

REFERENSI

- [1] H. Susanto, S.Pd., M.Kes., PH.D., AIF., MRSB., A. Gunawan, S.Pd., “*Buku Panduan Bertani Bayam Cerdas dan Organik Melalui Teknologi Cerdas dan Sistem Organik Terintegrasi*” . Penerbit Sejahtera 2022. *halaman 51-53*
- [2] Z. Anggani, "Rancang Bangun Pengendalian pH Larutan Dengan Pid Controller Pada Budidaya Hidroponik." Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2018
- [3] G. Warin., & C.Hendra. “Rancang Bangun Pengendalian pH Pada Inline Flash Mixing Menggunakan Metode Neural Network Controller”. Jurnal Teknik POMITS, 2(2) 2013.
- [4] R. S. Wardoyo,. “Monitoring System Design Optimization of pH, Temperature, and Humidity for Compost Fertilizer on Fertilizer Maker”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember 2016.
- [5] D. Anggrayeni, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembapan Tanah, Suhu, dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Tomat Berbasis Internet of Things”, Politeknik Harapan Bersama Tegal. Teknik komputer 2021.
- [6] PertanianMaju.com. “Mengenal pH Air”.
Tersedia : <https://www.pertanianmaju.com/2020/04/mengenal-pH-air.html> [04 Februari 2023]
- [7] Musthafa,. F.R. Pradhana., E. Prayogi., “Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol pH Tanah Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis IoT” Universitas Darussalam Gontor. 2021.
- [8] MerdekaTani.com. “Dolomit 1 Lt”.
Tersedia : <https://www.merdekatani.com/product/dolomit-1-lt/> [12 Maret, 2023]
- [9] Dr. Eng. A. Nur .S.T., M.T., Dr. H. Elmunsyah, S.T., M.T., DAN D. Rosita S.Pd., , “*MODUL AJAR FUZZY*”. Malang, *hlm. 17-109*, 2021.
- [10] Instructables.com. “IO Expander for ESP32, ESP8266, and Arduino”.
<https://www.instructables.com/IO-Expander-for-ESP32-ESP8266-and-Arduino/>
[02 Mei 2023]
- [11] media.digikey.com. “Air Pump Motor - DC 12V datasheet”.
https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Makeblock%20PDFs/50000_Web.pdf [10 Juli 2023]

- [12] R. Z. Wardah,. “Deteksi Kadar Keasaman Media Tanah untuk Penanaman Kembali secara Telemonitoring”. Jurnal JARTEL, 9(4) 2019.
- [13] L. A. Subagyo., “Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno”, Universitas Negeri Surabaya, Fakultas Teknik Elektro, 2017.
- [14] G. Ratna. “Menampilkan Karakter pada LCD dengan Arduino” (Bagian 1) 2021, Februari. Tersedia : <https://galuhratna.alza.web.id/blog/2021/02/menampilkan-karakter-pada-lcd-dengan-arduino-bag-1/> [07 Mei 2023]
- [15] ElectroCredibile.com. “Logic Level Converter Circuit Schematic and Working”. Tersedia : <https://electrocredible.com/logic-level-converter-circuit-schematic-working/> [07 Mei 2023]
- [16] Elektrologi.Iptek.web.id. “ADC untuk Arduino: MCP3008, ADS1115, HX711”. Tersedia : <https://elektrologi.iptek.web.id/adc-untuk-arduino-mcp3008-ads1115-hx711/> [15 Mei 2023]
- [17] Mouser Electronics. "MP1584EN/LF/Z Datasheet." Tersedia: https://www.mouser.com/datasheet/2/277/MP1584EN_LF_Z-1383965.pdf [17 Mei 2023]
- [18] Firebase.com. “Firebase”. Tersedia: <https://firebase.google.com/docs/guides> [10 Juli 2023]
- [19] Basuki, & Vega Kartika Sari. “Efektifitas Dolomit Dalam Mempertahankan pH Tanah Inceptisol Perkebunan Tebu Blimbing Djatiroto”. Univesitas Jember. 2019.
- [20] Indra Waspada, & Suntikno “Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani Pada Motor Dc” Universitas Diponogoro. 2016.
- [21] Husdi. “Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno” ILKOM Jurnal Ilmiah Volume 10 Nomor 2. 2018

KODE PROGRAM

Kode Program	Keterangan
<pre>#include <WiFiManager.h> #include <FirebaseESP32.h> #include <addons/TokenHelper.h> #include <addons/RTDBHelper.h> #define apiKey "AIzaSyBiw5xhPVCrFJExaze7sDhcR6F5VdS81Qg" #define dbUrl "https://esp32-2e473- default-rtdb.asia- southeast1.firebaseio.com" FirebaseData fbdo; FirebaseAuth auth; FirebaseConfig config; #include "time.h" #include <ESP32Time.h> ESP32Time rtc; #define ntpServer "id.pool.ntp.org" #define gmtOffset_sec 25200 #define daylightOffset_sec 0 int day = 0, hour = 0, tHour1 = 8, tHour2 = 22; #include <Wire.h> #include <hd44780.h> #include <hd44780ioClass/hd44780_I2Cexp.h> hd44780_I2Cexp lcd(0x27); #define lcdCols 16 #define lcdRows 2 #include <Adafruit_ADS1X15.h></pre>	<pre>//Library Untuk Firebase Database //Mendefinisikan apiKey and database URL //Mendeklarasikan variable yang digunakan untuk program firebase //Library untuk Network Time Protocol //Variable untuk menyimpan Waktu //Server NTP Indonesia //Beda waktu dari GMT dalam sec //Beda waktu pada daylight saving dalam sec //Variable untuk menyimpan tgl //Variable untuk menyimpan jam //Waktu penyiraman pertama //Waktu penyiraman kedua //Libaray untuk protocol I2C //Library untuk modul LCD //Alamat I2C modul LCD //Jumlah kolom modul LCD //Jumlah baris modul LCD //Library modul ADC</pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> Adafruit_ADS1115 ads; #define pKapur 2 #define pAir 15 #define sMoist 3 #define sPH 1 float pHVal = 0.0, debugPH = 0.0, logPH = 0.0, sangatAsam, sedikitAsam, netral, sangatKering, sedikitKering, basah, durasi, rasio, tAir, tKapur; int moistVal = 0, debugMoist = 0, logMoist = 0, logCounter = 0; bool sPHSt = false, sMoistSt = false, pAirSt = false, pKapurSt = false, readySt = false, wifiSt = false; unsigned long outMillis = 0; void setup() { Serial.begin(115200); lcd.begin(lcdCols, lcdRows); lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Set-up WiFi"); WiFiManager wm; if(!wm.autoConnect("AutoConnectAP","pass word")) { lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Failed!"); </pre>	<pre> //Variable untuk modul ADC //Pin pompa kapur pada ESP //Pin pompa Air pada ESP //Pin sensor KL pada ADC //Pin sensor pH pada ADC //Nilai pH //Nilai pH yang di defuzzy //Nilai pH untuk disimpan //Fungsi keanggotaan pH //Fungsi keanggotaan Kelembapan //Durasi penyiraman //Rasio penyirama //Waktu penyiraman Air //Waktu penyieaman Dolomit //Nilai kelembapan //Nilai Kl yang di defuzzy //Nilai Kl untuk disimpan //Counter jumlah Nilai KL & PH //Status sensor pH //Status sensor Kelembapan //Status pompa Air //Status pompa Kapur //Status ready //Status WiFi //Variable untuk pewaktu output //Koneksi serial //Koneksi ke LCD //Memulai Wifi Manager //Membuat AP apabila tidak dapat tersambung ke WiFi </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> wifiSt = false; } else { lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Connected!"); wifiSt = true; } lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Log-In Firebase"); config.api_key = apiKey; config.database_url = dbUrl; Firebase.reconnectWiFi(true); if (Firebase.signUp(&config, &auth, "", "")) { Serial.println("ok"); lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Ok"); signupOK = true; } else { Serial.printf("%s\n", config.signer.signupError.message.c_str()); ; lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Failed!"); } config.token_status_callback = tokenStatusCallback; Firebase.begin(&config, &auth); configTime(gmtOffset_sec, daylightOffset_sec, ntpServer); struct tm timeinfo; if (getLocalTime(&timeinfo)){ rtc.setTimeStruct(timeinfo); } lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("ADS MODULE"); if (!ads.begin(0x48)) { lcd.setCursor(0,1); lcd.print("ERROR!"); while (1); } lcd.setCursor(0,1); </pre>	<pre> //Proses inisialisai ke Firebase Database //Memulai Firebase database //Set RTC ke server NTP //Mencocokkan waktu dengan NTP //Konfigurasi Modul ADC </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> lcd.print("Ok"); pinMode(pKapur, OUTPUT); pinMode(pAir, OUTPUT); digitalWrite(pKapur, HIGH); digitalWrite(pAir, HIGH); day = rtc.getDay(); hour = rtc.getHour(true); } void loop() { pHVal = pHRead(sPH, 5); moistVal = moistRead(sMoist, 5); lcdOut(); fbOut(); if ((tHour1 == rtc.getHour(true)) (tHour2 == rtc.getHour(true))) { if (readySt == false){ fuzzifikasi(); defuzzifikasi(); outMillis = millis(); debugPH = pHVal; debugMoist = moistVal; readySt = true; } output(); } else { readySt = false; } } float pHRead(int pin, int samples) { int adcVal = 0; for (int sampling = 0; sampling < samples; sampling++) { adcVal = adcVal + ads.readADC_SingleEnded(pin); } adcVal = adcVal / samples; float sVal = (-0.0038 * adcVal) + 7.482; sVal = round(sVal * 10) / 10.0; if (3 <= sVal && sVal <= 8) { sPHSt = true; } else { </pre>	<pre> //Mendefinisikan output ESP //Mematikan pompa air //Mematikan pompa dolomit //Menyimpan tanggal //Menyimpan jam //Membaca nilai pH //Membaca nilai kelembapan //Memanggil fungsi tampilan LCD //Memanggil fungsi Database //Melakukan pengecekan apakah waktu penyiraman sudah dicapai //Memanggil fungsi Fuzzyfikasi //Memanggil fungsi defuzzifikasi //Memanggil fungsi output //Fungsi untuk membaca nilai pH menggunakan mean filtering //Persamaan linear untuk sensor pH </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> SPHSt = false; } return sVal; } float pHRead(int pin, int samples) { int adcVal = 0; for (int sampling = 0; sampling < samples; sampling++) { adcVal = adcVal + ads.readADC_SingleEnded(pin); } adcVal = adcVal / samples; float sVal = (-0.0038 * adcVal) + 7.482 sVal = round(sVal * 10) / 10.0; if (3 <= sVal && sVal <= 8) { SPHSt = true; } else { SPHSt = false; } return sVal; } void output() { tAir = (1 - rasio) * durasi; Serial.print(tAir); Serial.print(" , "); tKapur = rasio * durasi; Serial.print(tKapur); Serial.print(" , "); Serial.print(durasi); Serial.print("\n"); if ((millis() - outMillis) <= tKapur) { digitalWrite(pKapur, LOW); digitalWrite(pAir, HIGH); pAirSt = false; pKapurSt = true; } else if ((millis() - outMillis) <= durasi) { digitalWrite(pAir, LOW); digitalWrite(pKapur, HIGH); pAirSt = true; pKapurSt = false; } else { </pre>	<pre> //Fungsi untuk membaca nilai kelembapan menggunakan mean filtering //Persamaan linear untuk sensor kelembapan //Fungsi Output Pompa //Menghitung waktu penyiraman Air //Menghitung waktu penyiraman dolomit //Poses penyiraman dolomit //Proses penyiraman air </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> digitalWrite(pAir, HIGH); digitalWrite(pKapur, HIGH); pAirSt = false; pKapurSt = false; } } void lcdOut() { lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("PH:"); if (sPHSt == true) { lcd.print(pHVal, 1); } else { lcd.print("!E"); } lcd.print(" "); lcd.print("MOIST:"); if (sMoistSt == true) { lcd.print(moistVal); } else { lcd.print("NC"); } lcd.setCursor(0, 1); if (pAirSt == true) { lcd.print("P10"); } else { lcd.print("P1C"); } lcd.print(" "); if (pKapurSt == true) { lcd.print("P20"); } else { lcd.print("P2C"); } lcd.print(" "); if (wifiSt = false) { lcd.print("!NETWORK"); } else { lcd.print(rtc.getTime("%H:%M")); } } void fbOut() { </pre>	<pre> //Fungsi untuk tampilan pada LCD //Tampilan untuk nilai pH //Tampilan untuk nilai kelembapan //Tampilan untuk pompa air //Tampilan untuk pompa kapur //Tampilan status Wifi atau waktu NTP //Fungsi untuk menulis dan membaca pada database </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> if (Firebase.ready() && signupOK && (millis() - dataMillis > 1000 dataMillis == 0)) { dataMillis = millis(); String errorCode; if (!Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "RealTime/Kelembapan", moistVal)) { errorCode = "E11"; Serial.println(errorCode + ": " + fbdo.errorReason()); } if (!Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "RealTime/pH", pHVal)) { errorCode = "E11"; Serial.println(errorCode + ": " + fbdo.errorReason()); } if (!Firebase.RTDB.setBool(&fbdo, "RealTime/P2", pKapurSt)) { errorCode = "E12"; Serial.println(errorCode + ": " + fbdo.errorReason()); } if (!Firebase.RTDB.setBool(&fbdo, "RealTime/P1", pAirSt)) { errorCode = "E13"; Serial.println(errorCode + ": " + fbdo.errorReason()); } if (pAirSt == true pKapurSt == true){ if (!Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "Debug/Durasi", durasi) !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/Rasio", rasio) !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/pH", debugPH) !Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "Debug/Kelembapan", debugMoist) !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/uK11", sangatKering) !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/uK12", sedikitKering) </pre>	<pre> //Variable untuk kode error Mengirim data realtime kelembapan //Mengirim data realtime pH //Mengirim status pompa kapur //Mengirim status pompa air //Mengirim data untuk proses debugging </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/uK13", basah) !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/uPH1", sangatAsam) !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/uPH2", sedikitAsam) !Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Debug/uPH3", netral)) { errorCode = "E34"; Serial.println(errorCode + ": " + fbdo.errorReason()); } } if (hour != rtc.getHour(true)) { logMoist = logMoist / (logCounter + 1); logPH = logPH / (logCounter + 1); logPH = round(logPH * 10) / 10; String logPath = "TimeLog/" + rtc.getTime("%d %B %Y/") + rtc.getTime("%R"); if (!Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, logPath + "/Kelembapan", logMoist)) { errorCode = "E21"; Serial.println(errorCode + ": " + fbdo.errorReason()); } if (!Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, logPath + "/pH", logPH)) { errorCode = "E22"; Serial.println(errorCode + ": " + fbdo.errorReason()); } day = rtc.getDay(); hour = rtc.getHour(true); logCounter = 0; logMoist = 0; logPH = 0; } else { logCounter++; logMoist = logMoist + moistVal; logPH = logPH + pHVal; } if(readySt == false){ </pre>	<pre> //Mengirim rata rata pembacaan sensor pada jam terakhir //Mengambil waktu penyiraman dari database </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> Firebase.RTDB.getInt(&fbdo, "Setting/SetHour1", &tHour1); Firebase.RTDB.getInt(&fbdo, "Setting/SetHour2", &tHour2); } } } void fuzzifikasi() { sangatAsam = membershipFunction(1, pHVal, 0, 5.5, 6); sedikitAsam = membershipFunction(2, pHVal, 5.5, 6, 6.5); netral = membershipFunction(3, pHVal, 6, 6.5, 14); sangatKering = membershipFunction(1, moistVal, 0, 0, 30); sedikitKering = membershipFunction(2, moistVal, 0, 30, 60); basah = membershipFunction(3, moistVal, 30, 60, 100); } float membershipFunction(int pilih, float Nilai, float A, float B, float C) { float mVal; switch (pilih) { case 1: if ((Nilai >= A) && (Nilai <= B)) mVal = 1; if ((Nilai > B) && (Nilai < C)) mVal = (C - Nilai) / (C - B); if (Nilai >= C) mVal = 0; break; case 2: if ((Nilai <= A) (Nilai >= C)) mVal = 0; if ((Nilai > A) && (Nilai < B)) mVal = (Nilai - A) / (B - A); if ((Nilai > B) && (Nilai < C)) mVal = (C - Nilai) / (C - B); if (Nilai == B) mVal = 1; break; case 3: if (Nilai <= A) mVal = 0; </pre>	<pre> //Fungsi untuk proses fuzzifikasi //Fuzzyfikasi nilai pH //Fuzzyfikasi nilai kelembapan //Fungsi untuk menghitung nilai derajat keanggotaan fuzzy //Fungsi linear turun //Fungsi linear segitiga //Fungsi linear naik </pre>

Kode Program	Keterangan
<pre> if ((Nilai > A) && (Nilai < B)) mVal = (Nilai - A) / (B - A); if (Nilai >= B) mVal = 1; break; } return mVal; } void defuzzifikasi() { float sejenak = 120000 - (basah* 120000); float normalA = 0 + (sedikitKering * 120000); float normalB = 240000 - (sedikitKering * 120000); float lama = 120000 + (sangatKering * 120000); float sedikit = 0.5 - (netral * 0.5); float seimbangA = 0 + (sedikitAsam * 0.5); float seimbangB = 1 - (sedikitAsam * 0.5); float banyak = 0.5 + (sangatAsam * 0.5); durasi = ((sejenak * basah) + (normalA * sedikitKering) + (normalB * sedikitKering) + (lama * sangatKering)) / (basah + sedikitKering + sedikitKering + sangatKering); rasio = ((sedikit * netral) + (seimbangA * sedikitAsam) + (seimbangB * sedikitAsam) + (banyak * sangatAsam)) / (netral + sedikitAsam + sedikitAsam + sangatAsam); } </pre>	<pre> //Fungsi untuk proses impikasi aturan dan Defuzzyfikasi //Basis aturan untuk durasi penyiraman //Basis aturan untuk perbandingan durasi penyiraman antara air dan cairan kapur //Defuzzifikasi durasi penyiraman dengan metode Wighted Average Area //Defuzzifikasi rasio penyiraman dengan metode Wighted Average Area </pre>