NodeMCU ESP8266 untuk Mendeteksi Bencana Angin Kencang Berbasis *IoT*

Dody Sudarmaji[1], Zunita Wulansari [2], Wahyu Dwi Puspitasari [3]
Program Studi Sistem Komputer, Universitas Islam Balitar Blitar
e-mail: dorenk85@gmail.com[1], Zunitawulansari@gmail.com[2], pushpitasari23@gmail.com[3]

Kata Kunci:

Sistem Peringatan Dini
Pemantauan Kecepatan Angin
Bencana Angin Kencang
Internet of Things (IoT)
NodeMCU ESP8266

ABSTRAK

Angin kencang merupakan bencana hidrometeorologi yang dapat menyebabkan kerusakan dan korban jiwa sehingga diperlukan sistem peringatan dini yang mampu memberikan informasi secara cepat kepada masyarakat. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem deteksi dini angin kencang berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu memantau kecepatan angin secara *real-time*, menampilkan data pada ThingSpeak, mengirim notifikasi melalui Telegram saat kecepatan mencapai atau melebihi 45 km/jam, serta memberikan peringatan lokal melalui LED dan buzzer. Hasil pengujian sensor anemometer menunjukkan rata-rata akurasi pengiriman data sebesar 91,33%. Selain itu, hasil validasi oleh ahli dan pengguna memperoleh nilai rata-rata 94,88% yang mencakup aspek fungsional, keakuratan dan respons sistem, sistem peringatan dini, serta kelayakan implementasi, sehingga alat dinyatakan layak digunakan sebagai sistem peringatan dini angin kencang.

Keyword:

Early Warning System
Wind Speed Monitoring
Strong Wind Disaster
Internet of Things (IoT)
NodeMCU ESP8266

ABSTRACT

Strong winds are a hydrometeorological disaster that can cause property damage and loss of life, necessitating an early warning system capable of providing information to the public promptly. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based strong wind early warning system using the NodeMCU ESP8266. The results showed that the system was capable of monitoring wind speed in real time, displaying data on ThingSpeak, sending notifications via Telegram when the wind speed reached or exceeded 45 km/h, and providing local warnings through LEDs and a buzzer. The anemometer sensor testing results showed an average data transmission accuracy of 91.33%. Furthermore, validation conducted by experts and users obtained an average score of 94.88%, covering functional aspects, system accuracy and responsiveness, early warning system performance, and implementation feasibility. Therefore, the developed system was deemed feasible for use as a strong wind early warning system.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana hidrometeorologi karena letak geografisnya di kawasan tropis dan diapit oleh Samudra Hindia serta Samudra Pasifik. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG, 2023), lebih dari 80% kejadian bencana di Indonesia merupakan bencana hidrometeorologi, salah satunya adalah angin kencang. Bencana ini dapat menyebabkan kerusakan bangunan, pohon tumbang, gangguan jaringan listrik, hingga menimbulkan korban jiwa.

Kabupaten Tulungagung merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bencana angin kencang karena memiliki kondisi geografis berupa pegunungan, dataran rendah, dan wilayah pesisir. Data BPBD Kabupaten Tulungagung (2024) menunjukkan bahwa dari 166 kejadian bencana hidrometeorologi, sebanyak 112 kejadian (67,47%) merupakan bencana angin kencang. Selain itu, BMKG telah mengeluarkan peringatan potensi angin kencang di wilayah pesisir selatan Jawa Timur dengan kecepatan mencapai 40–60 km/jam (BMKG, 2024). Tingkat kekuatan angin umumnya diukur menggunakan Skala Beaufort terdiri atas tingkat 0 hingga 12, di mana angin dengan kecepatan sekitar 40 km/jam (Beaufort 6) telah dikategorikan sebagai angin kencang yang berpotensi menimbulkan kerusakan.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang besar dalam mendukung sistem mitigasi bencana. Melalui konsep IoT, berbagai perangkat dan sensor dapat saling terhubung melalui jaringan internet sehingga mampu melakukan pengumpulan, pengiriman, dan pemantauan data lingkungan secara *real-time*. Teknologi ini memungkinkan proses pemantauan berlangsung secara otomatis sehingga informasi kondisi lingkungan dapat diterima dengan cepat oleh masyarakat maupun instansi terkait.

NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu mikrokontroler berbasis Wi-Fi yang banyak digunakan dalam implementasi IoT karena memiliki biaya yang relatif rendah, konsumsi daya yang efisien, serta kemudahan integrasi dengan berbagai sensor. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat pengendali sistem yang menerima data dari sensor, mengolah informasi, kemudian mengirimkan hasil pemantauan ke platform *cloud* seperti ThingSpeak melalui jaringan internet. Selain itu, NodeMCU ESP8266 juga dapat mengirimkan notifikasi peringatan dini melalui aplikasi Telegram ketika kondisi yang telah ditentukan terdeteksi.

Sensor anemometer merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Pada penelitian ini digunakan anemometer tipe *cup anemometer* yang bekerja berdasarkan jumlah putaran tiga cangkir (*cup*) yang dipengaruhi oleh hembusan angin. Putaran tersebut menghasilkan sinyal pulsa yang sebanding dengan kecepatan angin, kemudian dikonversi menjadi nilai kecepatan angin. Sensor ini dipilih karena memiliki respons yang baik terhadap perubahan kecepatan angin serta banyak digunakan pada sistem pemantauan cuaca dan peringatan dini.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa teknologi *Internet of Things* (IoT) telah banyak dimanfaatkan dalam sistem pemantauan lingkungan dan mitigasi bencana. Setyawan (2021) membuktikan bahwa NodeMCU ESP8266 mampu mengirimkan data sensor secara *real-time* ke platform ThingSpeak dengan kinerja yang stabil. Penelitian Maifa dan Belutowe (2023), Julianto dkk. (2025), serta Sholichin dkk. (2025) mengembangkan sistem pemantauan cuaca berbasis NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor anemometer untuk mengukur kecepatan angin dan parameter cuaca lainnya. Sementara itu, Niswah (2021), Ramadhiani (2023), Darso dkk. (2023), Albuali dkk. (2023), dan Chasiotis dkk. (2023) menunjukkan bahwa penerapan IoT pada sistem *Early Warning System* (EWS) mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi hidrometeorologi melalui pengiriman data secara *real-time*. Selain itu, penelitian Ma'muriyah (2023), Erfandi dkk. (2025), dan Rakhman dkk. (2025) membuktikan bahwa integrasi Telegram sebagai media notifikasi dapat mempercepat penyampaian informasi peringatan kepada pengguna. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, NodeMCU ESP8266 dan sensor anemometer memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai sistem deteksi dini angin kencang berbasis IoT.

Berdasarkan hasil kajian penelitian terdahulu, penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam bidang mitigasi bencana telah banyak dikembangkan untuk pemantauan kondisi lingkungan, seperti suhu, kelembapan, curah hujan, tinggi muka air, dan parameter cuaca lainnya. Beberapa penelitian juga telah memanfaatkan NodeMCU ESP8266 dan sensor anemometer untuk mengukur kecepatan angin, namun sebagian besar masih berorientasi pada sistem monitoring cuaca dan belum secara khusus dirancang sebagai sistem peringatan dini terhadap bencana angin kencang. Selain itu, penelitian *Early Warning System* (EWS) yang ada umumnya menggunakan pendekatan multi-parameter sehingga memerlukan lebih banyak sensor, perangkat pendukung, dan proses pengolahan data yang lebih kompleks. Penelitian yang mengembangkan sistem deteksi dini dengan menjadikan kecepatan angin sebagai parameter utama berdasarkan ambang batas tertentu serta memberikan peringatan secara otomatis melalui platform IoT masih relatif terbatas, khususnya untuk mendukung mitigasi bencana di tingkat daerah.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan sistem deteksi dini bencana angin kencang berbasis *Internet of Things* (IoT) yang berfokus pada satu parameter utama, yaitu kecepatan angin yang diukur menggunakan sensor anemometer. Data sensor diproses oleh NodeMCU ESP8266 dan dikirim secara *real-time* ke platform ThingSpeak untuk pemantauan, kemudian sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi melalui Telegram serta mengaktifkan LED dan buzzer ketika kecepatan angin mencapai atau melebihi ambang batas 45 km/jam. Pendekatan ini menghasilkan sistem yang lebih sederhana, responsif, dan ekonomis dibandingkan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan pendekatan multi-parameter.

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi dini bencana angin kencang berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan pendekatan yang lebih sederhana, yaitu berfokus pada satu parameter utama berupa kecepatan angin. Sistem dirancang

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

untuk melakukan pemantauan secara *real-time*, menampilkan data pada platform ThingSpeak, serta mengirimkan notifikasi peringatan melalui Telegram ketika kecepatan angin mencapai atau melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang lebih mudah diimplementasikan, responsif, dan efektif dalam mendukung upaya mitigasi bencana angin kencang, khususnya di Kabupaten Tulungagung.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem deteksi dini bencana angin kencang berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode R&D dipilih karena tidak hanya menghasilkan sebuah produk berupa sistem peringatan dini, tetapi juga melakukan proses validasi dan pengujian terhadap produk yang dikembangkan sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan dan kinerjanya sebelum diterapkan. Penelitian dilaksanakan di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Tulungagung sebagai lokasi studi dan pengumpulan data mengenai kondisi bencana angin kencang.

Tahap pertama adalah *Research and Information Collecting*. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan melalui observasi di BPBD Kabupaten Tulungagung, wawancara dengan Kepala Bidang dan Staf Penyelidik Geologi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan, serta studi literatur dari buku, jurnal ilmiah, dan dokumen BMKG maupun BPBD. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik bencana angin kencang, kebutuhan sistem peringatan dini, serta teknologi yang sesuai untuk diterapkan. Hasil tahap ini menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi dan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

Tahap kedua adalah *Planning*, yaitu menyusun kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak serta merancang alur kerja sistem. Perangkat keras yang digunakan meliputi NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, sensor anemometer sebagai pengukur kecepatan angin, LED sebagai indikator kondisi normal dan bahaya, serta buzzer sebagai alarm peringatan. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE untuk pemrograman NodeMCU ESP8266, ThingSpeak sebagai media pemantauan data secara *real-time*, dan Telegram Bot sebagai media pengiriman notifikasi peringatan kepada pengguna.

Tahap ketiga adalah *Design and Development*. Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Sensor anemometer digunakan untuk mendeteksi kecepatan angin dan menghasilkan sinyal pulsa yang diproses oleh NodeMCU ESP8266 menjadi nilai kecepatan angin dalam satuan km/jam. Selanjutnya data dikirim melalui jaringan internet ke platform ThingSpeak untuk ditampilkan dalam bentuk grafik pemantauan. Sistem juga dirancang agar secara otomatis mengirimkan notifikasi melalui Telegram, mengaktifkan LED merah, dan membunyikan buzzer apabila kecepatan angin mencapai atau melebihi ambang batas 45 km/jam**.**

Copyright © SENASIF 2026

ISSN: 2598-0076

Tahap berikutnya adalah *Validation and Testing*. Validasi dilakukan oleh ahli untuk menilai aspek fungsional sistem, keakuratan pengukuran, respons sistem, sistem peringatan dini, serta kelayakan implementasi. Pengujian dilakukan menggunakan simulasi hembusan angin dengan *blower* untuk mengetahui kemampuan sensor anemometer dalam mendeteksi perubahan kecepatan angin serta mengevaluasi kinerja sistem dalam mengirimkan data ke ThingSpeak dan notifikasi ke Telegram secara *real-time*.

Tahap terakhir adalah *Revision*. Perbaikan sistem dilakukan berdasarkan hasil validasi dan pengujian untuk menyempurnakan perangkat keras maupun perangkat lunak. Revisi meliputi penyempurnaan program, penyesuaian ambang batas peringatan, serta perbaikan respons sistem agar proses pemantauan dan penyampaian informasi dapat berjalan lebih cepat dan akurat. Hasil akhir penelitian berupa sistem deteksi dini bencana angin kencang berbasis IoT yang mampu melakukan pemantauan kecepatan angin secara *real-time*, menampilkan data pada ThingSpeak, serta mengirimkan notifikasi peringatan melalui Telegram ketika kondisi angin mencapai kategori berbahaya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, peneliti menghasilkan produk deteksi dini angin kencang dengan NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah data sensor kecepatan angin yang dikembangkan sesuai dengan metode *Research and Development* (R&D) yang meliputi beberapa tahapan, yaitu *Research and Information Collecting* (pengumpulan informasi dan studi literatur)**,** *Planning* (perencanaan)**,** *Design and Development* (perancangan dan pengembangan)**,** *Validation and Testing* (validasi dan pengujian)**,** serta *Revision* (perbaikan sistem).

Hasil Tahap *Research and Information Collecting*

Hasil observasi dan wawancara dengan BPBD Kabupaten Tulungagung, diperoleh informasi bahwa sistem kerja *Early Warning System* (EWS) atau sistem peringatan dini terdapat tiga tahapan utama, yaitu pemantauan kondisi lingkungan, pengolahan data untuk mendeteksi potensi bahaya, dan penyampaian informasi peringatan kepada masyarakat serta instansi terkait.

Hasil Tahap *Planning*

Tahap Planning (perencanaan) bertujuan menyusun mekanisme kerja sistem serta menentukan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk pengembangan sistem deteksi dini angin kencang berbasis IoT. Sistem dirancang berdasarkan dua kondisi, yaitu normal dan bahaya, dengan ambang batas kecepatan angin sebesar 45 km/jam. Sensor anemometer mengukur kecepatan angin secara kontinu, kemudian data diproses oleh NodeMCU ESP8266 dan dibandingkan dengan nilai ambang batas. Jika kecepatan angin kurang dari 45 km/jam, sistem berada dalam kondisi normal dan data dikirim ke ThingSpeak untuk pemantauan. Jika mencapai atau melebihi 45 km/jam, sistem mengaktifkan LED dan buzzer sebagai peringatan lokal serta mengirimkan notifikasi melalui

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

Telegram secara real-time. Sistem menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor anemometer tipe cup, LED, buzzer, breadboard, power supply, adaptor, resistor, kabel jumper, komputer atau laptop, dan smartphone Android. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Windows 10/11, Arduino IDE, ThingSpeak, Telegram, dan web browser.

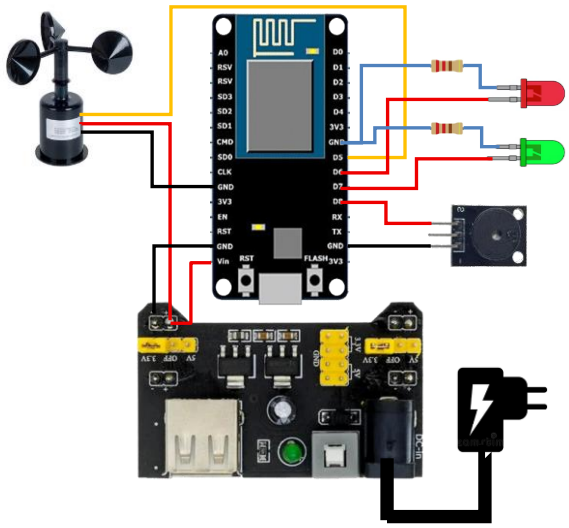
Hasil Tahap *Design and Development*

Hasil tahap *Design and Development* berupa prototipe sistem deteksi dini bencana angin kencang berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dalam satu sistem untuk melakukan pengukuran, pengolahan, pemantauan, dan penyampaian informasi peringatan dini berdasarkan kondisi kecepatan angin.

Pengembangan perangkat keras terdiri atas NodeMCU ESP8266, sensor anemometer, LED merah, LED hijau, dan buzzer. Sensor anemometer berfungsi mengukur kecepatan angin dan menghasilkan sinyal pulsa yang diterima oleh NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama. LED digunakan sebagai indikator kondisi sistem, sedangkan buzzer berfungsi memberikan peringatan suara ketika terdeteksi kondisi bahaya. Seluruh komponen dikoneksikan sesuai koneksi pin pada Tabel 1 menggunakan *breadboard*, kabel *jumper*, dan sumber daya dan dirangkai berdasarkan diagram rangkaian pada Gambar 1, sehingga dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan rancangan.

Tabel 1. Koneksi PIN

Komponen	**Pin Modul**	**NodeMCU ESP8266**	***Power Supply***
Sensor Anemometer	VCC	-	5 V
	GND	GND	
	OUT	D5	
Led Hijau	Anoda (+)	D6	
	Katoda (-)	GND (via 220Ω)	
Led Merah	Anoda (+)	D7	
	Katoda (-)	GND (via 220Ω)	
Buzzer	+	D8	
	-	GND	



Gambar 1. Diagram Rangkaian

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

Pengembangan perangkat lunak berupa program dengan logika pengambilan keputusan berbasis ambang batas kecepatan angin yang dibuat menggunakan Arduino IDE dan diunggah ke NodeMCU ESP8266. Program berhasil mengolah sinyal pulsa dari sensor anemometer menjadi nilai kecepatan angin dalam satuan km/jam serta menentukan kondisi sistem berdasarkan ambang batas 45 km/jam. Data hasil pengukuran dikirim melalui jaringan WiFi ke platform ThingSpeak dan ditampilkan dalam bentuk grafik pemantauan secara *real-time*. Selain itu, program berhasil mengatur indikator LED dan buzzer serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram apabila kecepatan angin mencapai atau melebihi 45 km/jam.

Hasil Tahap *Validation and Testing*

Pengujian dilakukan secara terintegrasi dengan menguji kinerja seluruh komponen yang digunakan, meliputi sensor anemometer, NodeMCU ESP8266, LED hijau, LED merah, buzzer, transmisi data ke ThingSpeak, serta notifikasi melalui Telegram. Pengujian dilakukan menggunakan *blower* sebagai simulasi hembusan angin untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi perubahan kecepatan angin.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor anemometer mampu mendeteksi perubahan kecepatan angin dan mengirimkan data ke NodeMCU ESP8266 untuk diproses. NodeMCU ESP8266 dapat menjalankan program dan terhubung ke jaringan *Internet* dengan baik, sedangkan data hasil pengukuran berhasil dikirim dan ditampilkan pada platform ThingSpeak yang ditunjukkan pada Gambar 2.

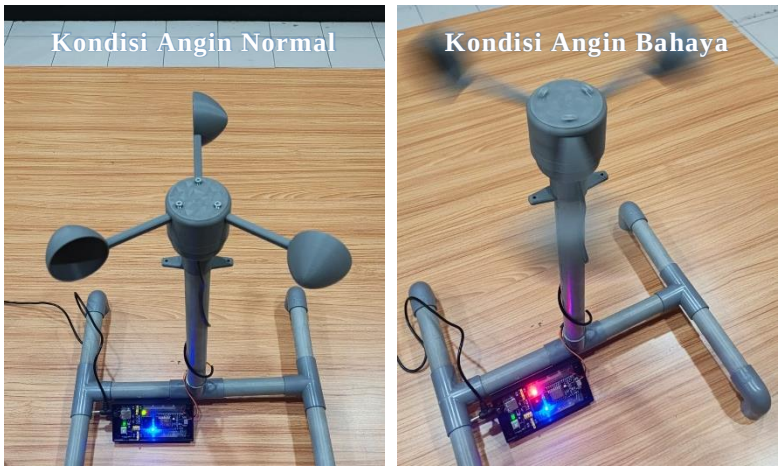


Gambar 2. Monitoring Kecepatan Angin

Hasil *testing* terhadap sistem peringatan menunjukkan bahwa LED hijau, LED merah, dan buzzer dapat berfungsi sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Pada kondisi kecepatan angin normal, LED hijau menyala sebagai indikator kondisi aman. Ketika kecepatan angin mencapai atau

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

melebihi ambang batas bahaya sebesar 45 km/jam, sistem memberikan respons peringatan dengan mengaktifkan LED merah dan buzzer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pengujian dilakukan dengan meningkatkan kecepatan angin hingga mencapai 60 km/jam dan menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi tersebut serta memberikan respons secara *real-time*.



Gambar 3. Indikator Sistem Peringatan Lokal

Berdasarkan Tabel 2, hasil *testing* terhadap transmisi data dilakukan menggunakan 10 data interval pengiriman yang diambil dari *export recent data channel feed* pada *platform* ThingSpeak. Hasil pengujian, diperoleh rata-rata interval transmisi sebesar 16,3 detik dengan interval minimum ThingSpeak sebesar 15 detik. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata persentase *error* sebesar 8,67% dan rata-rata akurasi pengiriman data sebesar 91,33%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pengiriman data hasil pengukuran ke platform ThingSpeak dengan kinerja yang baik.

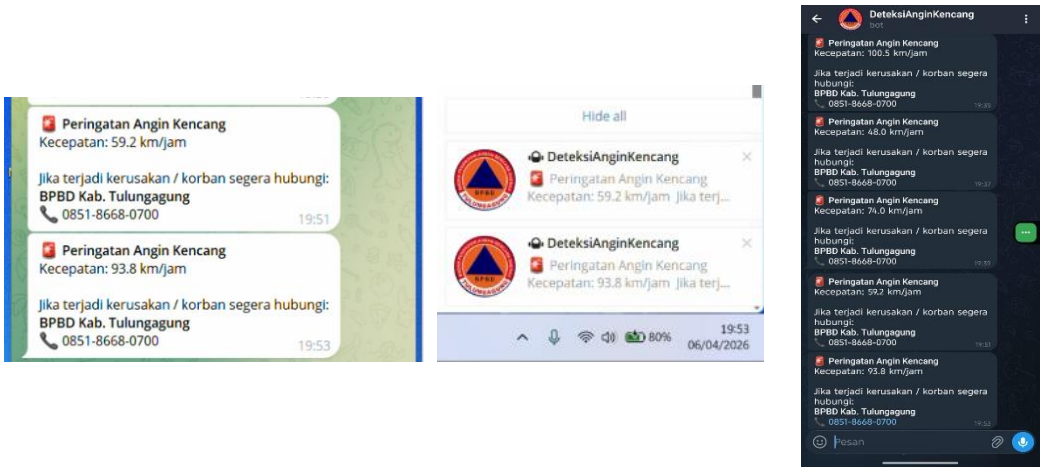
Tabel 2. Transmisi Data Sensor

No	Waktu	Interval (Detik)	Interval Minimum *ThingSpeak* (Detik)	Selisih (Detik)	Persentase *Error* (%)	Persentase Akurasi (%)
1	19:50:31 → 19:50:47	16	15	1	6,666667	93,33333
2	19:50:47 → 19:51:03	16	15	1	6,666667	93,33333
3	19:51:03 → 19:51:19	16	15	1	6,666667	93,33333
4	19:51:19 → 19:51:39	20	15	5	33,33333	66,66667
5	19:51:39 → 19:51:55	16	15	1	6,666667	93,33333
6	19:51:55 → 19:52:11	16	15	1	6,666667	93,33333
7	19:52:11 → 19:52:27	16	15	1	6,666667	93,33333
8	19:52:27 → 19:52:42	15	15	0	0	100
9	19:52:42 → 19:52:58	16	15	1	6,666667	93,33333
10	19:52:58 → 19:53:14	16	15	1	6,666667	93,33333
Rata - rata		**16,3**	**15**	**1,3**	**8,666667**	**91,33333**

Hasil pengujian pada fitur notifikasi menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirimkan peringatan secara otomatis melalui Telegram Bot ketika kondisi angin mencapai tingkat berbahaya.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

Notifikasi dapat diterima melalui perangkat *desktop* maupun *smartphone* dan berisi informasi peringatan angin kencang serta nilai kecepatan angin yang terdeteksi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Notifikasi Telegram pada Perangkat *Desktop* dan *Smartphone*

Hasil validasi produk dilakukan oleh tiga ahli dan satu pengguna yaitu ahli IoT dan Robotika (Haris Yuana S.T, M.T dan Julian Sahertian, S.Pd, M.T) selaku ahli satu dan ahli dua, ahli pemograman (Dinny Ari Bintari, S.Kom.) selaku ahli tiga, serta Sa'ad Abdurrahman, ST staf Penyelidik Geologi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan pada BPBD Kabupaten Tulungagung selaku pengguna, Proses validasi menggunakan instrumen berupa kuesioner dengan metode skala likert penilaian 1 sampai 4 yaitu untuk skor 1 penilaian sangat kurang, skor 2 penilaian kurang, skor 3 penilaian baik dan skor 4 penilaian sangat baik. Aspek yang dinilai meliputi kinerja fungsional sistem, keakuratan dan respon sistem, kinerja sistem peringatan dini serta kelayakan dan implementasi. Persentase validitas dihitung menggunakan persamaan (1).

$$V = \frac{TSe}{TSh} x100\% \quad (1)$$

Keterangan: V= Persentase tingkat validitas, TSe = Total skor empiris (skor yang diperoleh dari validator) dan TSh = Total skor maksimal yang diharapkan (skor maksimal). Rincian hasil validasi dari para ahli dan pengguna dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli dan Pengguna

Aspek Pengujian	Nilai Skor							Nilai Skor	
	Ahli 1		Ahli 2		Ahli 3		V rata - rata ahli	Pengguna	
	TSe/TSh	V	TSe/TSh	V	Tse/TSh	V		TSe/TSh	V
Fungsional sistem	12/16	75	16/16	100	11/16	68,75	81,25	16/16	100
Keakuratan dan respon sistem	12/12	100	12/12	100	9/12	75	91,67	12/12	100
Sistem peringatan dini	12/12	100	12/12	100	11/12	91,67	97,22	12/12	100
Kelayakan dan implementasi	11/12	91,67	12/12	100	9/12	75	88,89	12/12	100

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

Dari hasil nilai pada Tabel 5, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata keseluruhan nilai yang diperoleh yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Nilai Rata-Rata Keseluruhan

Aspek Pengujian	**Nilai Validasi Ahli (%)**	**Nilai Validasi Pengguna (%)**	**Persentase Rata Rata (%)**	**Interpretasi**
Fungsional sistem	81,25	100	90,63	Sangat Valid
Keakuratan dan respon sistem	91,67	100	95,84	Sangat Valid
Sistem peringatan dini	97,22	100	98,61	Sangat Valid
Kelayakan dan implementasi	88,89	100	94,45	Sangat Valid
Rata – rata keseluruhan	**89,76**	**100**	**94,88**	**Sangat Valid**

Berdasarkan hasil nilai rata-rata keseluruhan pengujian pada Tabel 4, menunjukkan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 94,88% dengan interpretasi "Sangat Valid". Aspek sistem peringatan dini memperoleh respons tertinggi (98,61%), yang menegaskan bahwa sistem ini layak diimplemantasikan.

Hasil Tahap *Revision*

Berdasarkan masukan selama proses pengujian oleh pengguna, dilakukan revisi pada sistem untuk meningkatkan kemudahan konfigurasi jaringan WiFi. Sebelum revisi, perubahan SSID dan password WiFi hanya dapat dilakukan dengan mengubah program dan mengunggah ulang (*upload*) kode ke NodeMCU ESP8266, sehingga kurang praktis bagi pengguna umum. Setelah dilakukan revisi, sistem dilengkapi dengan fitur konfigurasi berbasis web yang dapat diakses melalui *Access Point* (AP) yang dibuat oleh NodeMCU ESP8266 pada alamat IP 192.168.4.1. Melalui halaman HTML tersebut, pengguna dapat memasukkan atau mengubah SSID dan password WiFi secara langsung tanpa perlu memodifikasi maupun mengunggah ulang program.

Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem berupa perangkat peringatan dini angin kencang berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan mengintegrasikan NodeMCU ESP8266 sebagai unit pemroses sentral. Transmisi data hasil pembacaan sensor dilakukan secara nirkabel menuju platform ThingSpeak melalui jaringan internet untuk memfasilitasi pemantauan jarak jauh secara telemetri. Guna meningkatkan responsivitas, sistem diintegrasikan dengan *Application Programming Interface* (API) Telegram yang berfungsi mendistribusikan notifikasi otomatis secara *real-time* saat kecepatan angin melewati ambang batas bahaya (*threshold*). Selain itu, mekanisme peringatan dini lokal dioptimalkan melalui aktuator berupa *buzzer* dan indikator LED sebagai penanda audiovisual interaktif. Implementasi sistem ini secara signifikan mampu menyajikan data dinamika kecepatan angin secara *real-time*, sehingga berkontribusi aktif dalam meminimalkan risiko akibat fenomena angin kencang.

Hasil penelitian ini selaras dengan studi terdahulu oleh Maifa dan Belutowe (2023) terkait sistem pemantauan cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan sensor

Copyright © SENASIF 2026

ISSN: 2598-0076

anemometer untuk akuisisi data kecepatan angin secara *real-time*. Karakteristik sistem ini juga sejalan dengan riset Julianto dkk. (2025) serta Sholichin dkk. (2025) yang mengimplementasikan NodeMCU ESP8266 dan sensor anemometer untuk pemantauan parameter lingkungan dan mitigasi cuaca ekstrem secara telemetri.

Lebih lanjut, efektivitas sistem peringatan dini berbasis NodeMCU ESP8266 dalam mendistribusikan notifikasi otomatis saat mendeteksi parameter kritis didukung oleh temuan Ramadhiani (2023). Akselerasi penyampaian informasi darurat kepada pengguna melalui integrasi *Application Programming Interface* (API) Telegram sebagai media notifikasi otomatis juga terbukti efektif, sejalan dengan kajian Ma'muriyah (2023) serta Erfandi dkk. (2025). Berdasarkan peta penelitian terdahulu tersebut, urgensi penelitian ini terletak pada pengembangan sistem peringatan dini angin kencang terintegrasi yang menggabungkan visualisasi data pada platform ThingSpeak serta dualitas alarm berupa notifikasi Telegram dan *buzzer*.

Pengujian produk dilakukan secara empiris untuk mengevaluasi kinerja dan kelayakan sistem. Berdasarkan hasil uji ahli produk oleh dosen dan tenaga ahli, aspek fungsional sistem memperoleh nilai sebesar 81,25%, sedangkan validasi pengguna mencapai skor mutlak 100%, sehingga menghasilkan nilai rata-rata aspek fungsional sebesar 90,63%. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa fungsionalitas utama perangkat telah beroperasi secara optimal sesuai spesifikasi kebutuhan pengguna.

Pada aspek keakuratan dan responsivitas sistem, validasi ahli memberikan nilai 91,67% dan validasi pengguna sebesar 100%, dengan perolehan rata-rata 95,84%. Data ini menunjukkan kemampuan perangkat dalam memberikan respons yang cepat serta hasil deteksi yang akurat saat diimplementasikan. Pada aspek sistem peringatan dini, validasi ahli mencapai skor tertinggi sebesar 97,22% dan validasi pengguna sebesar 100%, sehingga rata-rata akumulatif aspek ini mencapai 98,61%. Hasil ini membuktikan bahwa mekanisme pengondisian bahaya melalui *buzzer* dan Telegram bekerja secara efektif dalam mendiseminasikan informasi cuaca ekstrem.

Sementara itu, pada aspek kelayakan dan implementasi, pengujian oleh ahli menghasilkan nilai 88,89% dan validasi pengguna sebesar 100%, dengan nilai rata-rata sebesar 94,45%. Nilai tersebut mengonfirmasi bahwa perangkat memiliki akseptabilitas yang tinggi untuk diterapkan dalam pemantauan kondisi angin. Secara akumulatif, total nilai validasi ahli adalah 89,76% dan validasi pengguna sebesar 100%, sehingga diperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 94,88% dengan interpretasi "Sangat Valid". Hasil pengujian ini menegaskan bahwa sistem memiliki tingkat kelayakan, akurasi yang sangat baik untuk digunakan sebagai instrumen pemantauan angin kencang secara *real-time*.

Kontribusi utama penelitian ini adalah implementasi arsitektur sistem yang lebih sederhana dan berfokus secara spesifik pada satu parameter tunggal, yaitu kecepatan angin, yang diintegrasikan langsung dengan sistem mitigasi otomatis secara *real-time*. Simplifikasi desain ini meningkatkan efisiensi dan kemudahan operasional saat diterapkan di lapangan.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

Kendati demikian, keterbatasan utama dalam penelitian ini terletak pada ketiadaan sensor arah angin (*wind vane*). Integrasi data arah angin sangat krusial untuk memetakan pola pergerakan massa udara secara komprehensif, sekaligus memproyeksikan wilayah geografis yang berpotensi terdampak oleh fenomena angin kencang secara lebih presisi pada penelitian selanjutnya.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menciptakan sebuah sistem pemantauan dan deteksi dini angin kencang jarak jauh dengan memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor anemometer. Perangkat ini mampu membaca kecepatan angin di lokasi pemasangan secara langsung melalui sensor tersebut, lalu mengirimkan datanya ke laman pemantauan agar bisa dipantau dari mana saja melalui jaringan internet. Saat kondisi angin mulai memasuki kategori berbahaya dan mengancam keselamatan, sistem secara otomatis akan menghidupkan alarm berupa lampu penanda dan suara sirine di lokasi, sekaligus mengirimkan pesan peringatan darurat ke ponsel pengguna melalui aplikasi Telegram. Dengan demikian, masyarakat atau petugas dapat segera mengetahui bahaya angin kencang secara cepat demi mengurangi risiko bencana. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sistem ini dinilai sangat baik dan layak untuk diterapkan di lapangan karena fungsi utamanya sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kecepatan alat dalam mengirimkan data dan menyebarkan pesan peringatan terbukti berjalan dengan lancar.

Untuk pengembangan lebih lanjut agar sistem ini menjadi lebih sempurna saat diterapkan secara luas, disarankan untuk beralih menggunakan layanan *platform Internet of Things* (IoT) berbayar agar jeda waktu pengiriman data dari mikrokontroler tersebut dan pesan peringatan bisa berjalan jauh lebih cepat tanpa hambatan. Selain itu, jangkauan peringatan bahaya dari hasil pembacaan alat dapat diperluas dengan menambahkan media penyebaran informasi darurat lain seperti pesan singkat SMS, aplikasi WhatsApp, atau sirine bersuara lantang agar bisa didengar oleh lebih banyak warga. Dari sisi ketahanan fisik, penggunaan sumber daya mandiri seperti panel surya sangat dianjurkan agar alat tetap dapat menyala di daerah pelosok yang belum terjangkau aliran listrik. Terakhir, penambahan modul kartu seluler juga diperlukan sebagai cadangan jaringan internet agar sistem tetap dapat mengirimkan informasi meskipun dipasang di wilayah terpencil yang tidak memiliki pemancar WiFi.

DAFTAR RUJUKAN

[1] Z. Erfandi *et al.*, "Implementasi IoT untuk sistem pemantauan kebakaran dini dengan notifikasi Telegram dan alarm," *INFOTEK: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, 2025.

[2] P. Aeni and M. K. Anwar, "Hydrometeorological disaster: Challenges and mitigation in Indonesia," *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 5, no. 1, pp. 318–330, 2024.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

[3] D. Witczak, "Review of monitoring and control systems based on IoT/applied technologies," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 2, 2024.

[4] A. Albuali *et al.*, "Scalable lightweight IoT-based smart weather measurement system," *Sensors*, vol. 23, no. 14, 2023.

[5] A. Chasiotis *et al.*, "Design of a smart early warning hydrometeorological system (The EASY Project)," *Sensors*, vol. 23, no. 18, 2023.

[6] E. Rahmawati and S. Hadi, "Mapping hydrometeorological disaster hazards of landslides in Banten Province," *Jurnal GEOGRAFI*, vol. 9, no. 2, pp. 55–64, 2023.

[7] D. D. Ramadhiani, "Flood Early Warning System using ultrasonic and rainfall sensor," *JEAP: Jurnal Energi dan Aplikasi*, vol. 5, no. 1, 2023.

[8] N. Ma'muriyah, "Perancangan sistem smart door dengan notifikasi Telegram," *E-Journal Sari Mutiara Indonesia*, vol. 6, no. 2, 2023.

[9] T. Siregar, "Stages of Research and Development model Research and Development (R&D)," *Journal of Research and Innovation*, vol. 2, no. 1, pp. 45–52, 2023.

[10] JOINTER, "Sistem pemantauan cuaca berbasis Internet of Things," *Jurnal JoInter*, vol. 4, no. 1, 2022.

[11] Universitas Sriwijaya & Universitas Lampung, "Rancang bangun alat ukur kecepatan dan arah angin menggunakan cup anemometer dan mikrokontroler," Repository UNSRI & UNILA, 2022.

[12] N. Niswah, "Design and build an Internet of Thing (IoT) based hydrometeorological Early Warning System," *Jurnal SMATIKA*, vol. 11, no. 2, 2021.

[13] R. A. Setyawan, "Aplikasi NodeMCU ESP8266 sebagai pemantau suhu dan kelembapan pada data center," *Jurnal EECCIS*, vol. 15, no. 1, 2021.

[14] D. Perera *et al.*, "IoT-based multi-hazard Early Warning Systems," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 47, p. 101582, 2020.

[15] A. Wijaya, "Penerapan NodeMCU ESP8266 untuk sistem IoT," *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 85–92, 2020.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076