

TELEMETRI PENGUKURAN DERAJAT KEASAMAN SECARA REALTIME MENGGUNAKAN RASPBERRY PI

Avryan Harvyandha¹, Mila Kusumawardani², Abdul Rosyid³

^{1,2,3}Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, 65141 INDONESIA

Email : ¹avryanharv@gmail.com, ²mila.kusumawardani@polinema.ac.id, ³abdul.rasyid@polinema.ac.id

Abstrak

pH merupakan standar nilai derajat keasaman yang dinyatakan dalam skala 0-14. pH dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu maupun gas CO₂. Gas yang paling memberi pengaruh terhadap asidifikasi suatu zat terutama zat cair adalah Gas CO₂. Asidifikasi terjadi karena CO₂ masuk ke dalam zat cair dalam bentuk gas terlarut yang kemudian akan bereaksi dengan air sehingga membentuk garam berupa asam karbonat. Keasaman dari adanya asidifikasi dapat diketahui dengan melakukan pengukuran pH. Pengukuran pH merupakan kegiatan untuk mengetahui nilai derajat keasaman pada suatu zat maupun larutan. Pengukuran pH seringkali digunakan pada bidang industri maupun lingkungan. Pengukuran pH diperlukan untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan karena pH erat hubungannya dengan pencemaran. Namun, alat pengukuran yang ada saat ini masih bersifat manual, sedangkan pengukuran *real-time* diperlukan agar dampak terhadap lingkungan dapat segera dicegah. Sehingga pada penelitian ini dibuatlah sistem yang dapat melakukan pengukuran pH yang dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ Secara *real-time*. Sistem ini terdiri dari sensor CO₂, sensor pH, Arduino UNO R3 dan Raspberry Pi. Selain *real-time*, kelebihan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk melakukan akuisisi data dengan menggunakan program yang ditulis dalam bahasa pemrograman Python 3.x, sehingga data dapat disajikan dalam bentuk tabel maupun *heatmap* yang dapat memudahkan analisis terhadap perubahan nilai pH. Hasil pembacaan sensor dari mikrokontroler menuju raspberry pi dapat beroperasi dengan baik dengan waktu pengiriman melalui komunikasi serial (USB). Secara keseluruhan pengujian sistem pada pembacaan nilai pH sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat membaca perubahan nilai pH secara signifikan pada pH larutan netral (7.3) dan membaca perubahan nilai pH yang relative sama setelah larutan diinjeksi dengan CO₂.

Kata kunci : Sensor pH, Sensor CO₂, Arduino UNO, Raspberry Pi, Real-time

1.PENDAHULUAN

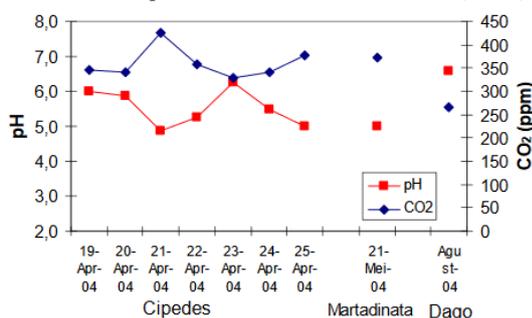
Derajat keasaman atau pH merupakan standar yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda dalam bentuk suatu nilai. pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan (Noorulil & Adil, 2010). pH normal memiliki nilai 7, bila nilai pH > 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH < 7 memiliki sifat keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur. pH suatu larutan dapat ditentukan dengan indikator pH seperti kertas lakmus atau dengan pH meter (Putra & Viswanatha, 2017). Istilah pH (power Hydrogen) berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Sehingga pH juga dapat dikatakan sebagai negatif logaritma dari aktifitas ion Hidrogen (H). Jika konsentrasi [H⁺] lebih banyak dari [OH⁻], maka material tersebut bersifat asam. Namun jika konsentrasi [OH⁻] lebih besar daripada [H⁺], maka material tersebut bersifat basa (Noorulil & Adil, 2010). Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perubahan nilai pH. Pada tanah, nilai pH dapat

dipengaruhi karena adanya pengaruh cuaca, mineral yang terkandung dan tekstur tanah yang tak dapat diubah (USDA, 2012). Sedangkan pada air, nilai pH dipengaruhi karena faktor alam seperti material karbonat, partikel seperti api bahkan petir (NADP, 2012), selain itu pH air juga dapat dipengaruhi oleh ulah manusia seperti presipitasi dengan campuran Nitrogen Oksida (NO_x) maupun Sulfur Oksida (SO_x) (Fondriest, 2013), hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti pabrik dan kendaraan (USU, 2013) yang menyebabkan emisi polutan seperti CO₂ di atmosfer (Kabangnga', 2015). Kegiatan industri seperti saat ini menunjukkan perkembangan yang pesat. Terbukti dari berkembangnya pula berbagai teknologi yang mempermudah pekerjaan. Berbagai bidang ilmu *sains* dan teknologi juga memiliki kontribusi untuk perkembangan industri yang lebih baik. Selain itu, teknologi juga memiliki peran untuk mengurangi dampak negatif dari kegiatan industri itu sendiri. Salah satu pemanfaatan *sains* dan teknologi yang penting dalam kegiatan industri maupun kegiatan sehari-hari adalah pengontrolan pH. Pada penelitian ini akan dibuat suatu sistem yang dapat melakukan pengukuran nilai kontrol pH secara *real-time*. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen yang terbagi menjadi dua, yaitu *hardware* maupun *software*. Komponen *hardware* yang digunakan

yaitu Arduino UNO R3, Raspberry Pi, sensor CO₂ (MH-Z19) dan sensor pH yang saling terintegrasi. Sedangkan untuk komponen *software* yang digunakan adalah IDE Spyder dengan program yang ditulis dalam bahasa pemrograman Python 3.x untuk melakukan *data logging* dan visualisasi data. Adanya *data logging* dan visualisasi data nantinya dapat digunakan untuk menganalisa pengaruh jumlah konsentrasi CO₂ terhadap perubahan nilai pH. Dengan begitu, diharapkan sistem yang dibuat dapat menjadi solusi untuk pengambilan nilai kontrol pH dengan injeksi CO₂.

I. METODE PENELITIAN

A. Korelasi pH dan Gas Karbondioksida(CO₂)



Gambar 1. Korelasi pH dan Karbon Dioksida

PH merupakan singkatan dari *power of hidrogen*, yang merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam tubuh. Total skala pH berkisar dari 1 sampai 14, dengan 7 dianggap netral. Sebuah pH kurang dari 7 dikatakan asam dan larutan dengan pH lebih dari 7 dasar atau alkali. Alat ini dapat mengukur kualitas air dan parameter lainnya. Hal ini juga kompatibel dengan arduino uno, terutama dirancang untuk arduino pengendali untuk dengan mudah antarmuka sensor dengan konektor praktis. Hal ini akan memungkinkan untuk memperluas proyek untuk bio-robotika. Sensor ini memiliki LED yang bekerja sebagai Indikator Daya, konektor dan PH 2.0 antarmuka sensor BNC. Untuk menggunakannya, hanya menghubungkan sensor pH dengan konektor BND, dan plug antarmuka PH 2.0 ke port input analog dari setiap arduino kontroler. Pada penelitian sebelumnya oleh Tuti (2009) yang dilakukan di tiga daerah Kota Bandung yaitu Cipedes, Martadinata, dan Dago, didapatkan hasil bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara pH dengan CO₂ yaitu berupa persamaan garis lurus $y = -62,732 \text{ pH} + 701,8$ dengan angka korelasi 0,89. Didapatkan pula hasil bahwa di daerah Cipedes dan Martadinata dengan konsentrasi rata-rata CO₂ 360 ppm memiliki pH = 5,53 dan 372 ppm dengan pH = 5,01. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kenaikan jumlah CO₂ dapat menyebabkan menurunnya nilai pH. Korelasi CO₂ dan pH juga dibuktikan dengan adanya penelitian yang dilakukan oleh Fischlexikon, didapatkan hasil bahwa peningkatan konsentrasi CO₂ di dalam ekosistem aquarium

dapat mempengaruhi pH larutan, serta jumlah konsentrasi CO₂ terhadap pH larutan juga dipengaruhi oleh nilai derajat KH pada cairan itu sendiri. Pada penelitian ini, konsentrasi CO₂ dalam aquarium ditingkatkan dengan cara melakukan injeksi CO₂ dengan konsentrasi tertentu pada aquarium. Namun, jika pH sebelumnya telah diturunkan dengan asam organik (misalnya, cuka, asam askorbat, ekstrak ek), ini juga dapat menyebabkan penyimpangan dalam hasilnya. Berikut merupakan tabel pengaruh konsentrasi CO₂ terhadap perubahan pH pada aquarium.

B. Karbondioksida sebagai Asam Alami pada Air Hujan

Keasaman dari air hujan secara alamiah berasal dari tiga substance (CO₂, NO dan SO₂) yang biasanya di temukan pada troposfer (lapisan terbawah dari atmosfer)[5]. Kontribusi CO₂ yang merupakan konsentrasi terbanyak dapat memberikan kontribusi terbesar pada terbentuknya hujan asam secara alami dengan konsentrasi sebesar 355 ppm. Penentuan nilai konsentrasi CO₂ dengan satuan parts per million (ppm) merupakan pengukuran umum pada suatu konsentrasi dalam ilmu kimia lingkungan. Formula ppm dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$ppm = \frac{\text{massa komponen}}{\text{total massa}} \times 10^6$$

Karbon dioksida jika bereaksi dengan air akan membentuk suatu asam karbon seperti dalam persamaan 1. Asam karbon kemudian akan dipecah untuk memberikan ion hidrogen (H⁺) dan ion hidrogen karbonat (HCO₃⁻) seperti pada persamaan 2. Kemampuan H₂CO₃ untuk menghasilkan H⁺ dapat diklasifikasikan sebagai suatu molekul yang bersifat asam, dengan penurunan pH pada suatu senyawa.

C. Raspberry pi

Raspberry Pi adalah modul *micro-computer* yang juga mempunyai input output digital port seperti pada board *microcontroller*. Raspberry Pi juga dapat disebut sebagai papan komputer tunggal yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris. Pada penelitian ini digunakan Raspberry Pi 3 model B yang sudah dilengkapi dengan kemampuan WiFi, Bluetooth dan USB *boot on-board* dan terpasang secara *bundling* (*Raspberry Pi Foundation*, 2012). Untuk menggunakan Raspberry pi kita memerlukan operating system (contoh OS : *windows, linux, mac, Unix* dst) yang dijalankan dari SD card pada board Raspberry tidak seperti pada board *microcontroller* AVR yang selama ini dipakai tanpa OS.



Gambar 2. Raspberry Pi

D. Arduino UNO

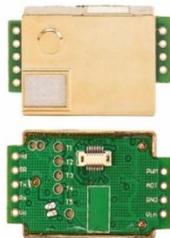
Pemilihan Arduino UNO sebagai Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada Mikrokontroler ATMEGA328 dengan board yang memiliki 14 pin input / output digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB to serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB.



Gambar 3. Arduino UNO

E. Sensor CO2 (MH-Z19)

Pemilihan sensor MH-Z19 didasarkan pada sensitivitas sensor ini terhadap gas karbondioksida yang merupakan senyawa kimia mudah menguap yang merupakan salah satu faktor pemicu timbulnya hujan asam.



Gambar 4. Sensor CO2

F. Sensor pH air

Sensor pH air digunakan untuk mengukur nilai pH pada air hujan di suatu daerah. Sensor pH yang digunakan adalah produk dari pabrikan DFRobot dimana sensor ini memiliki kepekaan yang tinggi dan nilai toleransi yang rendah daripada sensor pH produk keluaran lainnya, alasan penggunaan sensor

ini adalah untuk tujuan kepresisian pembacaan nilai pH dari suatu cairan atau larutan.



Gambar 5. Sensor pH

G. Pengukuran Konsentrasi CO₂

Pengukuran CO₂ dengan menggunakan sensor MH-Z19 memerlukan kalibrasi dan perhitungan nilai berdasarkan PWM menggunakan PWM Output, Sensor ini memiliki kemampuan deteksi CO₂ dari 0~2000 ppm, sensor MH-Z19 juga memiliki siklus dengan nilai 1004ms +/- 5%, dimana siklus output level HIGH untuk awalan sebesar 2ms +/- 5%, siklus pertengahan 1000 ms +/- 5% dan output level LOW untuk akhir siklus sebesar 2ms +/- 5%. Sehingga untuk pengukuran konsentrasi CO₂ dapat disubstitusikan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$c_{ppm} = 2000 \times (T_H - 2ms) / (T_H + T_L - 4ms)$$

C_{ppm} adalah hasil perhitungan konsentrasi CO₂, dengan satuan ppm,

T_H adalah waktu untuk level HIGH pada saat siklus output, T_L adalah waktu untuk level LOW pada saat siklus output.

TABEL I
PEMBANDING CO₂ NORMAL ATAU TIDAK NORMAL

No	Nilai pH	Nilai Kondisi
1	232	Normal
2	232	Normal
3	232	Normal
4	232	Normal
5	232	Normal
6	234	Normal
7	234	Normal
8	234	Normal
9	232	Normal
10	232	Normal

Dari tabel di atas diperoleh bahwa kadar CO₂ di wilayah tersebut masih tergolong normal jika dibandingkan dengan nilai CO₂ yang dapat menyebabkan potensi hujan asam yaitu dengan nilai CO₂ > 350 ppm.

F. Pengukuran pH

Pengukuran pH terdiri atas 5 level berdasarkan derajat keasaman, yaitu pemaparan hujan asam pH < 4,6 sebagai variabel a; dengan kontrol hujan

buatan pH $[a, b] = \{x|a \leq x \leq b\}$ dan aquades pH 7,0 sebagai variabel b.

TABEL II
PEMBANDING NILAI PH NORMAL ATAU ASAM

No	Nilai pH	Nilai Kondisi
1	5.47	Normal
2	5.76	Normal
3	5.75	Normal
4	5.75	Normal
5	5.74	Normal
6	5.36	Normal
7	5.75	Normal
8	5.77	Normal
9	5.75	Normal
10	5.47	Normal

Tabel di atas merupakan hasil sampel pengambilan data berdasarkan nilai pH dan dibandingkan dengan nilai kondisi apakah air hujan tersebut termasuk kategoriasam atau normal. Dapat dilihat dari sepuluh data yang diperoleh bahwa nilai pH pada air hujan tersebut masih tergolong pH normal berdasarkan syarat bahwa air hujan tersebut termasuk asam yaitu dengan $pH < 5.6$.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan alat dibagi menjadi tiga bagian yang saling terintegrasi, yaitu bagian data collector, bagian pengirim data dan bagian pengolahan data serta komputasi Gaussian Naive Bayes (GNB).

A. Bagian Data Logger

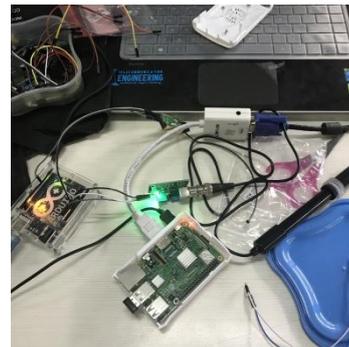
Pada bagian ini data yang telah dikirim oleh Arduino UNO ke Raspberry Pi secara serial akan disimpan dalam bentuk file berekstensi .csv. Delay yang digunakan pada penelitian ini adalah selama lima detik, sehingga data yang tertulis memiliki rentang waktu selama kurang lebih lima detik. Pada bagian *data logger* ini dibuat dengan menggunakan Arduino IDE dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ untuk memprogram pada sisi Arduino UNO. Sedangkan pada sisi Raspberry Pi sebagai penerima dan penyimpan data dibuat dengan menggunakan IDE Spyder dengan bahasa pemrograman Python 3.x. Data yang dikirimkan oleh Arduino masih berupa data *dummy* sehingga perlu dilakukan *decode* sehingga data yang diterima oleh Raspberry Pi nantinya dapat tertulis dengan baik. Fungsi yang digunakan dalam program Python pada Raspberry Pi adalah *serial*, *decode*, dan *writer*.



Gambar 6. Perakitan Modul

B. Bagian Visualisasi Data

Pada bagian ini data yang telah disimpan akan diolah sehingga dapat divisualisasikan. Visualisasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah sajian dalam bentuk tabel dan *heatmap*. Penyajian data dalam bentuk tabel dipilih untuk mempermudah dalam melakukan pengelompokan data. Sedangkan untuk penyajian data dalam bentuk *heatmap* dipilih karena dapat mempermudah analisa pada setiap perubahan nilai.



Gambar 7. Perakitan Sensor Menuju Raspberry Pi

A. Pengujian Sensor pH

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai pH keluaran dari sensor pH. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan dengan menggunakan larutan aquades yang dicampur dengan cuka.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN SENSOR PH

Kondisi	Nilai pH
larutan buffer netral	7.00
cleo 115 ml	6.92
cleo 115 ml	6.88
cleo 115 ml	6.69
cleo 115 ml	6.68
cleo 115 ml + cuka 1 tetes	4.08
cleo 115 ml + cuka 2 tetes	3.69
cleo 115 ml + cuka 3 tetes	3.47
cleo 115 ml + cuka 4 tetes	3.13
cleo 115 ml + cuka 5 tetes	2.83

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu menunjukkan perbedaan nilai pH.

B. Pengujian Sensor CO2

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai pembacaan sensor CO2 dengan menggunakan sensor MH-Z19. Pengujian ini dilakukan di luar ruangan untuk mendapatkan hasil pembacaan yang lebih bervariasi.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN SENSOR CO2

Uji Coba ke-	Nilai CO2
1	404
2	420
3	474
4	410
5	444
6	382
7	374
8	376
9	446
10	414

C. Pengujian Pengiriman Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui proses pengiriman data lewat komunikasi serial (USB). Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pengiriman data antara mikrokontroler dengan Raspberry Pi menggunakan serial sudah beroperasi dengan baik dan juga untuk mengetahui lamanya pengiriman data pada sistem.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN DATA

Data terkirim	Data yang diterima (tipe data string) dengan format pH CO2	Delay (s)
Terkirim	6.16 304	3
Terkirim	6.14 304	3
Terkirim	6.14 304	3
Terkirim	6.15 304	3
Terkirim	5.69 304	3
Terkirim	6.15 304	3
Terkirim	6.14 304	3
Terkirim	6.15 304	3
Terkirim	6.14 304	3
Terkirim	6.14 304	3

Dari hasil pengujian di atas, didapatkan hasil bahwa pengiriman data dapat beroperasi dengan baik, namun memiliki delay 3 detik karena adanya beban proses pada penulisan data oleh program yang juga mempengaruhi kecepatan pembacaan data pada komunikasi serial.

III. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengiriman data hasil pembacaan sensor dari mikrokontroler menuju raspberry pi dapat

beroperasi dengan baik dengan waktu pengiriman melalui komunikasi serial (USB). Sensor pH Memiliki nilai rata-rata eror pembacaan sebesar 0.548 yang berarti sensor memiliki tingkat presisi relative tinggi dalam membaca nilai pH larutan.

2. Prinsip Kerja pada Sensor pH meter digunakan sebagai alat pengukur asam suatu air. Untuk mengetahui hal tersebut pengujian alat dengan menggunakan sampel air asam untuk mengetahui keasaman.
3. Secara keseluruhan pengujian sistem dapat beroperasi dengan baik yang didasarkan pada pembacaan nilai pH sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat membaca perubahan nilai pH secara signifikan pada pH larutan netral (7.3) dan membaca perubahan nilai pH yang relative sama setelah larutan diinjeksi dengan CO2. Visualisasi heatmap disajikan untuk mempermudah dalam mengetahui perubahan nilai pH larutan setelah diinjeksi dengan CO2.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Noorulil, B., & Adil, R. (2010). Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk. *Preparation Ist APTECS*, 1-9.
- [2] Putra, K. A., & Viswanatha, P. A. (2017). Keseimbangan Asam Basa. *SIMDOS UNUD*.
- [3] Budiwati, T. (2009). Analisis Hujan Asam dan CO2 Atmosfer.
- [4] Yanti, n. d. (2016). Penilaian Kondisi Keasaman Perairan Pesisir dan Laut Kabupaten Pangkajene Kepulauan Pada Musim Peralihan.
- [5] Sa'adah, N., & Widyaningsih, S. (2018). Pengaruh Pemberian CO2 terhadap pH Air pada Pertumbuhan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 17-22.
- [6] Fondriest, E. (2013). *pH of Water." Fundamentals of Environmental Measurements*.
- [7] Linna, O., S., et. al. (2014). Analisa Respon Dan Sensitifitas Alat Deteksi Kadar Polutan Karbon Monoksida (CO) Di Udara
- [8] Idrus, S. W. (2018). Carbon Dioxide Concentration Analysis At Ampenan River Lombok. *Jurnal Pijar MIPA*, 167- 179.
- [9] Elimelech, M., & Phillip, W. A. (2011). The Future of Seawater Desalination: Energy, Technology, and the Environment. *Science*, 333(6043), 712-717.
- [10] Bialkowski, S. (2006). *Carbon Dioxide and Carbonic Acid*. Diambil kembalidari In Chemistry 3650; Environmental Chemistry
- [11] USDA, U. S. (2012, October 7). Soil pH. *Soil Quality Kit - Guides for Educator*, hal. 1-6.

[12] NADP, N. A. (2012). *Acid Rain*. Dipetik
July 8, 2019