

Analisis Keakurasian Sistem Akuisisi Data Pada Rancang Bangun Kalibrator *Sphygmomanometer*

Adi Pramudono[#], Andjar Pudji, Tribowo Indrato
Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya
Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia
#pramudono920@gmail.com, andjar.pudji@gmail.com, tribowo.tem81@gmail.com

Abstract— This study aims to analyze the accuracy of the data acquisition system in the design of the *sphygmomanometer* calibrator. The contribution of this research to the tool will be complemented by sending measurement data via the internet so that it has a further data transmission range. Thus, after the calibration, the data can be directly sent and processed by the engineering manager with automatic data calculation. This tool is made to facilitate the work of health workers, especially calibration officers to perform calibrations and perform data analysis processing. The sensors used in this tool are the MPX5100 pressure sensor to detect air pressure, the Microcontroller IC, a program to retrieve and send data by Bluetooth to a *smartphone*. This tool uses a *smartphone* as a means of correcting calibration data, inputting other information data and sending working paper data to the internet. From the data obtained, the % error rate for the total DPM Module against the standard DPM from the increasing average measurement is 0.02% while the measurement decreases by 0.04%, so that the DPM module has measurement results close to the correct value against the standard DPM. The results of data loss analysis are 0% with different delivery speed levels according to the specification of network providers, so it can be concluded that the DPM module design has good data acquisition accuracy against the standard DPM. Research development can be done by adding sensors for negative pressure measurement and developing a system for applications on *smartphones*.

Keywords : Calibration; *sphygmomanometer*; calibrator; data acquisition

Abstrak— Untuk menjaga keakuratan hasil pengukuran *Sphygmomanometer* diperlukan kalibrasi secara berkala. Alat untuk kalibrasi *Sphygmomanometer* adalah Digital Pressure Meter (DPM). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keakurasian sistem akuisisi data pada rancang bangun kalibrator *sphygmomanometer*. Kontribusi penelitian ini pada alat akan dilengkapi dengan pengiriman data pengukuran melalui internet sehingga memiliki jangkauan pengiriman data yang lebih jauh. Dengan demikian setelah dilakukan kalibrasi, data dapat langsung dikirim dan diolah oleh manager teknik dengan perhitungan data secara otomatis. Alat ini dibuat untuk memudahkan pekerjaan tenaga kesehatan, khususnya petugas kalibrasi untuk melakukan kalibrasi dan melakukan pengolahan analisis data. Sensor yang digunakan pada alat ini yaitu sensor tekanan MPX5100 untuk mendeteksi tekanan udara, IC Mikrokontroler, program untuk mengambil dan pengiriman data dengan bluetooth ke *smartphone*. Alat ini menggunakan *smartphone* sebagai sarana koreksi data kalibrasi, input data keterangan lainnya dan sebagai pengirim data kertas kerja ke internet. Dari data yang didapatkan Tingkat % error total DPM Modul terhadap DPM standar dari rata rata pengukuran naik adalah 0,02% sedangkan pada pengukuran turun sebesar 0,04%, sehingga DPM modul memiliki hasil pengukuran mendekati nilai benar terhadap DPM standar. Hasil analisis loss data sebesar 0% dengan tingkat kecepatan pengiriman yang berbeda sesuai provider jaringan yang tersedia, sehingga dapat disimpulkan rancang bangun DPM modul memiliki keakurasian akuisisi data yang baik terhadap DPM standar. Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan melakukan penambahan sensor untuk pengukuran tekanan negative dan pengembangan sistem pada aplikasi di *smartphone*.

Kata kunci : Kalibrasi; *sphygmomanometer*; kalibrator; akuisisi data

I. PENDAHULUAN

Sphygmomanometer adalah salah satu alat kesehatan yang paling banyak digunakan untuk diagnosis pasien. Alat ini digunakan untuk mengukur tekanan darah non invasif pasien. Untuk menjaga keakuratan hasil pengukuran *Sphygmomanometer* diperlukan kalibrasi secara berkala. Alat untuk kalibrasi *Sphygmomanometer* adalah Digital Pressure Meter (DPM)[1]. Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (traceable) ke standar nasional maupun internasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional dan

bahan-bahan acuan tersertifikasi (KIM LIPI, 2017)[2]. Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan disebutkan bahwa kalibrasi adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran nilai penunjukkan alat ukur dan/atau bahan ukur. Peran peralatan medis dalam diagnostik dan layanan terapi dalam perawatan pasien adalah sangat penting. Penggunaan peralatan medis yang akurat dan manjur, teratur kalibrasi, pemantauan kegagalan yang ketat dan alarm klinis semua secara positif mempengaruhi layanan klinis untuk meningkatkan keselamatan pasien[4][5].

Pada tahun 2012 Kanakapriya K, M Manivannan melakukan penelitian dengan judul “Blood Pressure measurement with *Sphygmomanometer* in High Fidelity Mannequins”, dalam

kutipan penelitiannya ia mengatakan bahwa Sensor tekanan harus dikalibrasi secara berkala untuk menjaga akurasi. Oleh karena itu dokter lebih suka mengukur tekanan darah dengan metode auskultasi dengan menggunakan *sphygmomanometer*[6]. Pada tahun 2015 telah dilakukan penelitian oleh Tiar Prilian dengan judul Digital Pressure Meter Berbasis Arduino yang dapat menghitung rata-rata dan nilai koreksi dari hasil kalibrasi kemudian disimpan[10], Tetapi karena hanya menampilkan hasil di LCD maka petugas kalibrasi masih melakukan input data secara manual ke lembar kerja excel, serta penyimpanan masih menggunakan EEPROM dan kapasitas baterai masih rendah. Pada tahun 2017 dibuat penelitian oleh Ida Ayu Dwi Satmi Hredyantini dengan judul DPM dengan Pemrosesan Data Otomatis. Dimana hasil pengukuran disimpan ke dalam SD Card. Untuk melihat data hasil pengukuran pada SD Card di hubungan ke komputer. Software akan memproses data menjadi lembar kerja kalibrasi dan melakukan kalkulasi secara otomatis, sehingga meminimalkan human error petugas kalibrasi (Ida, 2017)[2]. Akan tetapi proses pengolahan perhitungan dan analisis data kalibrasi harus menunggu SD card. Di tahun yang sama penelitian dengan judul Kalibrator Tensimeter dilengkapi dengan Thermohyrometer berbasis PC oleh Novella Lasdrei Ana L, dimana mikrokontroler menyimpan dan mengirimkan data pengukuran melalui Bluetooth ke komputer. [11]. Penggunaan bluetooth sebagai pengiriman data memiliki jarak yang pendek [12][13] sehingga proses kalibrasi harus dalam jangkauan komputer untuk bisa mengirimkan data.

Berdasarkan kronologis diatas maka penulis akan merancang alat DPM yang bisa mengirimkan data pengukuran melalui internet sehingga memiliki jangkauan pengiriman data yang lebih jauh. Dengan demikian setelah dilakukan kalibrasi, data dapat langsung dikirim dan diolah oleh manager teknik[3]dengan perhitungan data secara otomatis.

II. BAHAN – BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Setting Percobaan

Penelitian ini mengukur *sphygmomanometer* dan melakukan koreksi terhadap hasilnya menggunakan alat pembanding standar. Pengumpulan data diulang sebanyak 10 kali pada tekanan dinaikkan (0,50,100,150,200,250) mmHg dan tekanan turun (250,200,150,100,50,0) mmHg.

1) Alat dan bahan

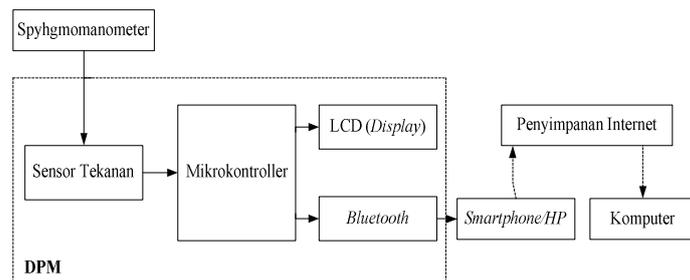
Alat ini dibuat menggunakan pompa manual, menggunakan sensor tekanan MPX5100 untuk mendeteksi tekanan udara, IC Mikrokontroler dan programnya untuk mengambil dan pengiriman data dengan bluetooth ke *smartphone*, Batas level pengukuran 0-250 mmHg, meliputi 0, 50, 100, 150, 200 dan 250 mmHg. Alat ini menggunakan *smartphone* sebagai sarana koreksi data kalibrasi, input data keterangan lainnya dan sebagai pengirim data kertas kerja ke internet, menggunakan software sebagai pengolah data, LCD karakter 2x16 untuk display, dan power bank sebagai catu daya.

2) Percobaan

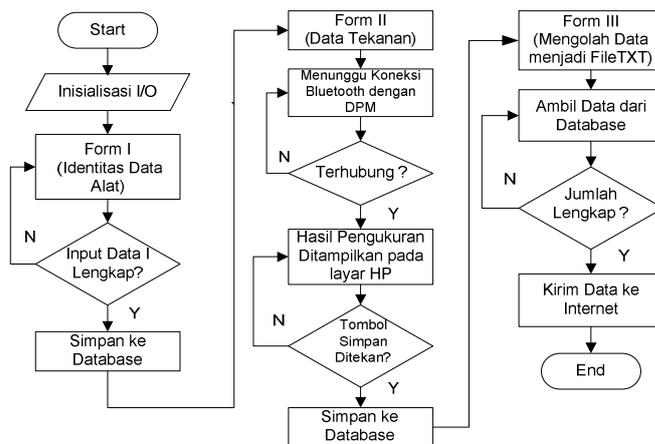
Pada penelitian ini, setelah perancangan selesai akan dilakukan pengujian dengan menggunakan alat pembanding, untuk mengetahui nilai kesalahan atau penyimpangan yang terjadi pada alat tersebut sehingga dapat menentukan keakuratan alat tersebut. Tahap kalibrasi dilakukan dengan melakukan percobaan sebanyak 10 kali dengan masing-masing titik pada tekanan naik (0,50,100,150,200,250) mmHg dan tekanan turun (250,200,150,100,50,0) mmHg.

B. Blok Diagram

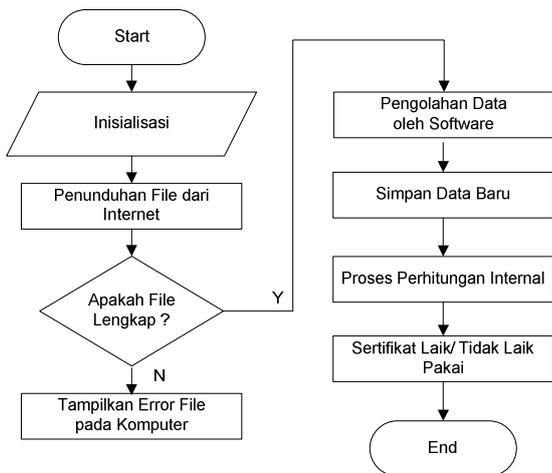
Cara kerja blok diagram system pada alat yaitu Pada saat tombol on ditekan, semua rangkaian mendapatkan tegangan dari power supply termasuk sensor tekanan. Sensor tekanan akan memulai inialisasi untuk membaca tekanan dari *sphygmomanometer*. Hasil dari pembacaan sensor tekanan dikonversikan ke nilai tekanan dalam satuan mmHG oleh mikrokontroler. Kemudian hasil pembacaan nilai tersebut ditampilkan pada display LCD. Data hasil pembacaan juga dikirimkan ke HP melalui Bluetooth. Pada HP data nilai tekanan pengukuran diterima dan di tambahkan data keterangan penyerta seperti merk, tipe, serial number, nama pemilik alat, dan lain lain. Kemudian di simpan dan dikirimkan ke penyimpanan di internet.. Saat file-file pengukuran yang ada di penyipanan internet telah diunduh ke komputer operator, maka software program untuk menghitung dan analisis kalibrasi *sphygmomanometer* tersebut menjadi sertifikat dapat dijalankan. Seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar. 1.



Gambar. 1 Blog Diagramam



Gambar. 2 Diagram Alir Smartphone



Gambar. 3 Diagram Alir Program Komputer

C. Diagram Alir

Pada Gambar.2 Saat program dijalankan, maka proses inisialisasi input-output. Pada proses Form I akan dilakukan proses input identitas data alat *sphygmomanometer* seperti tanggal, merk, serial number, metode kalibrasi, pemilik alat, dll. Pengisian data ini harus lengkap terlebih dahulu kemudian data-data yang telah diinputkan akan ditampung ke dalam data base untuk melanjutkan proses ke Form II yaitu di sini dilakukan pengambilan data tekanan *sphygmomanometer* sesuai metode kalibrasi. Perangkat Bluetooth akan dipilih dan jika terhubung dengan DPM maka data yang masuk disimpan sesuai dengan set point pengukuran yang ditentukan, yaitu pada tekanan naik dan turun di titik pengukuran 0mmHg, 50mmHg, 100mmHg, 150mmHg, 200mmHg, 250mmHg (satu set pengukuran). Dimana pengukuran dilakukan tiga set. Selanjutnya jika data pengukuran sudah lengkap maka semua data akan disimpan di database. Selanjutnya masuk Form III dimana data-data yang telah tersimpan pada database akan diolah. Data-data tersebut disusun sesuai dengan format standar yang ditentukan. Selanjutnya akan dilakukan pengecekan data apakah data-data tersebut sudah lengkap. Kemudian setelah data lengkap maka proses pembuatan file dengan format .txt akan dilakukan. Saat file sudah dibuat, maka file tersebut akan dikirimkan ke web server internet dengan FTP protocol.

Program pada komputer diatur seperti halnya pada Gambar. 3. Saat file-file pengukuran yang ada di webserver internet telah diunduh ke komputer operator, maka software program untuk konversi file tersebut menjadi sertifikat dapat dijalankan. Proses pertama akan dilakukan inisialisasi input-output serta library pendukung. Setelah file pengukuran dengan format standar txt terunduh dan dibuka maka terdapat proses pengecekan kelengkapan data dalam file. Jika data tidak lengkap maka akan muncul pesan error, tetapi jika file lengkap maka proses selanjutnya adalah memuat template sertifikat yang berupa file xlsx agar bisa terhubung dengan program Microsoft excel. Variable yang berisi data-data pengukuran akan dimasukkan semua ke file excel dengan melakukan perulangan sampai

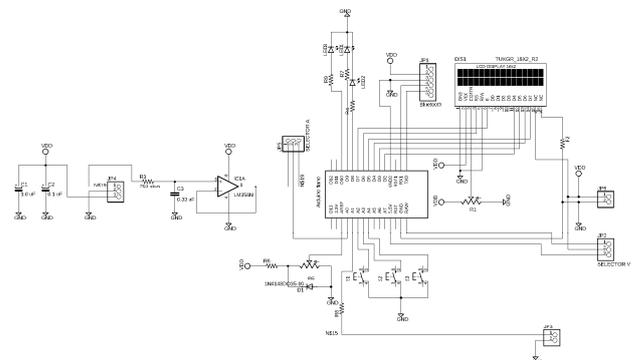
semua data sudah masuk. Pada Microsoft excel dilakukan kalkulasi internal sehingga keputusan untuk laik atau tidak laik dapat ditentukan pada sebuah alat *Sphygmomanometer* yang dikalibrasi berupa laporan analisis dan sertifikat.

D. Rangkaian Analog

Bagian penting dari penelitian ini adalah rangkaian analog yang dijelaskan pada Gambar. 4. (Rangkaian *Minimum System*), dan sensor MPX5100. Rangkaian tersebut digunakan untuk memproses tekanan. Setelah itu akan siap untuk pemrosesan digital menggunakan Arduino.

1) *Minimum System*

Rangkaian pada Gambar. 4. Merupakan rangkaian mikrokontroller yang berfungsi untuk mengatur jalannya sistem.

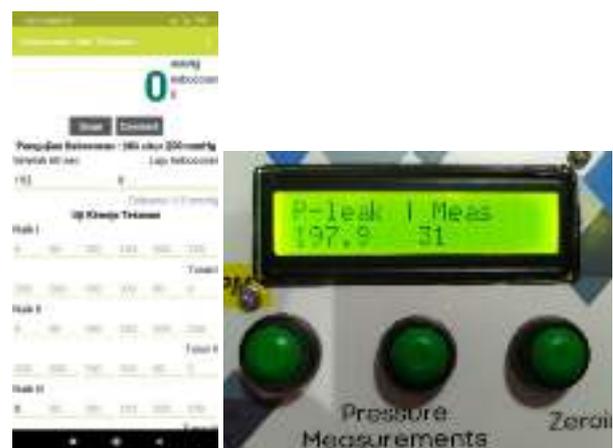


Gambar. 4 Minimum System

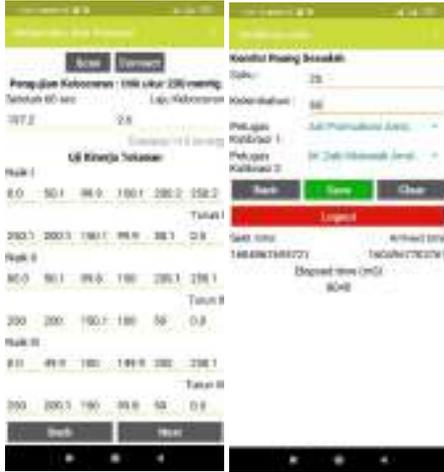
III. HASIL

1) *Tampilan Pada Modul*

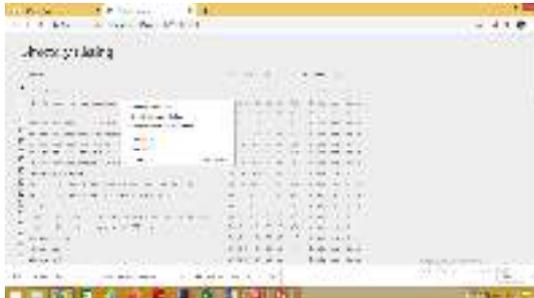
Dalam penelitian ini menggunakan *smartphone* sebagai alat koreksi data kalibrasi, penginputan data informasi lainnya dan pengiriman data kertas kerja ke internet. Seperti pada Gambar. 5 sampai Gambar. 8. Berikut merupakan tampilan urutan kinerja modul



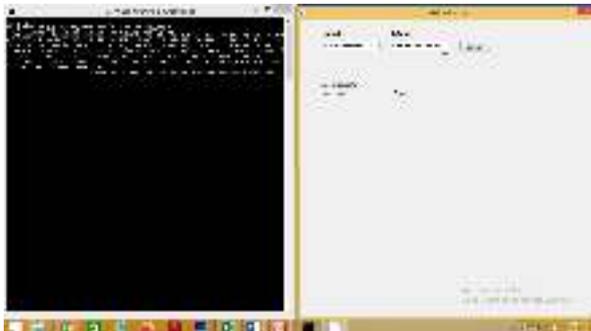
Gambar. 5 Tampilan DPM dan smartphone saat dilakukan pengukuran



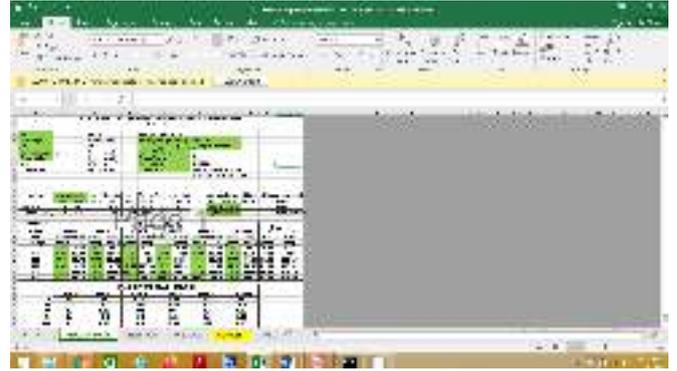
Gambar. 6 Tampilan hasil kalibrasi dan verifikasi data



Gambar. 7 Tampilan Penyimpanan Internet



Gambar. 8 Tampilan program komputer untuk convert file .txt ke .xlsx



Gambar. 9 Tampilan file pada excel

2) Listing Program

Berikut pembahasan program arduino yang terdiri dari 2 bagian yaitu program pembacaan sensor tekanan (listing program 1) dan program tes kebocoran (listing program 2).

Listing program 1. Pembacaan Sensor Tekanan

```

lcd.clear();
adc=analogRead(0);
smoothadc=0.93*smoothadc+0.07*adc;
tekanan=0.4136*smoothadc-32.577;
Serial.println("var1=" + String(laju_kebocoran,1));
Serial.println("var2=" + String(tekanan+zeroing_val,1));
lcd.setCursor(0, 1); //line bawah
lcd.print(tekanan+zeroing_val,1);
lcd.setCursor(0, 0); //line atas
lcd.print("Pressure mmHg");

```

Listing program 2. Program tes kebocoran

```

}
while((leak_measure==1)&&(millis()<=time_now+period)
){
delay(250);
waktu_ukur=(time_now+period)-millis();
blinkled();
lcd.clear();
adc=analogRead(0);
smoothadc=0.93*smoothadc+0.07*adc;
tekanan=0.4136*smoothadc-32.577;
laju_kebocoran=200-(tekanan+zeroing_val);
Serial.println("var1=" + String(laju_kebocoran,1));
Serial.println("var2=" + String(tekanan+zeroing_val,1));
lcd.setCursor(0, 1); //line bawah
lcd.print(tekanan+zeroing_val,1);
lcd.setCursor(8, 1); //line bawah
lcd.print((waktu_ukur/1000),1);
lcd.setCursor(0, 0); //line atas
lcd.print("P-leak | Meas");
}

```

```

leak_measure=0;
digitalWrite(8,LOW);
delay(250);
lcd.clear();
adc=analogRead(0);
smoothadc=0.93*smoothadc+0.07*adc;
tekanan=0.4136*smoothadc-32.577;
Serial.println("var1=" + String(laju_kebocoran,1));
Serial.println("var2=" +
String(tekanan+zeroing_val,1));
lcd.setCursor(0, 1); //line bawah
lcd.print(tekanan+zeroing_val,1);
lcd.setCursor(8, 1); //line bawah
lcd.print(laju_kebocoran,1);
lcd.setCursor(0, 0); //line atas
lcd.print("P-leak | Result");
}
    
```

Jika tombol Leak Test ditekan, waktu ukur dihitung `time_now` (millis) ditambahkan waktu `period`, kemudian akan dikurangi oleh millis. Sehingga jika waktu belum mencapai 60 detik maka akan dijalankan perintah pembacaan ADC (while). Laju kebocoran dihitung 200mmHg dikurangi tekanan yang sudah dikurangi dengan pembacaan `zeroing`. Melalui `Serial.println` menjalankan data ke port serial sesuai argumen format yang disertakan yaitu `var1`, `var2`. Untuk komunikasi bluetooth. Perintah `set cursor` dan `lcd.print` untuk menampilkan pada LCD pengukuran laju kebocoran dan tekanan – `Zeroing` dalam mmHg selama 60 detik.. Setelah waktu tercapai 60 detik dilakukan hasil pembacaan ADC dan menampilkan pembacaan laju kebocoran dalam mmHg. Kemudian mengirimkannya data tersebut ke port serial melalui `var1` dan `var2` untuk dikirim melalui bluetooth. Kemudian menampilkan pada LCD hasil pengukuran laju kebocoran.

3) Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran tekanan DPM modul dibandingkan DPM standar tampil pada table kemudian dihitung untuk mengetahui rata-rata, koreksi, kesalahan, % error, standart deviasi, dan UA/ ketidakpastian pengukuran. Seperti halnya pada tabel I,II,III dan IV.

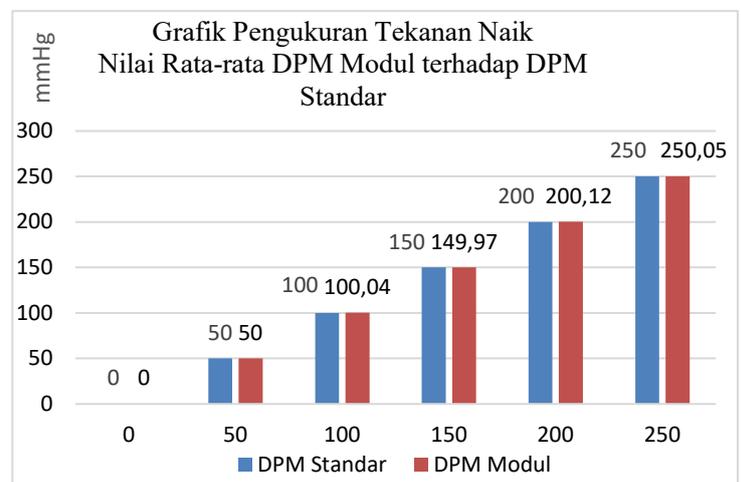
TABEL I. NILAI ERROR PENGUKURAN ANTARA MODUL DENGAN DPM PEMBANDING PADA PENGUKURAN NAIK

DPM Standar	DPM Modul	Error (%)
0	0	0
50	50	0
100	100,04	0.04
150	149,97	0.02

200	200,12	0.06
250	250,05	0.02

TABEL II. NILAI STANDART DEVIASI DAN NILAI UA DARI PENGUKURAN ANTARA MODUL DENGAN DPM PEMBANDING PADA PENGUKURAN NAIK

Titik Pengukuran	STDV	Ua
0	0.00	0.0000
50	0.08	0.0258
100	0.08	0.0267
150	0.13	0.0396
200	0.17	0.0533
250	0.20	0.0637



Gambar. 10 Grafik pengukuran tekanan naik

Dari hasil pengukuran tekanan naik dibuat grafik seperti pada Gambar. 10. Untuk mempermudah pembacaan data dan mengetahui kenaikan serta penurunan simpangan antara DPM standar (alat pembanding) dan DPM modul.

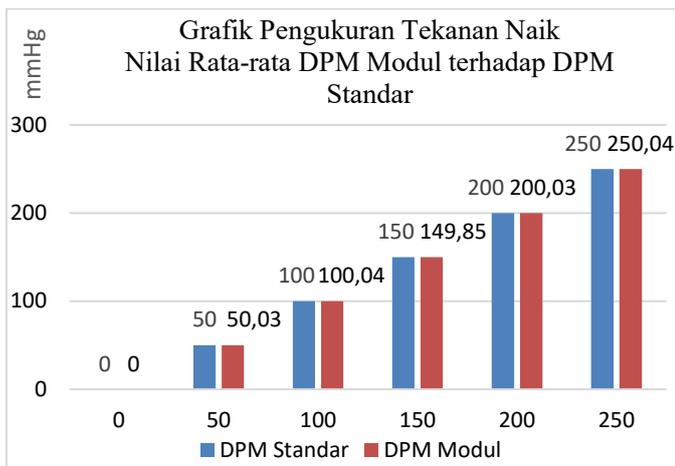
4) Hasil Pengukuran pada Tekanan Turun

TABEL III NILAI ERROR PENGUKURAN ANTARA MODUL DENGAN DPM PEMBANDING PADA PENGUKURAN TURUN

DPM Standar	DPM Modul	Error (%)
0	0	0
50	50,03	0.07
100	100,04	0.04
150	149,85	0.1
200	200,03	0.02
250	250,04	0.016

TABEL IV NILAI STANDART DEVIASI DAN NILAI U_a DARI PENGUKURAN ANTARA MODUL DENGAN DPM PEMBANDING PADA PENGUKURAN TURUN

Titik Pengukuran	STDV	U_a
0	0	0
50	0.11	0.04
100	0.14	0.05
150	0.31	0.10
200	0.05	0.02
250	0.11	0.03



Gambar. 11 Grafik pengukuran nilai turun

Dari hasil pengukuran tekanan turun dibuat grafik seperti pada Gambar. 11. Untuk mempermudah pembacaan data dan mengetahui kenaikan serta penurunan simpangan antara DPM standar (alat pembanding) dan DPM modul.

IV. DISKUSI

Pada pengukuran tekanan naik nilai rata-rata *error* paling besar adalah 0,06% pada titik 200mmHg dengan tingkat ketidakpastian pembacaan / U_a sebesar 0.05. Pada pengukuran tekanan turun nilai rata-rata *error* paling besar adalah 0.1% pada titik 150mmHg dengan tingkat ketidakpastian pembacaan / U_a sebesar 0.10. Dari analisis hasil loss data sebesar 0% hal ini berarti jumlah data dikirim dan data diterima tidak ada loss data atau kehilangan data selama proses pengiriman di internet.

Selisih pengambilan data terjadi mulai dari pengukuran ke-1 sampai ke-10, hal ini disebabkan karena pada sensor tekanan MPX5100 memiliki toleransi kesalahan sebesar 2,5% pada data sheetnya. Tingkat % error total DPM Modul dari rata rata pengukuran naik adalah 0,02% sedangkan total % error DPM Modul pada pengukuran turun sebesar 0,04%. Sehingga alat Modul DPM ini dapat digunakan sebagai alat pembanding pengukuran *sphygmomanometer* karena memiliki tingkat akuisisi data yang baik, dalam hal ini keakuratan data yang baik dan tidak adanya loss data selama proses pengiriman data ke internet.

Penelitian ini juga dibandingkan dengan penelitian lainnya pada tahun 2015 oleh Tiar Prilian dapat menghitung rata-rata dan nilai koreksi dari hasil kalibrasi kemudian disimpan[10], Tetapi karena hanya menampilkan hasil di LCD maka petugas kalibrasi masih melakukan input data secara manual ke lembar kerja excel, serta penyimpanan masih menggunakan EEPROM dan kapasitas baterai masih rendah. Pada 2017 penelitian serupa dilakukan oleh Ida Ayu dimana hasil pengukuran disimpan ke dalam SD Card. Untuk melihat data hasil pengukuran pada SD Card di hubungkan ke komputer. Software akan memproses data menjadi lembar kerja kalibrasi dan melakukan kalkulasi secara otomatis, sehingga meminimalkan human error petugas kalibrasi (Ida, 2017)[2].

V. KESIMPULAN

Tingkat % error total DPM Modul terhadap DPM standar dari rata rata pengukuran naik adalah 0,02% sedangkan total % error DPM Modul terhadap DPM standar pada pengukuran turun sebesar 0,04%, sehingga DPM modul memiliki hasil pengukuran mendekati nilai benar terhadap DPM standar. Sedangkan Standar Deviasi total DPM modul pada pengukuran naik sebesar 0,11 dan pada pengukuran turun sebesar 0,12, merupakan nilai yang sangat kecil sehingga hasil data pengukuran DPM modul terpopulasi. Hasil analisis loss data sebesar 0%, sehingga dapat disimpulkan rancang bangun DPM modul memiliki keakuratan akuisisi data yang baik terhadap DPM standar. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan melakukan penambahan sensor untuk pengukuran tekanan negative. Serta dilakukan pengembangan sistem pada aplikasi di *smartphone* yang mengacu pada Metode Kerja Pengujian Dan Kalibrasi Alat Kesehatan, Keputusan Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan No. HK.02/V/0412/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pudji and M. R. Makruf, "Design of the Digital Pressure Meter with Thermohygrometer," vol. 7, no. 9, pp. 35–39, 2017.
- [2] I. Ayu, D. Satmi, P. C. Nugraha, and T. Rahmawati, "Juni 2017 DPM dengan Pemrosesan Data Otomatis Seminar Tugas Akhir," *DPM dengan pemrosesan data otomatis*, 2017.
- [3] S. Menkes, "PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 54 TAHUN 2015 TENTANG," 2015.
- [4] N. Akar, Y. Ülgen, and E. Öztürk-Işık, "A Comprehensive Medical Equipment Management Software System for Increased Patient Safety," *Med. Meas. Appl. MeMeA 2019 - Symp. Proc.*, pp. 19–23, 2019, doi: 10.1109/MeMeA.2019.8802156.
- [5] G. Avendaño, P. Fuentes, V. Castillo, C. Garcia, and N. Dominguez, "Reliability and safety of medical equipment by use of calibration and certification instruments," *LATW2010 - 11th Latin-American Test Work.*, pp. 4–7, 2010, doi: 10.1109/LATW.2010.5550349.
- [6] H. F. Mannequins, K. Kanakapriya, and M. Manivannan, "Blood Pressure measurement with *Sphygmomanometer* in," vol. 2, no. 9, pp. 2–6, 2012.
- [7] M. J. Turner, L. Irwig, A. J. Bune, P. C. Kam, and A. B. Baker, "Lack of *sphygmomanometer* calibration causes over- and under-detection of hypertension: A computer simulation study," *J. Hypertens.*, vol. 24, no. 10, pp. 1931–1938, 2006, doi: 10.1097/01.hjh.0000244940.11675.82.
- [8] G. Parati, A. Faini, and P. Castiglioni, "Accuracy of blood pressure measurement: *Sphygmomanometer* calibration and beyond," *J. Hypertens.*, vol. 24, no. 10, pp. 1915–1918, 2006, doi: 10.1097/01.hjh.0000244935.19299.f5.

- [9] A. de Greeff, I. Lorde, A. Wilton, P. Seed, A. J. Coleman, and A. H. Shennan, "Calibration accuracy of hospital-based non-invasive blood pressure measuring devices," *J. Hum. Hypertens.*, vol. 24, no. 1, pp. 58–63, 2010, doi: 10.1038/jhh.2009.29.
- [10] T. Prilian, H. A. Pudji, S. T. Mt, and S. Mt, "Digital Pressure Meter Berbasis Arduino," pp. 1–10, 2014.
- [11] N. L. A. L, "Kalibrator Tensimeter Dilengkapi Dengan Thermohygrometer Berbasis PC," *Kalibrator Tensim. Dilengkapi Dengan Thermohygrom. Berbas. PC Nov.*, p. 2, 2017.
- [12] F. Nasher, "Perbandingan Teknologi Bluetooth Dengan WLAN DSSS," vol. 6, pp. 1–4, 2014.
- [13] B. Sugiantoro, "Aplikasi Teknologi Bluetooth untuk Komunikasi Wireless," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. 2005 (SNATI 2005)*, vol. 2005, no. Snati, pp. 1–7, 2010.
- [14] N. De and R. Of, "R Ecommendation Oi
[15] ml R 80-1," vol. 2009, pp. 1–62, 2009.
- [16] E. O'Brien and D. Fitzgerald, "The history of indirect blood pressure measurement," *Handbook of Hypertension*. pp. 1–54, 1991.
- [17] PERMENKES, "Permenkes No.54 Tahun 2015.pdf." 2015.
- [18] NXP Semiconductors, "Technical Data Sheet: MPX5100, 0 to 100 kPa, Differential, Gauge, and Absolute, Integrated, Pressure Sensors," 2018, doi: 10.1533/9780857093868.1.
- [19] H. Performance *et al.*, "Features – 32 x 8 General Purpose Working Registers – Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits True Read-While-Write Operation – Programming Lock for Software Security – Real Time Counter with Separate Oscillator – Internal Calibrated Oscilla."
- [20] B. A. B. Ii and T. Pustaka, "No Title," *Tinj. Pustaka*, pp. 5–36.
- [21] B. Mikrokontroler, A. Dan, and R. Time, "VOL . 6 NO . 1 Maret 2013," vol. 6, no. 1, pp. 146–162, 2013.