

**PERANCANGAN PH METER DENGAN *INTERFACE*
PC BERBASIS ATMEGA 32**

NASKAH PUBLIKASI



Oleh

SIGIT HARYA NUGRAHA

20153010005

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

**PERANCANGAN PH METER DENGAN *INTERFACE* PC
BERBASIS ATMEGA 32**

Naskah Publikasi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta untuk Memenuhi
Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.)
Program Studi D3 Teknik Elektromedik



Oleh:

SIGIT HARYA NUGRAHA

20153010005

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

Perancangan pH Meter Dengan *Interface* PC Berbasis ATmega 32

Sigit Harya Nugraha¹, Hanifah Rahmi Fajrin¹, Bambang Untara²

Prodi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi

¹Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183

Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646

²Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Sardjito

Jl. Kesehatan No.1, Senolowo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

sigit.harya.2015@vokasi.umy.ac.id, hanifah.fajrin@vokasi.umy.ac.id

ABSTRAK

pH merupakan tingkat derajat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan, atau didefinisikan sebagai aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Pengukuran nilai pH sangat penting untuk berbagai studi di bidang kimia dan biologi di laboratorium. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No 43 tahun 2013 tentang cara penyelenggaraan laboratorium klinik yang baik di Bab 2 tentang ruangan dan fasilitas penunjang, penulis membuat alat pH meter yang dapat dikoneksikan ke PC untuk mengoptimalkan kinerja dari *user* atau analis dalam pelayanan rumah sakit khususnya pada ruang laboratorium. Pengukuran nilai pH menggunakan elektroda pH *type* E-201 dan untuk komunikasi serial menggunakan NRF24L01, sedangkan untuk *minimum system* yang digunakan adalah AT-Mega 32. Untuk metode pengujian yang digunakan untuk melihat kinerja alat adalah dengan membandingkan nilai pengukuran yang didapat dari *prototype* pH Meter dengan pH Meter ATC pada pH *buffer* 4,00, 6,86, 9,18, coca-cola, air garam, air sabun dan bayclin. Dari pengujian alat yang telah dilakukan sebanyak 20 kali pengukuran didapatkan nilai *error* terbesar adalah 1.89808% pada larutan buffer 6,86 dan *error* terkecil adalah 0,15929% pada coca cola. Setelah melakukan pengujian nilai pH dan menguji koneksi wifi untuk pengiriman data ke PC, pH Meter dapat berfungsi dengan baik dengan jarak optimal ± 15 meter dan dapat menembus ruang dengan ketebalan dinding sebesar 10 sampai 15 cm.

Kata kunci: pH, Permenkes, NRF24L01.

1. PENDAHULUAN

pH meter merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur konsentrasi dari ion hidrogen [H^+] dalam suatu larutan [1]. pH memiliki skala ukur dari 0 sampai 14, jika nilai pH kurang dari 7 maka larutan bersifat asam, jika nilai pH diatas 7 maka larutan bersifat basa, dan jika nilai pH sama dengan 7 maka larutan bersifat netral [2].

Umumnya untuk mengetahui nilai derajat keasaman atau basa suatu larutan dengan menggunakan kertas lakmus atau kertas pH. Cara pengukuran asam atau basa suatu larutan menggunakan kertas lakmus atau kertas pH yaitu dengan mencelupkan kertas lakmus atau kertas pH pada suatu larutan, dan amati perubahan warna pada kertas lakmus dan bandingkan dengan *level* indicator pH [3]. Pengujian menggunakan kertas

lakmus atau kertas pH, kurang efektif karena pada perubahan warna dari kertas lakmus setelah diangkat dari larutan dan dibiarkan beberapa lama kertas akan memudar, jadi pengukuran nilai pH untuk menentukan asam atau basa dari suatu larutan tersebut kurang akurat [4]. Jika pembacaan kurang akurat akan menyebabkan kesalahan penentuan nilai pH suatu larutan dan kesalahan analisis.

Untuk penelitian alat pH meter sebelumnya pernah dibuat oleh mahasiswi atas nama Ummu Zakiyyah prodi Teknik Elektromedik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur pH Berbasis Arduino”. Prinsip kerjanya pada saat elektroda pH dicelupkan ke dalam larutan, modul pH akan mengolah masukan dari elektroda pH yang akan diteruskan ke mikrokontroler Arduino. Di Arduino masukan yang didapat pada pin ADC akan dikonversikan menjadi nilai pH untuk ditampilkan di LCD. Untuk hasil pengambilan data yang telah dilakukan dengan menggunakan perbandingan, didapatkan beberapa hasil pengukuran yaitu untuk larutan *buffer* 4,01 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,12%. Pada pengukuran larutan *buffer* 6,86 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,30%. Pada pengukuran sampel 1 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,41%. Pada pengukuran sampel 2 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,36%. Pada pengukuran sampel 3 selama 5 kali percobaan

diperoleh nilai *error* senilai 1,40%. Pada pengukuran sampel 4 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,45%. Terdapat beberapa kekurangan yaitu alat belum dapat bekerja maksimal dengan pembacaan elektroda masih kurang stabil, penggunaan daya yang cukup besar sehingga baterai cepat habis [5].

Pada tahun 2014 telah dilakukan penelitian oleh Eko Ihsanto dari prodi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana Jakarta Barat dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno”. Cara kerja pada saat elektroda pH dimasukkan ke dalam larutan, elektroda pH akan meneruskan ke Arduino, setelah data didapat akan ditransfer menggunakan HC-06 ke android, untuk membuka data yang sudah ditransfer menggunakan *blueterm*. Untuk pengujian menggunakan 3 sampel larutan yaitu cola-cola, *orange water*, dan air. Dari hasil pengukuran cola-cola=3,16 bersifat asam, *orange water*=4,00 bersifat asam dan air=7,19 bersifat netral. Untuk elektroda pH dihubungkan langsung pada Analog *input* pin (A0) dari Arduino Uno dan hanya dapat membaca data *float* dari pH 1 – 9 dengan resolusi 0,01[2]. Terdapat beberapa kekurangan dari alat tersebut hanya mampu membaca data dari pH 1 -9, *bluetooth* hanya dapat mencapai jarak 10 meter dan tidak dapat menembus dinding yang tebal.

Pada tahun 2011 telah dilakukan penelitian oleh Bayu Noorulil A dari

prodi Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul “Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan *Soft Drink*”. Prinsip kerja alat tersebut, sistem mekanik yang sudah terpasang elektroda pH akan melakukan pengukuran secara otomatis pada beberapa sampel dan data yang didapat akan ditampilkan di LCD, setelah pengukuran, *limit switch* akan memberi sinyal ke motor untuk melakukan pembersihan elektroda pH dan *fan* akan melakukan pengeringan pada elektroda pH. Pada hasil penelitiannya untuk pengukuran pH didapat nilai untuk susu (6,13), jus jeruk (3,29), dan *softdrink* (3,39). Untuk mekanik dilakukan 10 kali pengujian didapatkan proses bekerja dengan sesuai yaitu sebanyak 7 kali dan 3 kali sistem gagal sehingga dapat disimpulkan 70% sistem telah bekerja sesuai yang diharapkan. Terdapat beberapa kekurangan pada sistem mekaniknya belum bekerja secara optimal karena waktu yang diperlukan untuk melakukan pengukuran 3 sampel sekaligus masih memerlukan waktu yang relatif lama[4].

Pada tahun 2017 telah dilakukan penelitian oleh Achmad Jupri dari prodi Fisika, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P”. Pada penelitian tersebut untuk sensor suhu menggunakan DS18B20, sensor kelembaban tanah menggunakan YL-

69, elektroda dan Arduino Uno. Alat ini memiliki *error* sebesar 0,22% 1,58% dan 2,68% berturut-turut untuk suhu, kelembaban dan pH tanah. Ada beberapa kekurangan yang dimiliki alat tersebut yaitu alat tersebut hanya dapat mengukur nilai pH dari 3,5 – 8 saja[6].

Berdasarkan peraturan menteri kesehatan nomor 43 tahun 2013 tentang cara penyelenggaraan laboratorium klinik yang baik, bab 2 tentang ruangan dan fasilitas penunjang yang berbunyi “Luas ruangan setiap kegiatan cukup menampung peralatan yang dipergunakan, aktifitas dan jumlah petugas yang berhubungan dengan spesimen/pasien untuk kebutuhan pemeriksaan laboratorium. Semua ruangan harus mempunyai tata ruang yang baik sesuai alur pelayanan dan memperoleh sinar matahari/cahaya dalam jumlah yang cukup. Secara umum, tersedia ruang terpisah untuk laboratorium dan ruang analisis”. Menyikapi peraturan menteri kesehatan yang menjelaskan tentang hal tersebut, maka rumah sakit sebagai instansi pelayanan medis pasti membutuhkan alat yang dapat mempermudah *user* atau analis dalam melakukan pengelolaan hasil pengukuran dan dapat memberikan pelayanan secara optimal.

Berdasarkan isi dari peraturan menteri kesehatan diatas maka penulis akan mencoba merancang alat pH meter yang data hasil pengukurannya dapat ditampilkan di PC untuk mempermudah *user* atau analis dalam pengelolaan hasil pengukuran. Untuk mengoptimalkan

penggunaan alat pH meter dan PC pada ruangan terpisah.

2. METODE PENELITIAN

Pada analisa pengujian terdapat parameter yang akan diujikan yaitu nilai pH yang akan dibandingkan dengan *prototype* alat TA, alat pH meter *type* ATC dan pH *test paper*. Pengujian nilai pH ini bertujuan untuk memastikan kesesuaian nilai pH dari *prototype* alat pH yang telah dibuat. Dimana setiap sampel akan dilihat hasilnya pada *prototype* alat pH yang telah dibuat dan alat pembanding yang kemudian akan ditampilkan di PC pada aplikasi Delphi7. Pengujian dilakukan dengan cara pengambilan data menggunakan larutan pH yaitu pH 4,00, 6,86 dan 9,18, untuk zat sehari-hari yaitu coca-cola, air garam, air sabun dan bayclin dengan 20 kali pengujian.

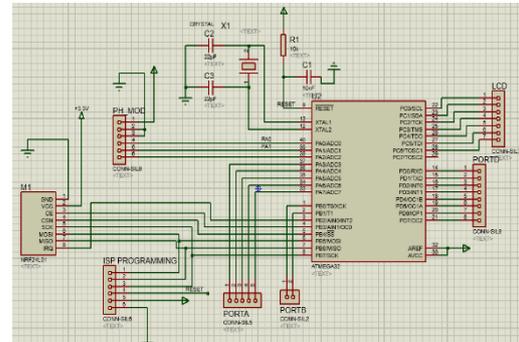
2.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* pada modul TA menggunakan beberapa modul rangkaian dan software pemrograman.

1. Rangkaian Minimum Sistem

Pada gambar 2.1 merupakan rangkain minimum sistem menggunakan AT Mega32 sebagai mikrokontroler. Fungsi kristal pada minimum sistem adalah agar kinerja mikronkontroler lebih cepat. PORTA 0 dan 1 dihubungkan ke kaki dari pH modul dengan menyesuaikan dari *datasheet* dari pH modul. PORTB dihubungkan ke NRF24L01 dan ISP *progaming* yang berfungsi untuk

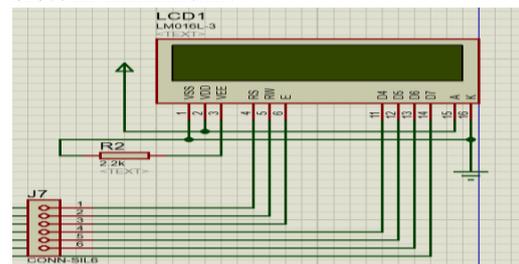
pemrograman mikrokontroler. PORTC dihubungkan ke LCD dimana nantinya nilai ADC yang terbaca dalam bentuk nilai pH akan tertampil pada layar LCD.



Gambar 2.1 Rangkaian Minimum Sistem

2. Rangkaian LCD 2x16

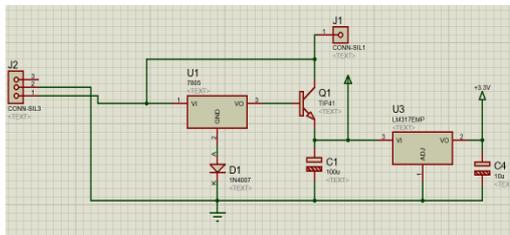
Pada Gambar 2.2 merupakan rangkaian LCD 2 x 16, dimana nantinya nilai ADC yang terbaca dalam bentuk nilai pH akan tertampil pada layar LCD, untuk dapat menghidupkan LCD diperlukan tegangan *supply* 5V pada pin VDD dan *ground* pada pin VSS dan untuk pengaturan kontras kecerahan LCD dipasang resistor tahanan yang di seri dengan tegangan *input* 5V, untuk nilai resistornya yang digunakan yaitu 2,2 Kilo ohm karena dengan nilai tersebut kontrasnya dapat pas dan tidak terlalu cerah. Sementara pin RS, RW, E, D4, D5, D6, D7 yaitu pin masukan dari sistem minimum.



Gambar 2.2 Rangkaian LCD

3. Rangkaian Pengatur Tegangan

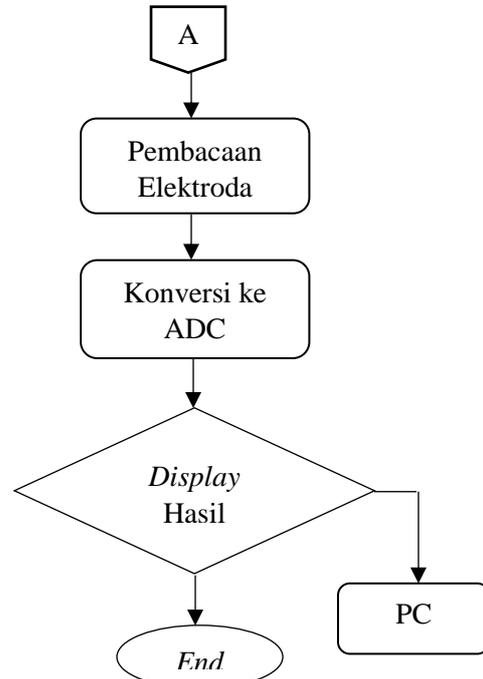
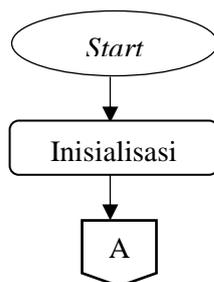
Pada Gambar 2.3 yang berfungsi mengatur tegangan, dapat dilihat J2 merupakan *input* dari baterai masuk ke pin1 dari IC 7805, D1 disini berfungsi sebagai pengaman, pin3 yang merupakan *output* DC 5v dihubungkan ke J1 yang berfungsi untuk memberikan *supply* pada rangkaian yang membutuhkan tegangan 5V, dan *output* pin3 berfungsi untuk menghasilkan *trigger* agar kolektor dapat terhubung ke emitor, kemudian mengalir menuju pin3 dari IC LM317 berfungsi mengatur tegangan yang keluar pada pin1 menjadi 3,3V, C1 berfungsi sebagai filter dan C4 sebagai filter terakhir yang berfungsi mengurangi *noise*.



Gambar 2.3 Rangkaian Pengatur Tegangan

2.2 Perancangan Software

Perangkat lunak pada alat untuk memproses sinyal yang didapat dari driver menggunakan CVAVR mikrokontroler sebagai pengelolah data dan Delphi7 untuk aplikasi di PC.



Gambar 2.4 Diagram Alir

Gambar 2.4 merupakan diagram alir dari pengukuran pH, pada saat pertama *start*, alat akan menginisialisasikan sistem beberapa detik, mulai pembacaan elektroda dengan cara mencelupkan elektroda ke larutan uji, elektroda akan mulai melakukan pembacaan secara otomatis. *Output* dari elektroda berupa sinyal listrik dengan tegangan dalam satuan mV, sehingga perlu dikuatkan dengan penguat operasional. Hasil dari modul pH E-201 masih berupa sinyal analog yang akan dikonversikan oleh ADC menjadi sinyal digital. Data yang didapat akan ditampilkan pada LCD dan PC, untuk menampilkan data hasil pengukuran di PC diperlukan NRF24L01 untuk *transmitter* dan *receiver*. Untuk di PC menampilkan di PC diperlukan program Delphi7.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Data Pengukuran (pH 4,00, 6,86, 9,18, cola, air garam, air sabun, dan bayclin)

Pengujian nilai pH ini bertujuan untuk memastikan kesesuaian nilai pH dari *prototype* alat pH yang telah dibuat. Dimana setiap sampel akan dilihat hasilnya pada *prototype* alat pH yang telah dibuat dan alat pembanding yang kemudian akan ditampilkan di PC pada aplikasi Delphi7. Pengujian dilakukan dengan cara pengambilan data menggunakan larutan pH yaitu pH 4,00, 6,86 dan 9,18, untuk zat sehari-hari yaitu coca-cola, air garam, air sabun dan bayclin dengan 20 kali pengujian, untuk uraian pengukuran dan analisis keseluruhan dari percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Hasil Analisis Data

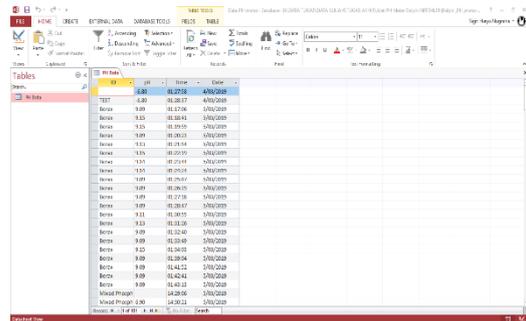
Perco baan	Hasil Analisis Data		
	Rata- Rata	Simpan gan	Error (%)
pH 4.00	4.0855	0.0455	1.1262 4
pH 6.86	6.8985	0.1825	1.8980 8
pH 9.18	9.1545	0.0745	0.8204 8
Cola	2.8295	0.0045	0.1592 9
Air Gara m	6.7863 2	0.0463 2	0.6871 8
Air Sabun	9.1445	0.0945	1.0442
Baycli n	12.088 5	0.0505	0.4196

Dari Tabel 3.1 di atas dapat dilihat data hasil pengukuran berdasarkan hasil pengukuran sebanyak 20 kali didapat hasil rata-rata untuk pH 4,00 sebesar 4.0885 dengan nilai simpangan yang didapat sebesar 0.0445% dan untuk *error* dari alat pH meter yang telah dibuat adalah 1.12624%. Untuk nilai pH 6,86 didapat hasil rata-rata sebesar 6.8985 dengan nilai simpangan yang didapat sebesar 0.1825% dan untuk *error* dari alat pH meter yang telah dibuat adalah 1.89808%. Untuk pH 9,18 didapat hasil rata-rata sebesar 9.1545 dengan nilai simpangan yang didapat sebesar 0.0745% dan untuk *error* dari alat pH meter yang telah dibuat adalah 0.82048%. Untuk coca-cola didapat hasil rata-rata sebesar 2.8295 dengan nilai simpangan yang didapat sebesar 0.0045% dan untuk *error* dari alat pH meter yang telah dibuat adalah 0.15929%. Untuk air garam didapat hasil rata-rata sebesar 6.786316 dengan nilai simpangan yang didapat sebesar 0.04632% dan untuk *error* dari alat pH meter yang telah dibuat adalah 0.68718%. Untuk air sabun didapat hasil rata-rata sebesar 9.1445 dengan nilai simpangan yang didapat sebesar 0.0945% dan untuk *error* dari alat pH meter yang telah dibuat adalah 1.0442%. Untuk bayclin didapat hasil rata-rata sebesar 12.0855 dengan nilai simpangan yang didapat sebesar 0.0505% dan untuk *error* dari alat pH meter yang telah dibuat adalah 0.4196%. Dari hasil yang didapat terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil yaitu dari elektroda

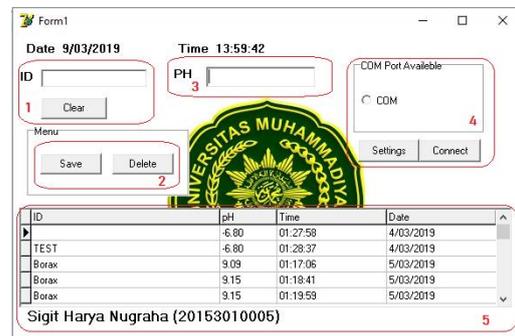
gelas itu sendiri, dimana kemampuan elektroda membaca sampel yang tidak stabil mempengaruhi hasil yang diperoleh sehingga nilai yang didapat naik turun, pada saat melakukan penelitian ada kesalahan yang tidak sengaja dilakukan oleh peneliti yaitu tidak sengaja menjatuhkan elektroda yang mengakibatkan cairan HCL yang ada didalam elektroda yang berfungsi untuk merendam elektroda internal dan cairan KCL yang ada didalam elektroda referensi mengkristal sehingga dalam pembacaan elektroda sedikit lama dari sebelumnya. Selain itu terdapat juga faktor dari modul pH E-201, dimana respon *time* dan waktu stabil modul pH E-201 yang lambat juga mempengaruhi hasil yang didapat sehingga hasil yang didapat berbeda dengan alat pembanding.

3.2 Pengujian Koneksi wifi

Untuk percobaan menampilkan data di PC menggunakan *software* Delphi7, aplikasi sudah berfungsi dengan baik dapat dilihat pada Gambar 3.2. Untuk *mode save* sudah berjalan dengan sesuai, untuk data hasil *save* akan disimpan di *database* Microsoft Access dengan format (.mdb), berikut format tampilan yang ada didalam Microsoft Access dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Microsoft Access



Gambar 3.2 Display Aplikasi

Keterangan :

1. ID : berfungsi untuk memasukan nama atau id dari sampel yang akan diukur, dan fungsi tombol *clear* untuk menghapus tulisan atau kata pada kolom id.
2. Menu : *save* berfungsi untuk menyimpan data pengukuran, data yang tersimpan dapat dilihat di nomor 5 pada Gambar 3.2 dan *delete* berfungsi untuk menghapus data yang telah disimpan.
3. PH : berfungsi untuk menampilkan nilai pH yang didapat.
4. COM :
 - a. *COM Port Available* : berfungsi untuk menampilkan *port* yang tersedia, apabila terdapat COM saja bearti alat belum terhubung ke PC.
 - b. *Setting* : berfungsi untuk mengatur *port* yang tersedia

dengan menyesuaikan dari COM Port Available.

- c. *Connect* : berfungsi untuk mengkoneksikan aplikasi dengan catatan COM telah di *setting* dengan sesuai.
- 5. *Table Record* : berfungsi untuk menampilkan data yang telah disimpan.

3.3 Pengukuran Kinerja wifi

Proses pengiriman data dari modul alat ke PC melalui NRF24L01 dengan cara mengatur posisi PC yang telah terhubung dengan koneksi wifi dan memindahkannya setiap 1 meter sebanyak 20 kali. Hasil data proses pengiriman data yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.2. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui jarak optimal dari modul alat ke PC.

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Jarak

Jarak (M)	Hasil Data	Keterangan
1	Terkirim	Stabil
2	Terkirim	Stabil
3	Terkirim	Stabil
4	Terkirim	Stabil
5	Terkirim	Stabil
6	Terkirim	Stabil
7	Terkirim	Stabil
8	Terkirim	Stabil
9	Terkirim	Stabil
10	Terkirim	Stabil
11	Terkirim	Stabil
12	Terkirim	Stabil
13	Terkirim	Stabil
14	Terkirim	Stabil

Lanjut

Lanjut

Jarak (M)	Hasil Data	Keterangan
15	Terkirim	Stabil
16	Terkirim	Tidak Stabil
17	Terkirim	Tidak Stabil
18	Terkirim	Tidak Stabil
19	Terkirim	Tidak Stabil
20	Terkirim	Tidak Stabil

Berdasarkan hasil pengukuran pengiriman data di atas diketahui bahwa NRF24L01 dapat mengirim data dengan jarak 1 m sampai 15 m dengan stabil, pada jarak 16 m sampai 20 m aplikasi masih dapat membaca data yang dikirim akan tetapi data yang diterima cenderung tidak setabil dan pembacaan nilai pH pada aplikasi sedikit lebih lambat dari pembacaan pada alat secara langsung.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian alat pH meter *interface* PC, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. pH Meter berfungsi dengan baik setelah dilakukan pengukuran menggunakan alat pembanding.
2. Dari hasil pengukuran larutan pH dengan nilai 4.00, 6.86, dan 9.18 modul TA mampu berkerja dengan normal dimana *error* yang didapat 1,12624%, 1,89808%, dan 0,82048%.
3. Pada pengukuran zat sehari-hari dengan sempel uji coca-cola, air garam, air sabun dan baclin, modul TA mampu berkerja dengan normal dimana *error* yang didapat 0,15929%,

0,68718%, 1,0442%, dan 0,4196%

4. Komunikasi antara alat pH Meter dengan PC berfungsi dengan baik dengan jarak optimal ± 15 meter dan dapat menembus ruang dengan ketebalan dinding sebesar 10 sampai 15 cm.

5. SARAN

Setelah melakukan percobaan penulis mempunyai beberapa saran dan penambahan

1. Mengubah modul wi-fi dengan *type* lain seperti ESP8266 yang mempunyai jarak komunikasi serial yang lebih jauh atau melakukan pengembangan program untuk modul NR24L01, karena modul tidak bekerja secara optimal.
2. Dapat ditambahkan pembacaan suhu untuk pembacaan larutan agar sesuai spesifikasi dan agar elektroda dapat melakukan pembacaan secara optimal.
3. Mengubah menggunakan elektroda pH *type* lain agar didapat pembacaan secara optimal seperti elektroda tipe BX-5, E-201-C, 65-1, dan lain lain. Karena elektroda pH tipe E-201 yang digunakan masih kurang stabil.
4. Penambahan *stand* elektroda untuk meletakkan elektroda pada saat tidak digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Lotha, "pH Meter," 2013. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/pH-meter>. [Accessed: 30-Oct-2017].
- [2] S. H. Eko Ihsanto, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Teknol. Elektro*, vol. 5, no. 3, pp. 130–137, 2014.
- [3] Anonim, "Measuring pH with Litmus Paper," 2016. [Online]. Available: <https://preclaboratories.com/measuring-ph-litmus-paper/>. [Accessed: 20-Dec-2017].
- [4] R. A. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Kampus PENS – ITS/Bayu Noorulil, "Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink," *Tek. Kim.*, pp. 1–9, 2011.
- [5] Ummu Zakiiyah, "Rancang Bangun Alat Ukur pH Berbasis Arduino," Universitas Muhammadiyah Yogyakarta-T.Elektromedik, pp. 1–43.
- [6] A. Jupri and A. Muid, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–6, 2017.