

Perancangan Alat Ukur Tekanan Udara Menggunakan Sensor *Barometric Pressure* 280 (BMP280) Berbasis Arduino Uno

Design of Air Pressure Measuring Devices Using a Barometric Pressure 280 (BMP280) Sensor Based on Arduino Uno

Miftahul Khaery¹, Abel Harditio Pratama², Pande Wipradnyana³, Anak Agung Ngurah Gunawan^{4*}

^{1,2,4}Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

³Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah III Tuban Bali, Indonesia 80361

Email: ¹beda.dewa@gmail.com; ²abelhartama@gmail.com; ³pande.wipradnyana@gmail.com;

*⁴agung.gunawan@unud.ac.id

Abstrak – Telah berhasil dibuat alat ukur tekanan udara menggunakan sensor BMP280 berbasis Arduino Uno. Alat ukur tersebut distandarisasi dengan alat ukur standar di Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah III Tuban Bali. Dari hasil standarisasi diperoleh persamaan kalibrasi $y = 1,0022x - 1,8907$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,99998. Ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran dari alat ukur yang dibuat memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi.

Kata kunci: Tekanan udara, BMP280, Mikrokontroler, Arduino Uno

Abstract – An air pressure gauge instrument has been successfully made using the Arduino Uno-based BMP280 sensor. This instrument was standardized by using a standard measuring instrument at the Central Bureau of Meteorology, Climatology and Geophysics (BMKG) Region III Tuban Bali. It was obtained that the calibration equation is $y = 1.0022x - 1.8907$ with a coefficient of determination (R^2) of 0.99998. This shows that the instrument made has a high degree of accuracy and precision.

Keywords: Air pressure, BMP280, Microcontroller, Arduino Uno

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini membuat peneliti bisa mengamati parameter cuaca dengan tahap lebih maju. Penggunaan alat digital dalam pengamatan cuaca sudah banyak dilakukan bersamaan dengan alat konvensional. Tidak bisa dihindari adanya kelemahan dari alat konvensional yang membuat kita memilih menggunakan alat otomatis untuk menggantikan kegiatan operasional dalam pengamatan cuaca [1]. Dalam dunia otomasi, salah satu alat yang sering dimanfaatkan adalah teknologi mikrokontroler. Teknologi mikrokontroler bisa dimanfaatkan untuk pengamatan meteorologi. Pengamatan meteorologi merupakan pengamatan terhadap beberapa parameter seperti suhu, kelembaban, tekanan udara serta parameter-parameter cuaca lainnya. Biasanya parameter-parameter tersebut diukur menggunakan alat konvensional seperti termometer, hygrometer, barometer dan lain sebagainya yang mana alat-alat tersebut dapat digantikan dengan sensor-sensor alat ukur tekanan seperti BMP280. Maka dalam penelitian ini telah dirancang alat ukur tekanan udara menggunakan sensor BMP280 berbasis arduino uno. Untuk mengetahui keakuratan hasil rancangan, alat ukur dikalibrasi dengan alat ukur standar.

2. Landasan Teori

2.1 Tekanan udara

Tekanan udara pada suatu permukaan adalah gaya yang diberikan kepada suatu permukaan oleh kolom udara di atas permukaan tersebut. Tekanan yang diberikan tersebut sebanding dengan masa udara vertikal yang terdapat di atas permukaan tersebut sampai pada batas ketinggian lapisan atmosfer terluar [1]. Tekanan udara merupakan salah satu parameter penting dalam meteorologi yang dapat diukur dengan *Automatic Weather Sistem* (AWOS). Data tekanan digunakan untuk menentukan tingkat kepadatan udara

di suatu tempat yang mana merupakan data vital dalam pelayanan penerbangan, analisa isobar dan lain-lain [2].

2.2 Sensor tekanan udara BMP280

Alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara disebut barometer. Terdapat beberapa macam barometer diantaranya adalah barometer raksa, barometer air, dan barometer aneroid [3]. Salah satu sensor yang bisa digunakan untuk mengukur tekanan udara adalah *barometric pressure 280* (BMP280). BMP280 merupakan sensor dengan tekanan barometrik dengan jarak 30 – 110 kPa [4]. Sensor BMP280 terdiri dari sebuah elemen sensor tekanan piezo-resistif dan sebuah sinyal *application-specific integrated circuit* (ASIC) yang bertanggung jawab melakukan konversi analog/digital (A/D) [5]. BMP280 juga merupakan penyempurnaan fungsi dari versi sebelumnya yaitu BPM180. Adapun Gambar dari BMP280 ditunjukkan pada Gambar 1.



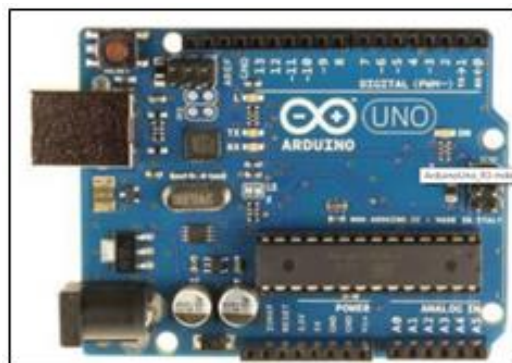
Gambar 1. Bentuk Fisik Sensor BMP280 [5].

Sensor BMP280 mendeteksi ketinggian obyek dengan cara memanfaatkan tekanan udara saat berada di atas udara dalam suatu wilayah tertentu. Jadi semakin tinggi suatu tempat maka semakin sedikit jumlah udara di atasnya dan menjadikan tekanan udara menjadi semakin kecil [6].

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus [7]. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip di mana prosesor, memori, dan input/output terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem yang dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan sistem [8]. Untuk bisa berfungsi secara optimal serta bisa dioperasikan sesuai dengan apa yang diinginkan pengguna, mikrokontroler memerlukan beberapa komponen eksternal. Gabungan antara chip mikrokontroler dengan beberapa komponen eksternalnya biasa disebut dengan sistem minimum mikrokontroler.

Salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan adalah Arduino Uno. Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronika yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah untuk digunakan. *Hardware* dari Arduino sama dengan mikrokontroler pada umumnya hanya saja pada arduino ditambahkan penamaan pin agar mudah diingat [9]. Arduino Uno menggunakan *integrated circuit* ATmega328 yang dapat diprogram dengan 6 masukan analog dan 4 pin digital *input/output* [10]. Arduino Uno beroperasi pada tegangan 5 volt DC yang mana cocok dengan tegangan yang dibutuhkan oleh kebanyakan sensor. Arduino Uno juga memiliki koneksi *user serial bus* (USB) untuk melakukan pemrograman pada mikrokontroler [11]. Gambar 2 menunjukkan penampakan fisik dari Arduino Uno secara lengkap.



Gambar 2. Arduino Uno [11].

Banyak pilihan bahasa yang bisa digunakan untuk memprogram mikrokontroler. Namun dalam pemrograman Arduino bahasa yang digunakan adalah bahasa C [12]. Penulisan dan perancangan program bisa dilakukan menggunakan *software* yang sudah disediakan untuk Arduino yang disebut dengan *Arduino Integrated Development Environment (IDE)*. Penggunaan Arduino IDE sangat memudahkan pengguna karena bisa secara langsung memasukkan program yang sudah dibuat ke dalam arduino itu sendiri.

2.4 Liquid crystal display (LCD)

LCD merupakan salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi *Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS) logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit* [13]. LCD memiliki harga yang murah, dapat menampilkan banyak karakter dan kompatibel dengan hampir semua mikroprosesor dan mikrokontroler [14]. Gambar 3 menunjukkan LCD dengan koneksi-koneksi pada masing-masing pin.



Gambar 3. Liquid Crystal Display (LCD) [14].

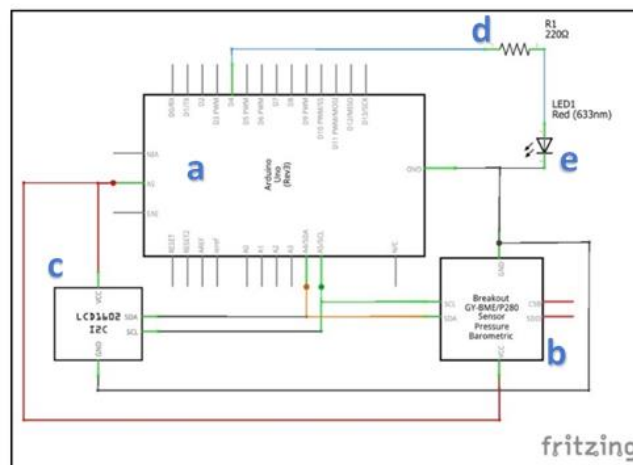
3. Eksperimen

3.1 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop dan sebuah aplikasi Arduino IDE yang sudah terpasang pada laptop tersebut. Bahan-bahan yang digunakan adalah Arduino Uno, Sensor BMP280, kabel *jumper*, LCD 16 x 2 terintegrasi modul I2C, LED, resistor 220 ohm, solder, timah, kabel USB A-B, baterai 9 V, baterai *holder* dan kabel *jack*.

3.2 Rancangan alat

Gambar 4 merupakan skema rangkaian alat yang dirancang. Rancangan alat ini terdiri dari 3 komponen utama. Yang pertama adalah mikrokontroler yang dalam hal ini menggunakan Arduino Uno sebagai kontrol utama, dalam alat ini mulai dari menerima data dari sensor, mengolah data hingga menampilkan data. Selanjutnya adalah sensor BMP280 yang bertugas untuk mengukur tekanan udara kemudian yang terakhir adalah LCD dengan *interface* I2C yang berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan sensor yang telah diolah oleh Arduino.



Gambar 4. Skema Rancangan Alat: (a) Arduino Uno, (b) Sensor BMP280 (c) LCD, (d) Resistor dan (e) LED.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Rancangan alat

Hasil rancangan alat ukur tekanan udara menggunakan sensor BMP280 berbasis Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 5. Data dari pembacaan sensor tersebut diolah oleh Arduino Uno dan hasil pengukurannya ditampilkan pada LCD.

4.2 Hasil kalibrasi alat

Kalibrasi alat ukur tekanan udara hasil rancangan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari alat ukur yang dirancang dengan alat ukur tekanan standar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, di Laboratorium Instrumentasi dan Kalibrasi BMKG Wilayah III Tuban Bali. Proses kalibrasi alat ukur dilakukan dengan memasukkan alat ukur yang dirancang dalam keadaan hidup ke dalam sebuah *pressure chamber* yang sudah terintegrasi alat ukur tekanan udara standar. Selanjutnya tekanan udara di dalam *pressure chamber* diatur melalui *set point* 700 – 1050 mb dengan kenaikan tiap pengukuran yaitu 50 mb. Data kalibrasi diperoleh dengan mengamati hasil pengukuran dari alat ukur yang dirancang dan alat ukur standar pada masing-masing tekanan udara yang sudah diatur.



Gambar 5. Hasil rancangan alat ukur tekanan udara.



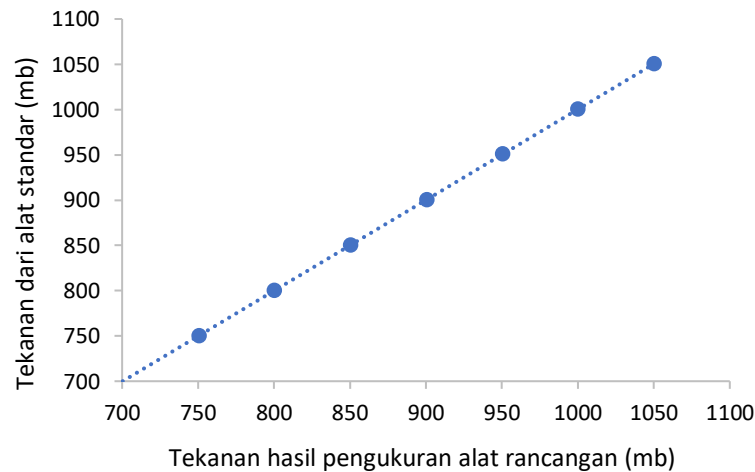
Gambar 6. Proses kalibrasi dan pengambilan data.

Hasil pengukuran tekanan udara dengan alat ukur hasil rancangan dan alat ukur standar seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Kolom terakhir pada Tabel 1 menunjukkan nilai koreksi yaitu selisih dari pada hasil pengukuran alat ukur hasil rancangan dan alat ukur standar. Tampak nilai koreksinya ada yang bernilai negatif, yaitu pada tekanan yang lebih tinggi dari pada 900,69 mb. Ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran dari alat ukur tekanan hasil rancangan lebih besar dibandingkan dengan hasil pengukuran oleh alat ukur standarnya, tampak semakin bertambah besar pada tekanan udara yang lebih besar. Namun demikian dalam rentang pengukuran tekanan udara antara 700 – 1050 mb menunjukkan hasil pengukuran yang akurat. Ini ditunjukkan oleh nilai penyimpangan yang sangat kecil dimana nilai simpangan maksimum adalah 0,45 mb (0,04%).

Tabel 1. Data hasil pengukuran tekanan udara menggunakan alat ukur standar dan alat hasil rancangan.

No	Set Point (mb)	Tekanan Alat Standar (mb)	Tekanan Alat rancangan (mb)	Nilai Koreksi (mb)
1	700	700,30	699,98	0,32
2	750	750,59	750,25	0,34
3	800	800,39	800,39	0,24
4	850	850,49	850,36	0,13
5	900	900,56	900,54	0,02
6	950	950,57	950,69	-0,12
7	1000	1000,17	1000,48	-0,31
8	1050	1050,09	1050,54	-0,45
Nilai rata-rata koreksi ($\overline{\Delta p}$)				-0,00875

Dari Tabel 1 selanjutnya dapat dibuat grafik tekanan udara hasil pengukuran dengan alat standar (y) terhadap hasil pengukuran dengal alat hasil rancangan (x) seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Garis putus putus memperlihatkan hasil *fitting* dengan regresi linier dengan persamaan $y=1,0022x - 1,8907$. Hasil *fitting* dengan regresi linier diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,99998. Tampak gradiennnya mendekati satu, menunjukkan bahwa hasil pengukuran tekanan udara antara pengukuran dengan alat standar dan hasil rancangan hampir sama. Sementara itu nilai determinasi juga mendekati satu, menunjukkan bahwa hasil pengukuran tekanan udara oleh alat hasil rancangan adalah sangat presesi. Ketiga nilai parameter (nilai koreksi, gradien dan determinasi) tersebut di atas memberikan indikasi bahwa hasil pengukuran oleh alat ukur yang dibuat dalam penelitian ini memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi.



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran alat standar dan alat rancangan, garis putus-putus adalah garis hasil regresi liniernya.

Selanjutnya dilakukan perhitungan standar deviasi untuk mengetahui kelayakan alat yang dirancang berdasarkan pada ketentuan dari tempat kalibrasi yang dalam hal ini adalah BMKG Wilayah III Tuban, yaitu sebesar 0,3 mb. Berdasarkan pada hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai standar deviasi dari alat rancangan adalah sebesar 0,28 mb. Hasil ini lebih kecil dari pada standar deviasi yang diijinkan, oleh karena itu alat ukur tekanan udara hasil rancangan sudah akurat dan layak untuk digunakan.

5. Kesimpulan

Telah berhasil dibuat alat ukur tekanan udara menggunakan sensor BMP280 berbasis Arduino Uno. Dari hasil uji alat (standarisasi) diperoleh persamaan kalibrasi $y=1,0022x - 1,8907$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,99998. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil pengukuran dari alat ukur yang dibuat memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Tuban yang telah memberikan fasilitas alat standar dan tempat untuk melakukan standarisasi. Tidak lupa pula penulis berterima kasih kepada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana serta semua pihak yang ikut andil dalam penyelesaian penelitian ini.

Pustaka

- [1] P. P. Agosto dan L. T. Kanton, Rancang bangun alat pengukur suhu, kelembaban, dan tekanan udara *portable* berbasis mikrokontroler ATMEGA16, *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, Vol. 3, No. 2, 2016, pp. 42 – 44.
- [2] S. P. Cahya, P. Pariabti dan I. Nasrul, Studi tentang komparasi data tekanan udara pada barometer digital dan *automatic weather system* (AWOS) di stasiun meteorologi hasanuddin makassar, *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, Vol. 8, No. 3, 2012, pp. 297 – 298.
- [3] Yulkifli, Asrizal dan A. Ruci, Pengukuran Tekanan Udara Menggunakan *DT_Sense Barometric Pressure* Berbasis Sensor HP03, *Proceeding Saintek*, Vol. VI, No. 2, 2014, pp. 111.
- [4] H. Rahmad dan M. Ronny, Pengembangan sistem Navigasi Otomatis pada UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dengan GPS (*Global Positioning System*) *Waypoint*, *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 5, No. 2, 2016, pp. 899.
- [5] P. Amit, S. Patha and H. Rabinder, *Portable Weather Monitoring Station*, *International Journal of Electrical, Electronics and Data Communication*, Vol. 5, Issue. 8, 2017, pp. 56.
- [6] B. Guruh, Implementasi Sensor BMP085 pada *Quadcopter* berbasis Mikrokontroler, *Jurnal Ilmiah Mikrotek*, Vol 2, No. 1, 2015, pp. 21.
- [7] M. Yoni dan S. Bahtiar, Rancangan Kendali Lampu Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 Berbasis Sensor Getas, *Jurnal Informatika SIMANTIK*, Vol. 1, No. 1, 2016, pp. 41.
- [8] V. D. Manengal, A. S. M. Lumenta dan A. M. Rumagit, Perancangan Sistem Monitoring Mengajar Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535, *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 2014, pp. 2.
- [9] A. Jauhari, N. Z. Leni dan Hermawansyah, Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega2560, *Jurnal Media Infotama*, Vol. 12, No. 1, 2016, pp. 90.
- [10] A. B. S. Muhammad, Q. A. R. Mohd, A. Zuraimy, *et al.*, ArduinoUno Based Mobile Data Logger with GPS Feature, *Telkomnika*, Vol. 13, No. 1, 2015, pp. 251.
- [11] A. P. U. Siahaan, S. Nogar, I. Muhammad, *et al.*, Arduino-Uno Based Water Turbidity Meter using LDR and LED sensors, *Internasional Journal of Engineering & Technology*, Vol 7, No. 4, 2018, pp. 2114.
- [12] Najar, Rancang Bangun Keamanan Pintu Berbasis Arduino Uno dengan Qick Response Code pada Ruang Laboratorium Komputer di SMK Negeri Satu Tambelang, *Jurnal Informatika SIMATIK*, Vol. 1, No. 2, 2017. Pp. 39.
- [13] Suhadi, Ramdani dan Y. R. Tomi, Rancang Bangun Alat Ukur Pengisi Bahan Bakar Minyak (BBM) Berbasis Arduino UNO menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD), *Jurnal Gerbang*, Vol. 9, No. 1, 2019, pp. 65.
- [14] P. S. Jay, H. P. Riki and U. Trushit, Temperature & Humidity Monitoring & Control System Based on Arduino and Sim900A GSM Shield, *Internasional Journal of Electrical, Electronics and data Communication*, Vol. 5, Issue. 11, 2017, pp. 64.