telah dirancang. Pengujian meliputi pengujian pada setiap komponen utama, validasi hasil pembacaan sensor menggunakan alat ukur pembanding, serta pengujian fungsi

sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan untuk memastikan sensor DHT22, sensor TDS, sensor pH, pompa air, kipas, dan sistem monitoring berbasis IoT dapat bekerja sesuai dengan perancangan.

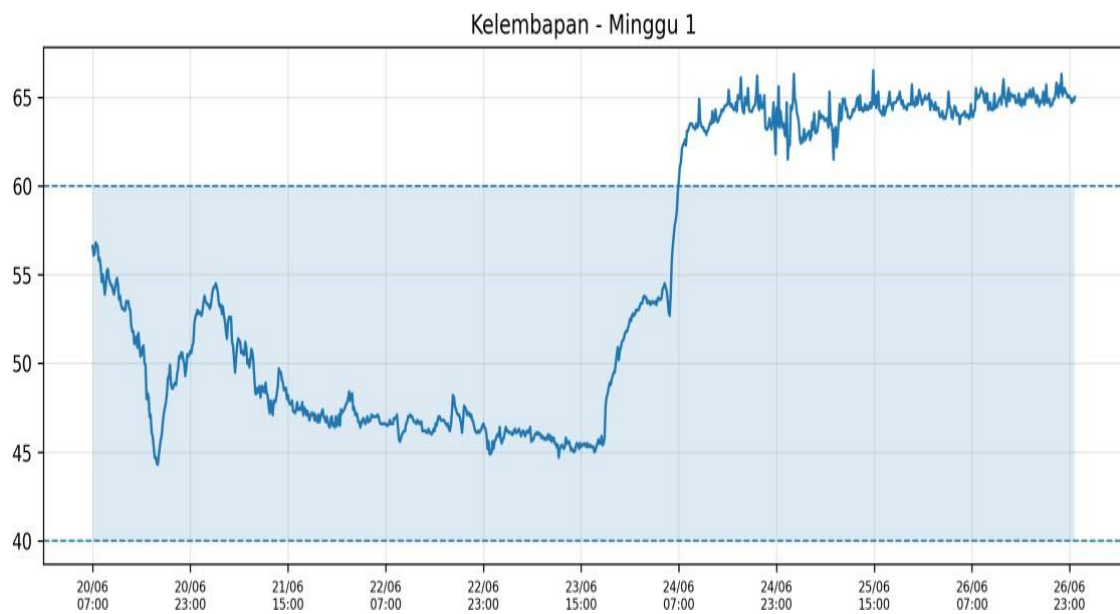
5.2 Pengujian dan Analisa Alat

5.2.1 Hasil Pengujian Minggu Pertama

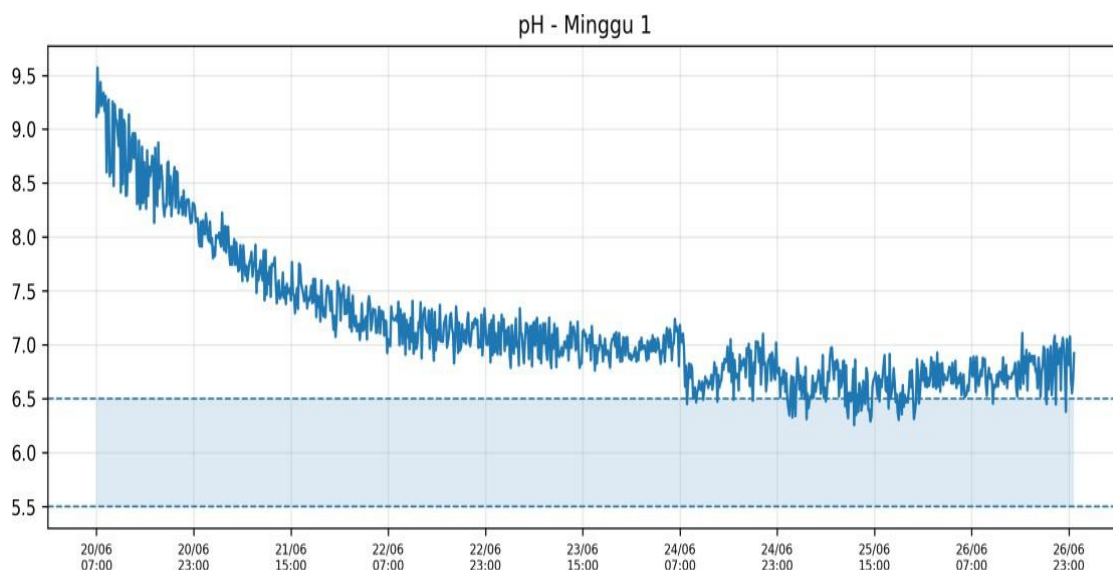
Pengujian Pada minggu pertama, dilakukan pengamatan terhadap parameter suhu, kelembapan udara, pH larutan, dan Total Dissolved Solids (TDS) pada sistem Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). Pengukuran dilakukan secara berkala menggunakan sensor DHT22, sensor pH, dan sensor TDS yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Data hasil pengukuran kemudian dikirim dan disimpan secara otomatis pada Google Spreadsheet sehingga dapat dipantau dan dianalisis secara real-time. Hasil monitoring pada minggu pertama disajikan dalam bentuk grafik untuk menunjukkan perubahan setiap parameter selama periode pengamatan.



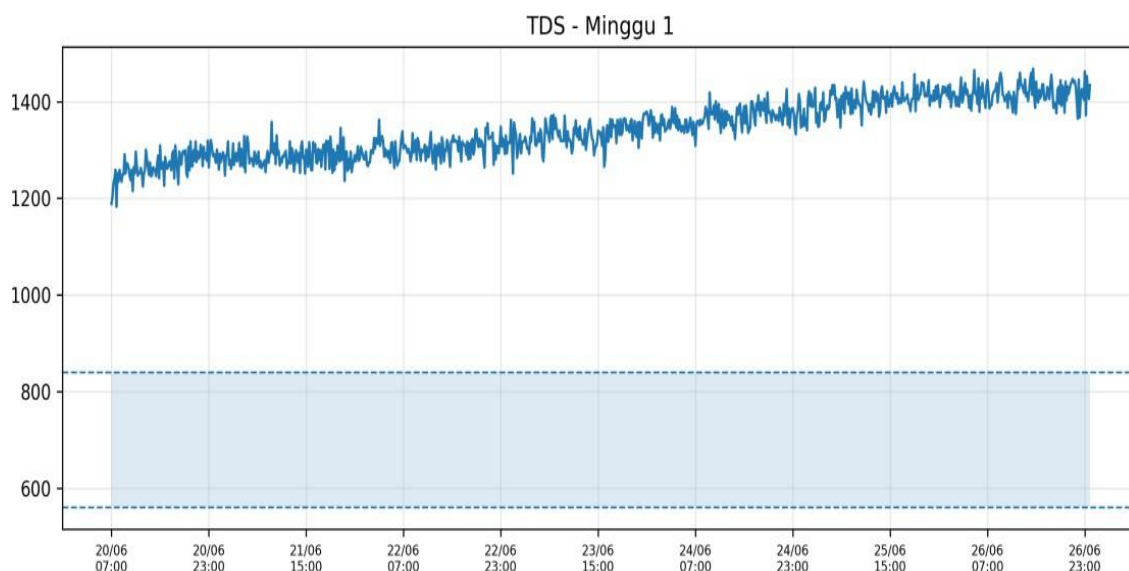
Gambar 5. 1 Grafik Suhu Minggu 1



Gambar 5. 2 Grafik Kelembapan Minggu 1



Gambar 5. 3 Grafik pH Minggu 1

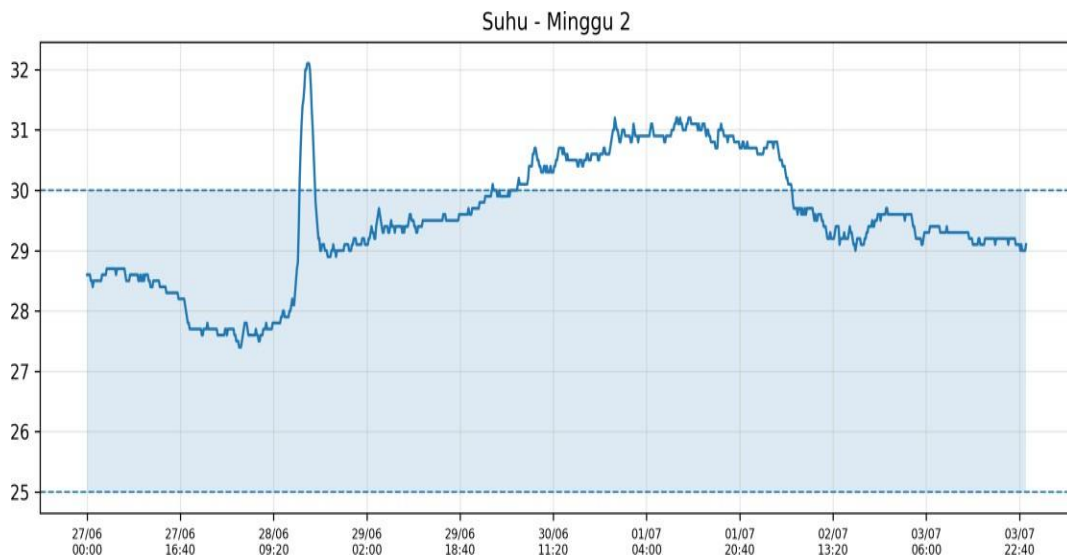


Gambar 5. 4 Grafik TDS Minggu 1

5.2.2 Hasil Pengujian Minggu Kedua

Pada minggu kedua, pengamatan kembali dilakukan untuk memantau perubahan parameter suhu, kelembapan udara, pH larutan, dan Total Dissolved Solids (TDS) pada sistem Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). Pengukuran dilakukan secara berkala menggunakan sensor DHT22, sensor pH, dan sensor TDS yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Data hasil pengukuran dikirim dan disimpan secara otomatis pada Google Spreadsheet sehingga perkembangan kondisi lingkungan dan larutan nutrisi selama minggu

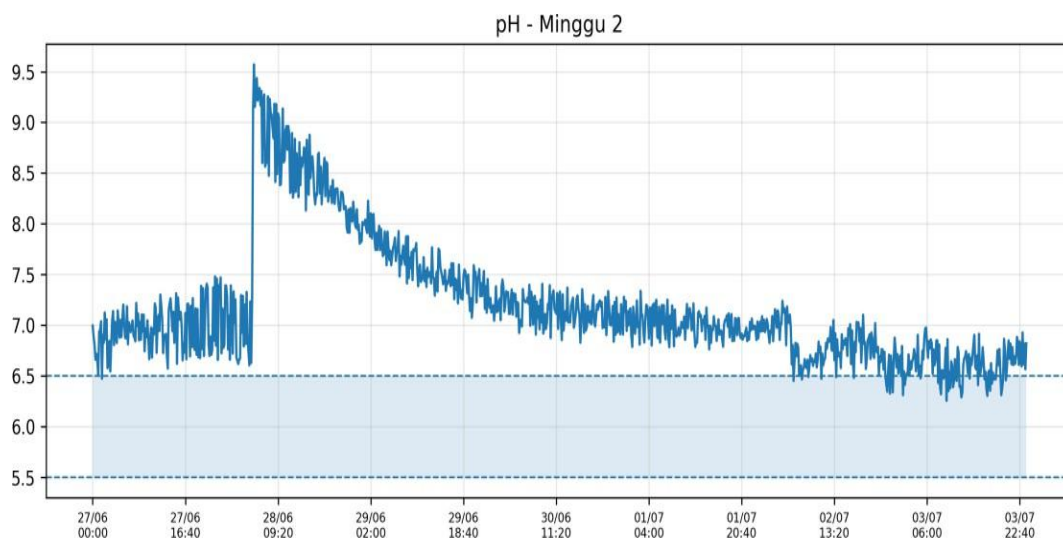
kedua dapat dipantau secara real-time. Hasil monitoring pada minggu kedua disajikan dalam bentuk grafik sebagai dasar untuk menganalisis perubahan setiap parameter dibandingkan dengan minggu sebelumnya.



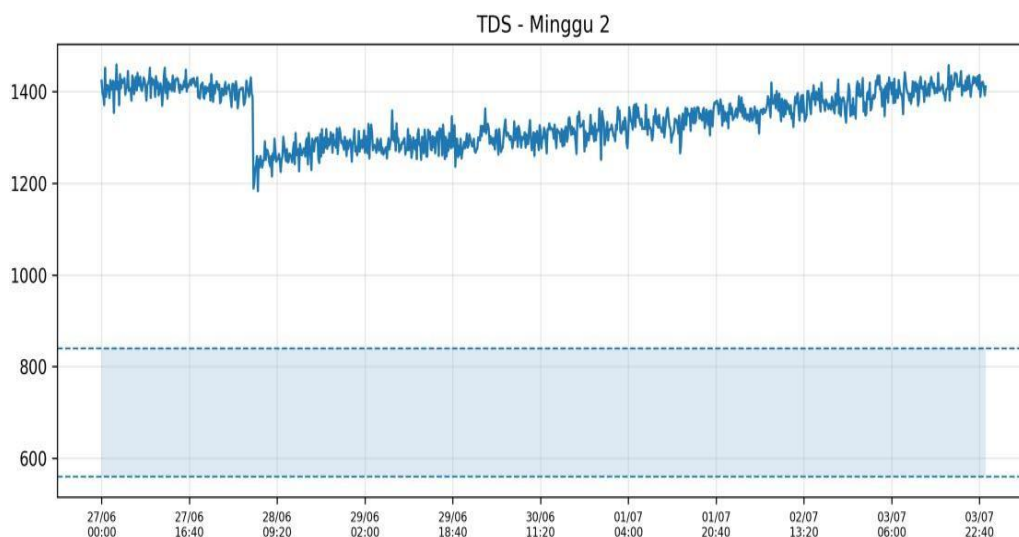
Gambar 5. 5 Grafik Suhu Minggu 2



Gambar 5. 6 Grafik Kelembapan Minggu 2



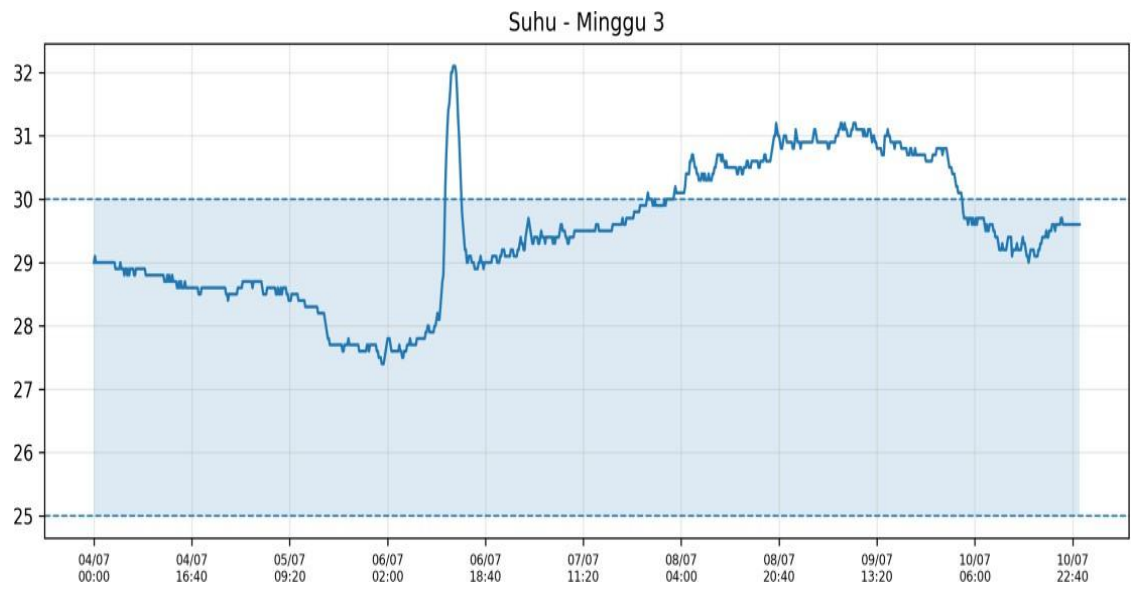
Gambar 5. 7 Grafik pH Minggu 2



Gambar 5. 8 Grafik TDS Minggu 2

5.2.3 Hasil Pengujian Minggu Ketiga

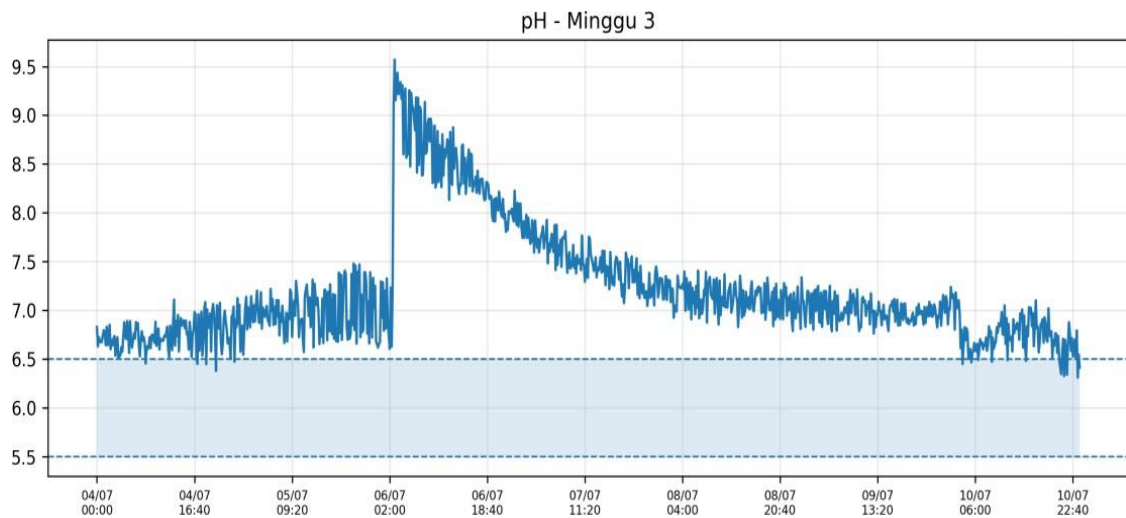
Pada minggu ketiga, pengamatan dilanjutkan untuk mengevaluasi kondisi suhu, kelembapan udara, pH larutan, dan Total Dissolved Solids (TDS) pada sistem Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). Proses monitoring dilakukan secara berkala menggunakan sensor DHT22, sensor pH, dan sensor TDS yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Seluruh data hasil pengukuran dikirim dan disimpan secara otomatis pada Google Spreadsheet sehingga kondisi sistem dapat dipantau secara real-time. Hasil monitoring pada minggu ketiga disajikan dalam bentuk grafik untuk menunjukkan perubahan setiap parameter serta sebagai dasar dalam menganalisis kinerja sistem selama periode pengamatan



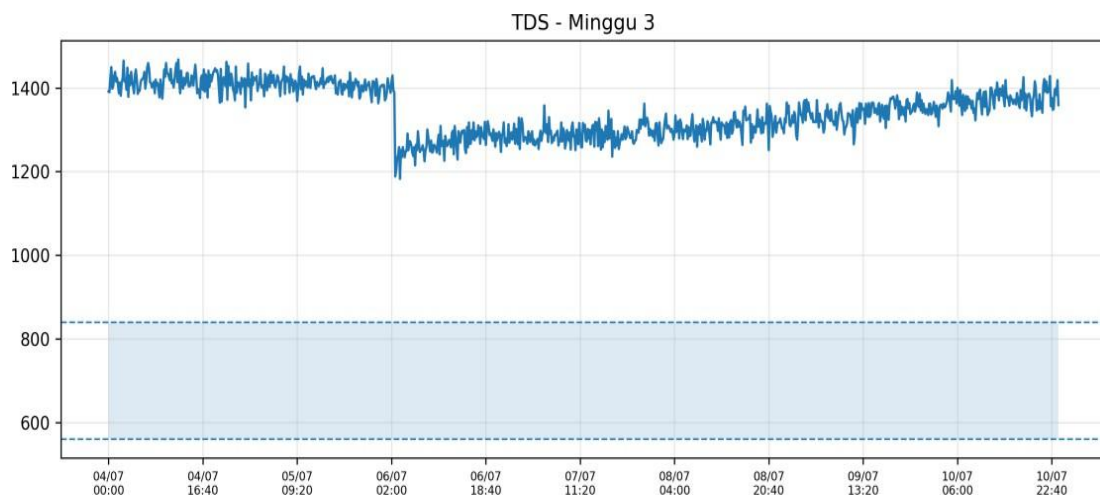
Gambar 5. 9 Grafik Suhu Minggu 3



Gambar 5. 10 Grafik Kelembapan Minggu 3



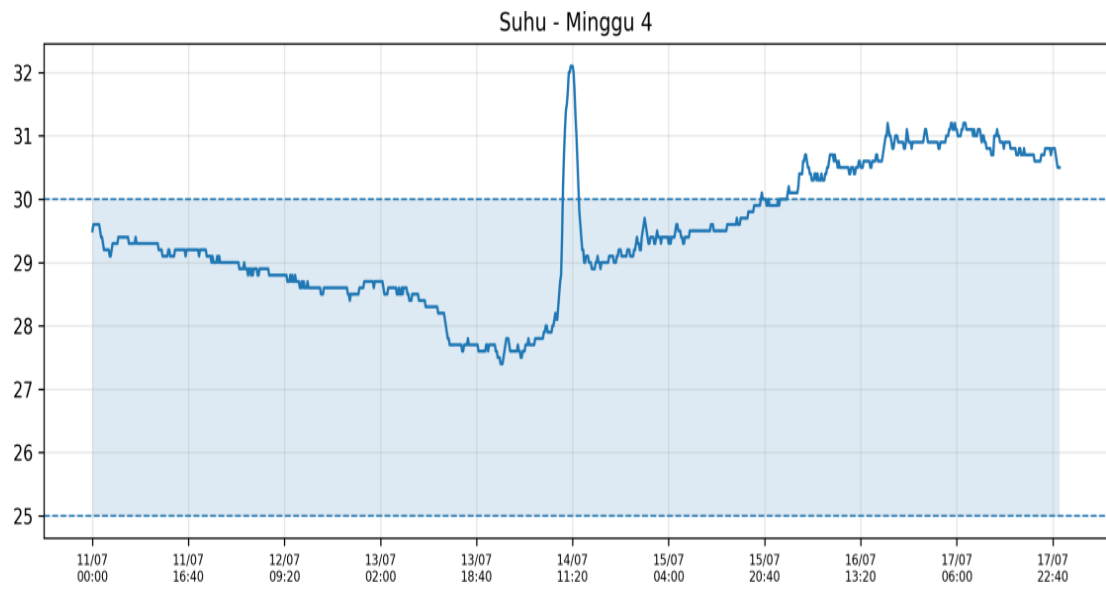
Gambar 5. 11 Grafik pH Minggu 3



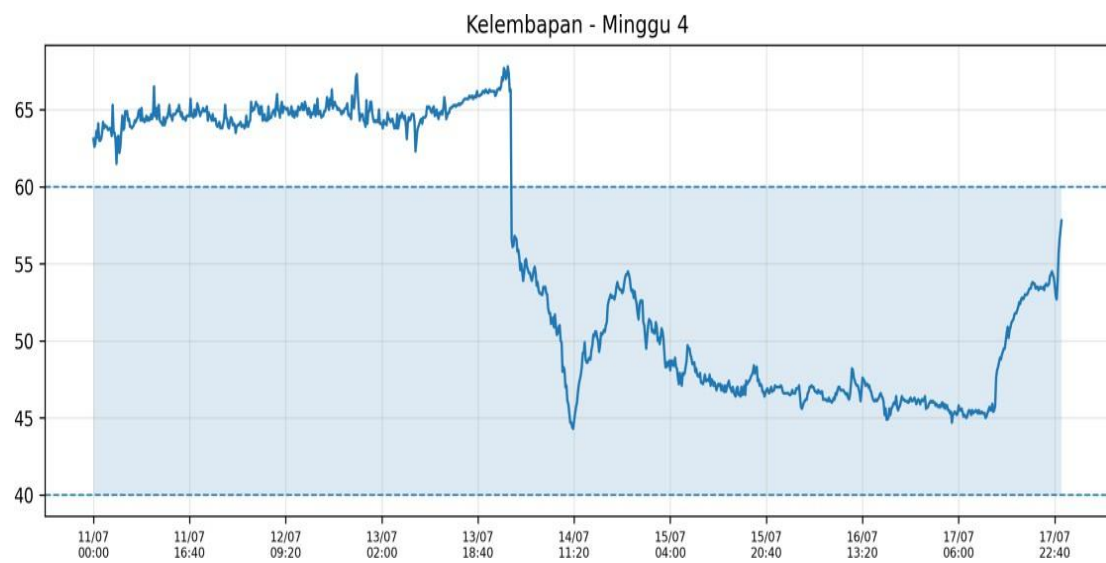
Gambar 5. 12 Grafik TDS Minggu 3

5.2.4 Hasil Pengujian Minggu Keempat

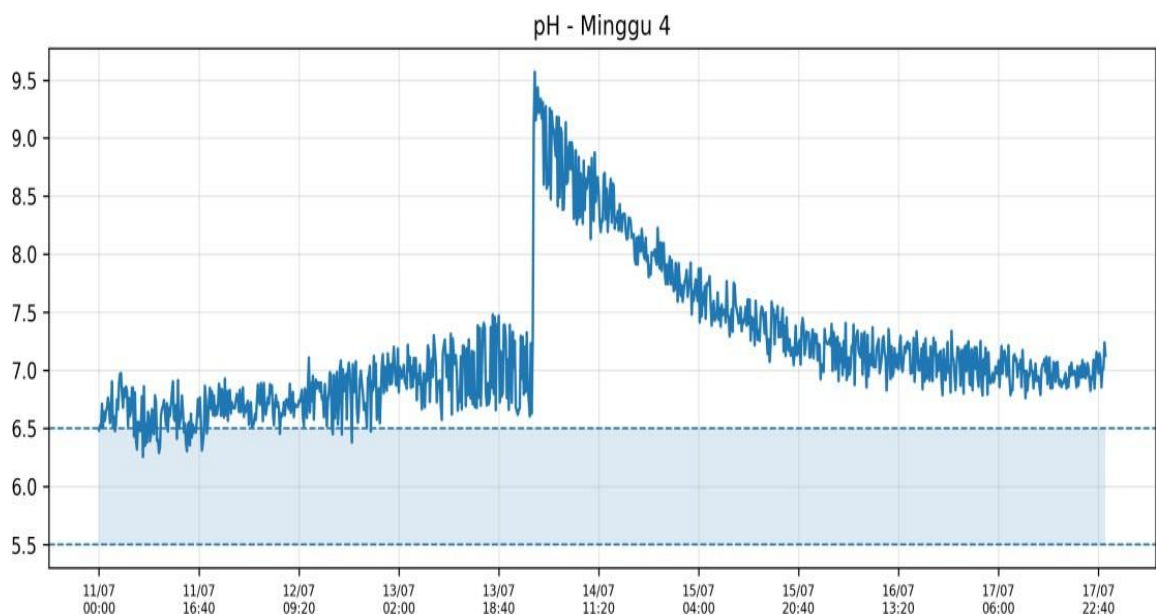
Pada minggu keempat, pengamatan dilakukan sebagai tahap akhir untuk mengevaluasi kinerja sistem Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) selama periode penelitian. Monitoring meliputi parameter suhu, kelembapan udara, pH larutan, dan Total Dissolved Solids (TDS) yang diukur secara berkala menggunakan sensor DHT22, sensor pH, dan sensor TDS yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Data hasil pengukuran dikirim dan disimpan secara otomatis pada Google Spreadsheet sehingga seluruh perubahan parameter dapat dipantau secara real-time. Hasil monitoring pada minggu keempat disajikan dalam bentuk grafik sebagai dasar untuk menganalisis kestabilan sistem serta mengevaluasi kinerja keseluruhan selama empat minggu pengamatan.



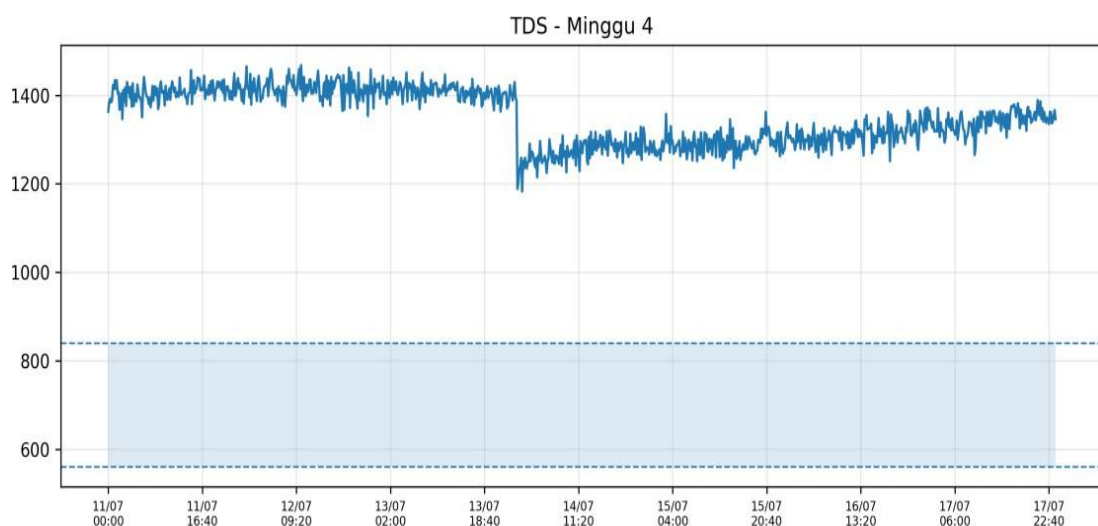
Gambar 5. 13 Grafik Suhu Minggu 4



Gambar 5. 14 Grafik Kelembapan Minggu 4



Gambar 5. 15 Grafik pH Minggu 4



Gambar 5. 16 Grafik TDS Minggu 4

5.2.5 Hasil Pertumbuhan Besar Selada

Pengamatan pertumbuhan tanaman selada dilakukan selama empat minggu untuk mengetahui perkembangan ukuran tanaman setelah diterapkan sistem hidroponik dengan kontrol dan monitoring yang telah dirancang. Pengukuran dilakukan secara berkala setiap minggu dengan parameter utama berupa tinggi tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan, tanaman selada menunjukkan adanya pertumbuhan yang meningkat dari minggu pertama hingga minggu keempat penurunan hingga sekitar 45%, kemudian meningkat dan relatif stabil pada kisaran.

Berikut adalah tabel pertumbuhan besar selada dari minggu pertama sampai minggu keempat

Tabel 5- 1 Hasil Pertumbuhan Selada

No	Waktu Pengamatan	Besar Selada (cm)	Rata-rata Besar (cm)
1	Minggu ke-1	1,7-2,0 cm	1,85 cm
2	Minggu ke-2	8,5-9,0 cm	8,75 cm
3	Minggu ke-3	13,0-14,0 cm	13,50 cm
4	Minggu ke-4	26,-0-28,0 cm	27.00 cm

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa tanaman selada mengalami pertumbuhan yang terus meningkat selama empat minggu. Peningkatan tinggi tanaman dari minggu pertama hingga minggu keempat menunjukkan bahwa sistem hidroponik yang digunakan mampu mendukung proses pertumbuhan tanaman selama periode penelitian. Namun, untuk mengetahui pengaruh sistem secara lebih spesifik, data pertumbuhan perlu dianalisis bersama dengan data suhu, kelembaban, dan konsentrasi nutrisi yang diperoleh selama empat minggu pengamatan.

5.2.6 Analisis Hasil Pengujian

Hasil monitoring pada minggu pertama menunjukkan bahwa seluruh parameter mengalami perubahan selama periode pengamatan. Suhu lingkungan berada pada kisaran sekitar 27–32°C dengan pola fluktuatif yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, kemudian cenderung menurun hingga akhir pengamatan. Kelembapan udara pada awalnya mengalami penurunan hingga sekitar 45%, kemudian meningkat dan relatif stabil pada kisaran 63–66% menjelang akhir minggu. Sementara itu, nilai pH larutan nutrisi menunjukkan tren menurun dari sekitar pH 9 hingga berada pada kisaran 6,5–7,0, kemudian relatif stabil dengan fluktuasi yang tidak terlalu besar. Berbeda dengan pH, nilai Total Dissolved Solids (TDS) menunjukkan kecenderungan meningkat secara bertahap dari sekitar 1.220 ppm hingga mencapai lebih dari 1.400 ppm pada akhir minggu. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa sensor DHT22, sensor pH, dan sensor TDS mampu

membaca perubahan setiap parameter secara kontinu, sedangkan data hasil monitoring berhasil dikirim dan disimpan pada Google Spreadsheet sehingga kondisi sistem hidroponik dapat dipantau secara real-time selama proses pengujian berlangsung.

Tabel 5- 2 Analisis Hasil Pengujian

Parameter	Jumlah Data	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Nilai Rata-Rata
Suhu (°C)	4.558	27,4	32,1	29,44
Kelembapan (%)	4.558	44,3	67,8	56,54
pH	4.558	6,26	9,57	7,14
TDS (ppm)	4.558	1.183,03	1.468,06	1.352,60

5.2.7 Rekapitulasi Data Monitoring IoT

rekapitulasi data hasil monitoring yang diperoleh dari sistem Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). Rekapitulasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai hasil pengukuran suhu, kelembapan, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS) yang telah direkam dan disimpan secara otomatis pada Google Spreadsheet selama periode pengujian. Melalui rekapitulasi data ini, dapat diketahui jumlah data yang berhasil direkam, nilai minimum, nilai maksimum, serta nilai rata-rata dari setiap parameter sebagai dasar dalam melakukan analisis terhadap kinerja sistem monitoring yang telah dikembangkan.

Tabel 5- 3 Rekapitulasi Monitoring IoT

Parameter	Jumlah Data	Data Valid	Data Kosong	Data Error
Waktu	4.558	4.556	2	0
Suhu	4.558	4.556	2	0
Kelembapan	4.558	4.556	2	0
pH	4.558	4.556	2	0
TDS	4.558	4.556	2	0
FAN	4.558	4.556	2	0
Penurun pH	4.558	4.556	2	0

Parameter	Jumlah Data	Data Valid	Data Kosong	Data Error
Peningkat pH	4.558	4.556	2	0
Spray	4.558	4.556	2	0
Nutrisi	4.558	4.556	2	0

Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) berhasil melakukan proses monitoring dan penyimpanan data ke Google Spreadsheet dengan baik. Dari total 4.558 data yang tercatat, sebanyak 4.556 data berhasil direkam dengan lengkap, sedangkan 2 baris teridentifikasi sebagai data kosong. Hasil pemeriksaan juga menunjukkan bahwa tidak ditemukan data error pada parameter suhu, kelembapan, pH, maupun TDS. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pembacaan sensor, pengiriman data melalui jaringan WiFi, dan penyimpanan data pada Google Spreadsheet secara stabil selama proses pengujian. Adanya dua baris data kosong diduga terjadi pada awal atau akhir proses pencatatan dan tidak memengaruhi keseluruhan hasil monitoring karena jumlahnya sangat kecil dibandingkan total data yang berhasil direkam.

5.3 Data Pembanding Hasil Monitoring

Pengujian Untuk mengetahui kewajaran dan kesesuaian hasil monitoring yang diperoleh, dilakukan perbandingan dengan data yang dilaporkan pada penelitian terdahulu. Perbandingan ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah nilai parameter suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS) yang dihasilkan oleh sistem Smart Farming Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) masih berada pada rentang yang telah dilaporkan dalam penelitian sebelumnya. Selain itu, proses perbandingan ini juga digunakan untuk mendukung validitas hasil pengukuran serta menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menghasilkan data yang representatif dan sesuai dengan kondisi nyata. Adapun data pembanding yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada penelitian Abu Sneineh dan Shabaneh (2023) mengenai sistem monitoring hidroponik berbasis Internet of Things (IoT).

Tabel 5- 4 Data Pembanding

Parameter	Hasil Penelitian	Data Pembanding
Suhu	27,4-32,1°C (Rata-rata 29,44 °C)	Rata-rata 26,55°C

Parameter	Hasil Penelitian	Data Pembeding
pH	6,26–9,57 (rata-rata 7,14)	Rata-rata pH 6,01–7,50
TDS	1183–1468 ppm (rata-rata 1352,60 ppm)	Rata-rata 1098–1449 ppm

Hasil pengukuran suhu selama pengujian menunjukkan nilai rata-rata sebesar 29,44°C. Nilai tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Abu Sneh dan Shabaneh (2023)[20], yang mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis ESP32 dan Internet of Things. Berdasarkan data pembeding yang digunakan, suhu pada sistem tersebut berada pada kisaran 25,06–32,28°C. Perbedaan nilai suhu yang terjadi selama pengujian dapat dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan di sekitar instalasi hidroponik, terutama pada waktu pengambilan data yang berbeda.

Pada pengukuran pH, diperoleh nilai rata-rata sebesar 7,14, sedangkan data pada penelitian pembeding berada pada kisaran 6,01–7,50. Namun, selama proses pengujian ditemukan nilai pH tertinggi sebesar 9,57. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada waktu tertentu kondisi larutan nutrisi mengalami peningkatan pH dan berada di atas rentang yang diperoleh pada penelitian pembeding. Perubahan tersebut terjadi selama proses pengelolaan larutan nutrisi, khususnya setelah adanya penambahan air atau nutrisi dan sebelum dilakukan penyesuaian pH. Oleh karena itu, nilai maksimum tersebut tidak digunakan sebagai gambaran kondisi larutan selama keseluruhan periode pengamatan, melainkan sebagai kondisi yang terjadi pada waktu tertentu selama pengujian.

Hasil pengukuran TDS menunjukkan nilai antara 1183–1468 ppm dengan rata-rata sebesar 1352,60 ppm. Kisaran tersebut relatif dekat dengan data penelitian pembeding yang berada pada rentang 1098–1449 ppm. Pada penelitian pembeding juga ditemukan kondisi pengukuran dengan nilai TDS yang lebih tinggi hingga 1779 ppm. Perbedaan nilai TDS menunjukkan adanya perubahan konsentrasi zat terlarut dalam larutan nutrisi selama sistem hidroponik beroperasi. Perubahan tersebut dapat terjadi karena adanya penambahan air dan nutrisi serta penyerapan unsur hara oleh tanaman selama masa pertumbuhan.

Berdasarkan perbandingan tersebut, hasil pengukuran suhu, pH, dan TDS

pada penelitian ini menunjukkan pola yang relatif sejalan dengan data penelitian terdahulu. Meskipun terdapat beberapa perbedaan nilai, terutama pada nilai maksimum pH, perbedaan tersebut berkaitan dengan perubahan kondisi larutan dan lingkungan selama proses pengujian. Dengan demikian, data yang diperoleh dapat digunakan untuk menunjukkan kemampuan sistem dalam memantau perubahan parameter lingkungan dan larutan nutrisi hidroponik selama periode pengamatan.