

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN CUACA HIPERLOKAL BERBASIS SENSOR GY-BME280 UNTUK PREDIKSI JANGKA PENDEK

RAIHAN ABRAR BAIHAKI



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Cuaca Hiperlokal Berbasis Sensor GY-BME280 untuk Prediksi Jangka Pendek” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan proyek akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2026

Raihan Abrar Baihaki

J0404221032

ABSTRAK

RAIHAN ABRAR BAIHAKI. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Cuaca Hiperlokal Berbasis Sensor GY-BME280 untuk Prediksi Jangka Pendek. Dibimbing oleh LATHIFUNNISA FATHONAH.

Dinamika cuaca di Indonesia yang bersifat hiperlokal seringkali tidak tertangkap presisi oleh sistem pemantauan makro. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan dan prediksi cuaca jangka pendek berskala hiperlokal terintegrasi sebagai peringatan dini presipitasi. Sistem dikembangkan menggunakan ESP32, sensor GY-BME280, dan GPS NEO-6M, dengan data yang divisualisasikan melalui aplikasi Flutter. *Server* menjalankan prediksi cuaca otomatis menggunakan algoritma *empirical decision tree* berdasarkan anomali parameter iklim permukaan bumi. Validasi sensor terhadap data Open-Meteo menunjukkan korelasi Pearson linier positif yang sangat kuat dengan tekanan bernilai 0,9138, suhu bernilai 0,8941, dan kelembapan bernilai 0,8476. Algoritma prediksi mencapai akurasi 93,91%, spesifisitas 95,55%, dan nilai F1 76,03%. Pengujian membuktikan sistem beroperasi optimal pada jendela pengamatan (*lookback window*) 60 menit, mencatat tingkat keberhasilan deteksi hujan 66,7% dengan rata-rata *lead time* 24,5 menit sebelum presipitasi.

Kata kunci: ESP32, hiperlokal, jangka pendek, iklim mikro, peringatan dini

ABSTRACT

RAIHAN ABRAR BAIHAKI. Designing a Hyperlocal Weather Monitoring System Based on GY-BME280 Sensor for Short-Term Predictions. Supervised by LATHIFUNNISA FATHONAH.

Hyperlocal weather dynamics in Indonesia are often imprecisely captured by macro-level monitoring systems. This study aims to design an integrated hyperlocal weather monitoring and short-term prediction system as an early warning for precipitation. The system was developed utilizing an ESP32, a GY-BME280 sensor, and a GPS NEO-6M module, with real-time data visualization via a Flutter application. The server executes automated weather predictions using an empirical decision tree algorithm based on surface climate parameter anomalies. Sensor validation against Open-Meteo data demonstrated very strong positive linear Pearson correlations with pressure on 0.9138, temperature on 0.8941, and humidity on 0.8476. The prediction algorithm achieved 93.91% accuracy, 95.55% specificity, and a 76.03% F1 score. Testing proved the system operates optimally with a 60-minute lookback window, recording a 66.7% rain detection success rate and an average lead time of 24.5 minutes prior to precipitation.

Keywords: advance warning, ESP32, hyperlocal, microclimate, short-term



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN CUACA HIPERLOKAL BERBASIS SENSOR GY-BME280 UNTUK PREDIKSI JANGKA PENDEK

RAIHAN ABRAR BAIHAKI

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.



Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Cuaca Hiperlokal
Berbasis Sensor GY-BME280 untuk Prediksi
Jangka Pendek
Nama : Raihan Abrar Baihaki
NIM : J0404221032

Disetujui oleh

Pembimbing:
Lathifunnisa Fathonah, S.ST., M.T.
NIP 199303062024062001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI 201811198611192014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003

Tanggal Ujian:
07 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan proyek akhir ini dan berhasil diselesaikan. Dengan rasa syukur dan penuh semangat, penulis mempersembahkan laporan proyek akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan program studi Teknologi Rekayasa Komputer. Topik yang dipilih dalam penelitian laporan proyek akhir yang dilaksanakan sejak bulan November 2025 sampai bulan Juli 2026 ini ialah "IoT Prediksi Cuaca", dengan judul yang dibuat yaitu "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Cuaca Hiperlokal Berbasis Sensor GY-BME280 untuk Prediksi Jangka Pendek".

Terima kasih penulis ucapkan kepada ibu Lathifunnisa Fathonah, S.ST., M.T. yang telah membimbing dan banyak memberi pengetahuan dan saran terhadap penulis. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan pembimbing akademik, moderator seminar, dosen penguji, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan dan inspirasi bagi penulis dalam menulis laporan ini. Ungkapan terima kasih juga saya sampaikan kepada ayah, ibu, kakak serta teman-teman saya yang telah memberikan dukungan, doa dan motivasinya kepada saya selama pengerjaan penelitian proyek akhir ini.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Namun, penulis menyadari laporan ini tak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan pada data ataupun kesalahan pada penulisan yang dibuat, dan penulis terbuka untuk kritik dan saran demi perbaikan di masa mendatang.

Bogor, Maret 2026

Raihan Abrar Baihaki

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pemantauan Cuaca Hiperlokal	5
2.2 Prediksi Cuaca	5
2.3 Suhu, Kelembapan, Tekanan Udara dan Cuaca	6
2.4 Tekanan Stasiun dan Tekanan Permukaan Laut Rata-Rata	6
2.5 Rumus Barometrik dan Persamaan Hipsometrik	7
2.6 Sensor GY-BME280	7
2.7 Sensor Hujan	8
2.8 Modul GPS NEO-6M	8
2.9 ESP32	9
2.10 Flutter dan Dart	9
2.11 DOM Cloud	10
2.12 HTTP API	10
2.13 MariaDB	11
2.14 Open-Meteo	11
III METODE	13
3.1 Lokasi dan Waktu Pengerjaan Proyek Akhir	13
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	13
3.3 Prosedur Kerja	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Implementasi <i>Hardware</i>	26
4.2 Hasil Implementasi <i>Backend Server</i>	29
4.3 Hasil Implementasi Aplikasi	32
4.4 Hasil Pengujian Sistem	40
4.5 Hasil Analisis Data	45
V SIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Simpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60
RIWAYAT HIDUP	70



DAFTAR TABEL

1	<i>Confusion matrix</i> prediksi hujan terhadap presipitasi hujan	15
2	Daftar kebutuhan alat dan bahan berbasis perangkat lunak	17
3	Daftar kebutuhan alat dan bahan berbasis perangkat keras	18
4	Konektivitas antar komponen pada rangkaian elektronika sistem	22
5	<i>Endpoint</i> API yang digunakan oleh sistem	32
6	Macam-macam notifikasi aplikasi Aether	44
7	Hasil perekaman data serta prediksi pada tanggal 4 April 2026 jam 14.45 – 15.34	45
8	Hasil konversi MSLP pada tanggal 4 April 2026 jam 14.45 – 14.54	48
9	Perbandingan data sensor dan data Open-Meteo pada tanggal 04 April 2026	49
10	<i>Empirical decision tree</i> sistem prediksi Aether	52
11	Hasil <i>confusion matrix</i> prediksi hujan terhadap presipitasi hujan	53
12	Hasil evaluasi peringatan dini sistem prediksi Aether	55

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Pinout</i> dari sensor GY-BME280	8
2	Sensor hujan dengan modul <i>board</i> -nya	8
3	<i>Pinout</i> dari Modul GPS NEO-6M	9
4	<i>Pinout</i> dari ESP32-WROOM-32	9
5	Contoh potongan gambar pengembangan aplikasi dengan Flutter	10
6	Contoh potongan gambar <i>dashboard</i> DOM Cloud	10
7	Proses API menggunakan gaya REST dalam mengelola data	11
8	Potongan gambar <i>response</i> API pada <i>website</i> Open-Meteo	12
9	Diagram alir prosedur kerja penelitian	17
10	Skema sistem pemantauan cuaca hiperlokal	19
11	Diagram alir bagian perangkat keras (<i>hardware</i>)	20
12	Diagram alir bagian <i>server backend</i>	21
13	Diagram alir bagian aplikasi pengguna	21
14	Rangkaian elektronika sistem pemantauan cuaca hiperlokal	22
15	Tampak (a) penutup dan (b) alas desain 3D <i>casing</i> utama	23
16	<i>Casing</i> (a) sensor BME280 dan (b) sensor hujan	24
17	Penyolderan komponen ke PCB bolong	26
18	Pemasangan PCB, sensor BME280 dan sensor hujan ke <i>casing</i>	27
19	Pengujian program ESP32 membaca data sensor dan GPS	27
20	Pengetesan sensor hujan dalam mendeteksi air hujan	28
21	Pemasangan alat di depan kamar untuk perekaman data	29
22	Menghubungkan alat ke koneksi internet melalui <i>portal</i> AP ESP32	29
23	Data sensor dan prediksi dalam bentuk JSON	30
24	Struktur tabel <i>station</i> pada <i>database</i>	30
25	Struktur tabel <i>sensor_data</i> pada <i>database</i>	31
26	Struktur tabel <i>prediction_results</i> pada <i>database</i>	31

27	Logo Aether Weather Station	32
28	Tampilan aplikasi pada (a) pagi hingga sore dan (b) malam	33
29	Penetapan kondisi cuaca berdasarkan nilai kelembapan dan sensor hujan	34
30	Visualisasi kondisi cuaca (a) hujan, (b) berawan, (c) berawan sebagian dan (d) sebagian cerah	34
31	<i>Card</i> prediksi cuaca (a) hujan, (b) hujan ringan, (c) berawan dan (d) cerah	35
32	Tampilan <i>grid view</i> data sensor	35
33	Grafik dan <i>summary</i> dari (a) suhu, (b) kelembapan dan (c) tekanan udara	36
34	<i>Card</i> riwayat cuaca pada jam (a) 16.00 – 13.00, (b) 12.00 – 09.00, (c) 08.00 – 05.00 dan (d) 04.00 – 01.00	36
35	Grafik dan <i>summary</i> riwayat cuaca pada tanggal (a) 7 Maret, (b) 17 Maret dan (c) 21 Maret 2026	37
36	Tampilan <i>card</i> detil stasiun	37
37	Tampilan informasi lebih lanjut detil stasiun	38
38	Bentuk notifikasi (a) deteksi dan prediksi hujan dan (b) status stasiun	38
39	Tampilan <i>sheet</i> (a) tentang dan (b) ucapan terima kasih	39
40	Tampilan aplikasi dengan bahasa (a) Inggris dan (b) Indonesia	40
41	Kondisi cuaca hujan pada tanggal 7 Maret 2026 jam 13.00	40
42	Potongan gambar tabel (a) <i>sensor_data</i> dan (b) <i>prediction_results</i> pada 7 Maret 2026 jam 13.01	41
43	Tampilan aplikasi pada 7 Maret 2026 jam 13.01	42
44	Kondisi cuaca berawan pada tanggal 7 Maret 2026 jam 16.07	42
45	Tampilan aplikasi pada 7 Maret 2026 jam 16.08	43
46	Kondisi cuaca berawan sebagian pada tanggal 9 Maret 2026 jam 10.15	43
47	Tampilan aplikasi pada 9 Maret 2026 jam 10.19	44
48	Potongan <i>code</i> konversi tekanan stasiun menjadi MSLP di ESP32	47
49	Potongan gambar data sensor pada tanggal 4 April 2026 jam 14.45	48
50	Potongan gambar hasil <i>script</i> Python untuk kalkulasi korelasi Pearson	50
51	Grafik korelasi Pearson antara data sensor dan data historis Open-Meteo	51

DAFTAR LAMPIRAN

1	Matriks Pelaksanaan Proyek Akhir	60
2	Desain <i>Mockup</i> Aplikasi	61
3	Potongan Kode Pengkalibrasian GPS	62
4	Potongan Kode Pembacaan Sensor Data	63
5	Potongan Kode Prediksi <i>Empirical Decision Tree</i>	64
6	Tabel Hasil Kalibrasi Sensor BME280	66
7	Tabel Hasil Peringatan Dini Sistem Prediksi Berdasarkan <i>Rain Event</i>	68