



Original Article

Penentuan Curah Hujan Berdasarkan Input Cuaca Menggunakan Metode Logika *Fuzzy Mamdani*

Isnain Gunadi¹, Ainie Khuriati¹, M. Farid Maulana¹, Ari Bawono Putranto¹, Jatmiko Endro Suseno¹ dan Megarini Hersaputri²

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang

Article Info

Keywords:

DHT22, BMP180, Blynk,
Curah Hujan

Received 00 May 2021;

Received in revised form 00

September 2021; Accepted 00

October 2021

Available online 00

November 2021

A B S T R A C T (12pt Bold)

Curah hujan adalah suatu peristiwa turunnya hujan di permukaan bumi yang terjadi diakibatkan oleh uap air yang ada di atmosfer, jumlahnya dipengaruhi oleh faktor iklim seperti suhu, kelembaban, tekanan udara. Namun pada saat ini anomali cuaca yang termasuk curah hujan sangat fluktuatif dan sering terjadi perbedaan pada setiap tempatnya. Maka dari itu dibutuhkan rancang bangun sistem penentuan cuaca yang berorientasi pada suatu tempat tertentu agar didapatkan hasil yang mendekati dengan anomali curah hujan yang terjadi. Sistem ini terdiri atas beberapa komponen input, control, dan output. Komponen input seperti halnya sensor yang digunakan antara lain sensor DHT22, BMP180, dan sensor anemometer, sedangkan untuk komponen control adalah ESP32. Serta komponen keluarannya seperti display LCD 16 x 2 dan aplikasi Blynk. Pada alat ini digunakan jaringan yang sama dengan menggunakan penambatan seluler pribadi melalui handphone yang digunakan untuk memonitoring agar koneksi tetap tersambung dan stabil. Cara kerja alat ini adalah dengan membaca seluruh sensor yang ada dengan kondisi sekitar untuk menghasilkan keluaran berupa penentuan curah hujan. Kemudian masing – masing sensor bekerja sebagaimana sistem pembacaannya seperti sensor DHT22 membaca suhu dan kelembaban, dan sensor BMP180 membaca tekanan. Kemudian setelah proses tersebut dilakukan pengambilan keputusan oleh logika fuzzy dengan metode mamdani yang tertanam pada kode program yang akan menentukan penentuan curah hujan. Hasilnya ditampilkan pada LCD yang terdapat pada alat dan juga dapat dilihat pada Blynk secara realtime. Dari penelitian tersebut didapatkan error rata – rata pada percobaan yang dilakukan dengan nilai 0,4%

doi: 10.14710/Gading.vvxxn. xxx xx

© 2020 GADING:Marine Teknology and Ship Constructor. This is an open acces article under the CCBY-SA license (<https://creativecommons.Org/licenses/by-sa/4.0/>).

1. Introduction

Perkembangan teknologi menuntut untuk semua aspek ikut turut andil dalam penggunaannya, tak terkecuali pada penentuan curah hujan. Curah hujan merupakan faktor yang sangat penting dalam menunjang berbagai aktivitas manusia, namun pada kondisi saat ini prakiraan tersebut dapat terjadi sebaliknya karena tingkat curah hujan di masing – masing wilayah di Indonesia tidak memiliki pola yang sama. Hal tersebut terjadi karena perubahan keadaan iklim yang meningkat drastis yang menimbulkan penentuan curah hujan dapat tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Oleh karena itu dibutuhkan rancang bangun alat untuk mengetahui kondisi curah hujan pada waktu dan tempat tertentu agar menghasilkan prakiraan yang mendekati dengan kondisi sebenarnya.

Pada penelitian ini menggunakan metode yaitu algoritma logika fuzzy metode mamdani. Metode tersebut dapat memperkirakan kondisi curah hujan karena pada logika fuzzy dapat berguna untuk menarik kesimpulan atau keputusan yang paling baik dari suatu permasalahan yang tidak pasti. (Hellendoorn dkk,1994). Hal tersebut sesuai dengan faktor yang akan diukur karena tingkat curah hujan merupakan keadaan yang terikat oleh waktu dan tempat dan termasuk dalam kondisi yang tidak pasti dan sering terjadi perubahan, hal tersebut dipengaruhi oleh perubahan suhu udara, tekanan udara, dan kelembaban (Julisman Z. dan Erlin E., 2014).

Pada penelitian ini adalah kawasan sekitar kampus UNDIP Tembalang agar didapatkan hasil yang maksimal dengan membandingkan data dari BMKG Semarang. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat penggunaan metode tersebut apakah akan menghasilkan keluaran yang mendekati pada kondisi sebenarnya.

2. Cuaca

Cuaca merupakan kondisi atmosfer harian yang dapat terjadi dan berubah dalam waktu singkat di suatu daerah yang sempit. Sedangkan menurut Trewartha and Horn (1995) iklim merupakan suatu konsep suatu konsep yang abstrak, di mana iklim merupakan komposit dari keadaan cuaca hari ke hari dan elemen-elemen atmosfer di dalam suatu kawasan tertentu dalam jangka waktu yang panjang. Adapun unsur-unsur yang mempengaruhi cuaca sebagai berikut:

a. Suhu Udara

Suatu keadaan derajat panas maupun dinginnya udara. Suhu pada dasarnya diukur dalam skala Celsius (C), Reamur (R), atau Fahrenheit (F). Faktor yang dapat mempengaruhi suatu suhu udara pada wilayah adalah lama penyinaran matahari, sudut pandang sinar matahari, sudut datang sinar matahari, relief permukaan bumi, jumlah awan, serta letak lintang.

Rumus untuk digunakan dalam menghitung rata – rata suhu adalah:

$$T_x = T_o - 0,6 h / 100 \quad (1)$$

Keterangan:

T_x = Suhu rata – rata pada pada x

T_o = Suhu awal pada suatu tempat

h = ketinggian suatu tempat

0,6 dan 100 = konstanta dari vertikal gradient temperatur atau lapce rate yang memiliki arti setiap kenaikan bertambah 100 meter, suhu udara akan berkurang rata – rata 0,6 Celcius.

(Ardhitama, A. 2013)

b. Tekanan Udara

Tekanan Udara adalah berat massa udara yang terjadi pada suatu daerah, menunjukkan tenaga yang bekerja dalam menggerakkan massa udara dalam satuan luas. Tekanan udara akan semakin rendah jika suatu tempat semakin tinggi dari permukaan laut.

(Puspita, 2016)

c. Curah Hujan

Curah hujan (presipitasi) merupakan peristiwa turunnya hujan di permukaan bumi yang dapat berupa hujan, salju, kabut, embun dan hujan es. Air hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor iklim seperti kelembaban, suhu, tekanan atmosfer. Terjadinya hujan karena adanya perpindahan massa uap air ke tempat yang lebih tinggi yang di respons dengan adanya perbedaan tekanan udara antara dua tempat yang berbeda ketinggiannya akibatnya penumpukan uap air pada temperatur rendah sehingga terjadi proses kondensasi dan kualitas uap air menurun dengan turunnya hujan.

(Ardhitama, A. 2013)

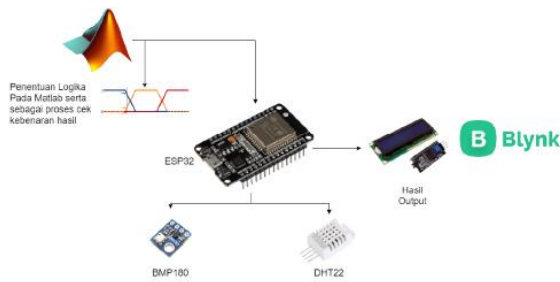
3. Metode

Input yang digunakan pada alat ini terdapat 4 input antara lain: sensor suhu dan kelembaban DHT22, dan sensor tekanan udara BMP180. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban keadaan sekitar, dan Sensor BMP180 digunakan untuk mengukur berapa tekanan udara di suatu tempat. Sebelum melakukan pemrosesan pada Esp32 terlebih dahulu melakukan uji data pada software matlab dengan menggunakan logika fuzzy sebagai proses penentuan logika yang akan diprogram pada alat, nantinya akan diproses bersamaan dengan data yang didapatkan dari sensor. Setelah data – data tersebut diproses pada ESP32 maka akan ditampilkan oleh LCD 16x2 dan aplikasi Blynk.

Langkah-langkah kerja dari pembuatan alat ini dapat ditunjukkan pada diagram blok pada gambar 1.

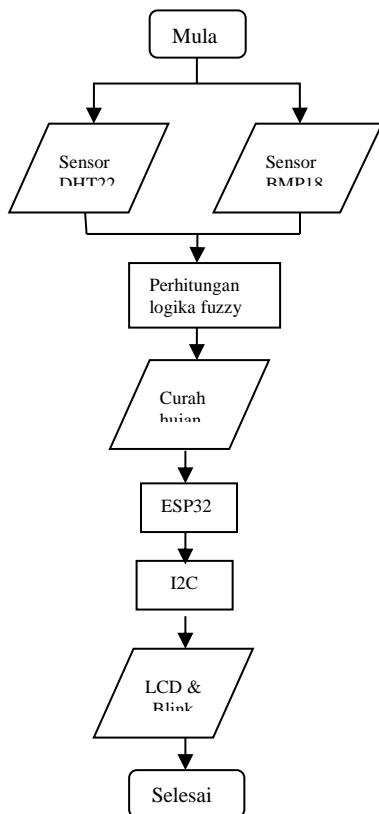
* *Corresponding author:*

E-mail addresses: xxxxxxxx@gmail.com, (N. Xxxxxx).



Gambar 1 Diagram blok alat

Sistem kerja dari alat adalah pertama sistem akan mulai untuk mengukur suhu udara, tekanan udara, dan kelembaban menggunakan sensor – sensor. Hasil yang didapatkan oleh sensor-sensor tersebut akan dialirkan menuju ESP32 agar data tersebut bisa diolah, namun sebelum pengukuran terlebih dahulu melakukan penentuan logika fuzzy pada software matlab, kemudian proses logika tersebut sebagai hasil output alatnya yang dituliskan dalam bentuk kode pemrograman ke dalam esp32. Setelah proses tersebut selesai maka hasil dari pengukurannya kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 yang terdapat komponen I2C dan aplikasi mobile Blynk.



Gambar 2 Diagram alir kerja alat

Perancangan tugas akhir ini dilakukan untuk membuat rancang bangun penentuan curah hujan berdasarkan

input dari beberapa sensor dengan pengambilan keputusan oleh logika Fuzzy metode mamdani. Sistem ini terbagi atas 2 bagian sistem perancangan perangkat keras (hardware) dan sistem perancangan perangkat lunak (software). Perancangan secara hardware bertujuan untuk memonitoring di kawasan tersebut, sedangkan secara software bertujuan untuk memonitoring menggunakan koneksi internet. Berikut adalah realisasi alat tersebut.

3.1 Pengumpulan Data

Pada pembuatan rancang bangun ini memerlukan data referensi yang digunakan sebagai acuan pembuatan rule fuzzy serta penentuan pembuatan himpunan pada logika fuzzynya. Tujuannya agar akurasi yang dihasilkan dari rancang bangun alat ini bisa bekerja dengan maksimal dan dapat dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. Data ini meliputi data rata – rata suhu, kelembaban, tekanan, dan jumlah curah hujan antara bulan Januari sampai dengan Desember 2020. Berikut adalah data referensi cuaca.

Tabel 1. Data jumlah curah hujan dari bulan Januari – Desember 2020

Bulan	Variabel Input Relatif			Variabel Output
	T (C)	H (%)	P (mb)	Curah hujan (mm)
Januari	29	84	1.009	301
Februari	28	86	1.010	393
Maret	29	84	1.009	232
April	30	81	1.009	292
Mei	30	78	1.009	267
Junie	30	77	1.009	22
Juli	30	75	1.008	72
Agustus	30	73	1.009	56
September	30	72	1.009	91
Oktober	30	76	1.008	161
November	29	79	1.008	240
Desember	28	84	1.007	380

(Sumber: BMKG Kota Semarang, 2020)

3.2 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Terdapat variabel masukan terdiri atas suhu, tekanan, kelembaban, dan curah hujan. Pembentukan himpunan fuzzy ini berdasarkan data yang diambil dari data referensi yang telah didapatkan dari BMKG Kota Semarang melalui BPS Kota Semarang. Sedangkan pada variabel output terdiri atas satu keluaran berupa curah hujan.

Tabel 2 Himpunan logika fuzzy

Variabel	Himpunan	Semesta Pembica	Domain
----------	----------	-----------------	--------

raan			
Suhu (C)	suhu_sejuk	[22- 34]	[22-28]
	suhu_sedang		[27-30]
	suhu_panas		[29-34]
Tekanan (mb)	tekanan_rendah	[980-1014]	[980-1007]
	tekanan_sedang		[1006-1009]
	tekanan_tinggi		[1008-1014]
Kelembaban (%)	kelembaban_kering		[0-70]
	kelembaban_agak kering	[0-100]	[65-80]
	kelembaban_basah		[75-100]
CurahHujan (mm)	ch_rendah		[0-105]
	ch_sedang	[0-500]	[95-305]
	ch_tinggi		[295-405]
	ch_sangattinggi		[395-500]

4. Pengujian Rancangan

4.1 Pengujian Sensor DHT22

a. Suhu

Pada proses kalibrasi sensor DHT22, pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali, di mana data diambil ketika terjadi perubahan yang mengalami kenaikan karena suhu adalah keadaan fisis yang tidak menentu bisa berubah kapan saja. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai terbaca pada sensor dengan alat ukur thermo- hygrometer. Berikut tabel percobaan yang telah dilakukan

Tabel 3 Data kalibrasi suhu DHT22

No	Thermo-hygrometer (°C)	Sensor DHT22 (°C)	Error (%)
1.	28,4	28,9	1,76
2.	29	29,4	1,38
3.	29,5	29,8	1,02
4.	29,9	30,1	0,67
5.	30	31,2	4,00
6.	31,1	31,7	1,93
7.	32	32,3	0,94
8.	34	33,2	2,35
9.	34,6	35,4	2,31
10.	35,1	35,7	1,71
Error Rata - rata			1,81

Kesalahan atau eror rata – rata pada percobaan tersebut sebesar 1,81% disebabkan karena pada setiap percobaan dikarenakan adanya sifat suhu sendiri memiliki sifat fluktuatif atau berubah – ubah, serta suhu dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang bisa saja mempengaruhi setiap nilai perubahannya.

b. Kelembaban

Pada proses kalibrasi sensor DHT22, pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali, di mana data diambil ketika terjadi perubahan yang mengalami

kenaikan karena kelembaban adalah keadaan fisis yang tidak menentu sama seperti pada suhu dapat berubah kapan saja. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai terbaca pada sensor dengan alat ukur thermo-hygrometer. Hasil pengujian kalibrasi kelembaban ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Data kalibrasi kelembaban DHT22

No	Thermo-Hygrometer (%)	Sensor DHT22 (%)	Error (%)
1.	67	67,3	0,45
2.	68	67,8	0,29
3.	70	69	1,42
4.	72	71,6	0,56
5.	75	75,3	0,40
6.	79	78,2	1,01
7.	83	82,1	1,08
8.	84	85,7	2,02
9.	86	86,9	1,05
10.	90	90,1	0,11
Error Rata - rata			0,84

Kesalahan atau eror rata – rata pada percobaan tersebut sebesar 0,84% disebabkan karena pada setiap percobaan dikarenakan adanya sifat kelembaban yang hampir mirip dengan suhu yang memiliki sifat fluktuatif atau berubah – ubah, serta kelembaban dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang bisa saja mempengaruhi setiap nilai perubahannya. Selain itu perubahan kelembaban terjadi tidak pada waktu yang singkat melainkan perlu rentang waktu yang lama agar didapatkan hasil yang semakin akurat.

4.2 Sensor BMP180

Pada proses kalibrasi sensor BMP180, pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali, di mana data diambil dengan memvariasi ketinggiannya. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai terbaca pada sensor dengan alat ukur barometer.

Tabel 5 Data kalibrasi tekanan BMP180

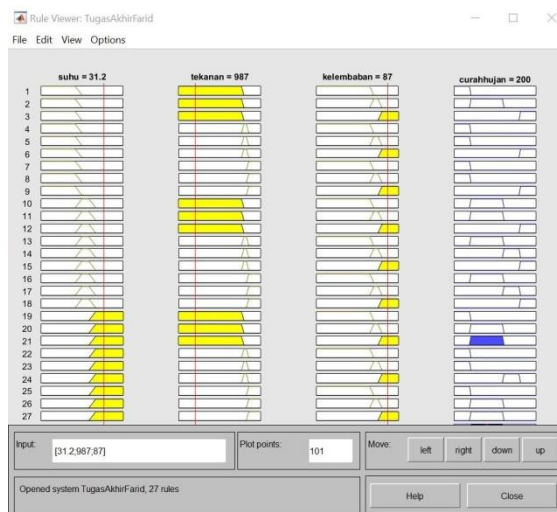
No	Barometer (mbar)	Sensor BMP180 (mbar)	Error (%)
1.	1009	1010	0,10
2.	1008	1007	0,10
3.	1006	1005	0,10
4.	999	998	0,10
5.	998	996	0,20
6.	985	986	0,10
7.	983	984	0,10
Error Rata - rata			0,13

Hasil ini menunjukkan bahwa pembacaan sensor dengan alat ukur tidak terlalu jauh sehingga sensor tersebut. Kesalahan atau rata – rata pada percobaan tersebut sebesar 0,03% disebabkan karena pada setiap percobaan dikarenakan adanya sifat tekanan udara yang tidak memiliki selisih jauh antar ketinggian yang divariasikan dan dapat terjadi pula tidak adanya perubahan antar variasi tingginya. Maka dari itu untuk mendapatkan hasil yang maksimal diperlukan selisih

ketinggian yang terpaut jauh agar terjadi perubahan yang signifikan pada setiap pembacaannya.

4.3 Pengujian Seluruh Sistem

Pada pengujian rancang bangun sistem penentuan curah hujan berdasarkan input cuaca menggunakan metode logika fuzzy mamdani dan ESP32 ini, sistem bekerja dengan baik dilihat dari kemampuan sistem bisa membaca suhu, kelembaban, tekanan udara, serta display pada LCD, aplikasi Blynk dan dapat mengambil kesimpulan atas logika fuzzy yang tertanam di program.



Gambar 3. Hasil simulasi logika fuzzy dengan matlab

Pengujian ini diambil dari beberapa uji coba secara acak sebanyak 10 sampel yang diambil, dan nilai ketiga sensor digunakan sebagai masukan dalam simulasi matlab. Tabel 6 merupakan hasil pengambilan data berdasarkan keputusan menggunakan metode logika fuzzy.

Tabel 6. Data pengujian pengambilan keputusan dengan metode logika fuzzy

No	Suhu (°C)	Tekanan (mb)	Kelembaban (%)	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (mm)	Error (%)
1	30,9	986	73,2	200	200	0,0
2	30,9	986	71,6	200	200	0,0
3	31,2	987	87,0	200	200	0,0
4	29,9	987	88,9	213	214	0,5
5	29,8	987	89,3	228	229	0,4
6	29,7	987	89,3	244	246	0,8
7	29,4	987	90,3	306	308	0,7
8	29,1	987	90,5	402	406	1,0
9	29,0	987	90,9	449	451	0,4
10	29,0	987	91,1	449	451	0,4
Error Rata - rata						0,4

5. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan terhadap sistem monitoring penentuan cuaca dengan menggunakan IoT (Internet of Things), dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian dalam mengukur besaran fisis dengan sensor akan selalu dipengaruhi oleh kondisi keadaan sekitar, namun dari hal tersebut bisa dilihat berapa presentase eror yang didapatkan dengan mencari selisih antara alat ukur dan sensor.

Penerapan logika fuzzy dalam rancang bangun ini sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan dibuktikan dari data cuaca pada tahun 2020 hasilnya menunjukkan selisih yang tidak jauh berbeda dengan eror rata-rata 0,4%.

6. Daftar Pustaka

- Ardhitama, A. (2013). Simulasi Prakiraan Jumlah Curah Hujan Dengan Menggunakan Data Parameter Cuaca (Study Kasus Di Kota Pekanbaru Tahun 2012). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 14(2), 111. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v14i2.2690>.
- Hellendoorn, Hans, Palm & Rainer, (1994), *Fuzzy System Technology at siemens R & D*, Fuzzy and system 63 North Holand
- Julisman Z., dan Erlin E. (2014). Prediksi Tingkat Curah Hujan di Kota Pekanbaru menggunakan Logika Fuzzy Mamdani. *Sains dan Teknologi Informasi*, 3(1), 65-72.
- Nasution, C. F. (2021). Rancang Bangun Sistem Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Iot.
- Puspita, E. S., & Yulianti, L. (2016). Perancangan sistem peramalan cuaca berbasis logika fuzzy. *Jurnal Media Infotama*, 12(1).
- Semarangkota.bps.go.id. (2021) Diakses pada 26 Juni, dari <https://semarangkota.bps.go.id/statistable>.
- Trewartha, G. T., Horn, L. H., Andani, S., & Srigandono, B. (1995). *Pengantar iklim: edisi kelima*. Gadjah Mada University Press