

RANCANG BANGUN MONITORING *TOTAL DISSOLVED SOLIDS* PADA AIR TANAH BERBASIS IoT

Ta'umul Asyhar¹, Kartika Sekarsari²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pamulang
^{1,2}Jl.Raya Puspitek, Buaran, Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310

¹asyhar26@outlook.com
²dosen00181@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 22-11-2021
revisi : 02-12-2021
diterima : 23-12-2021
dipublish : 30-12-2021

ABSTRAK

Air merupakan sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup termasuk manusia. Manusia membutuhkan air yang mengandung mineral tertentu sesuai standar dan tidak melebihi batas yang ditetapkan WHO, sehingga tidak mengganggu kesehatan manusia. *Total Dissolved Solid* meter yang juga dikenal sebagai TDS meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah partikel padat yang terlarut dalam air. Pada penelitian ini dirancang alat ukur TDS yang terhubung ke internet menggunakan kit modul Nodemcu Amica yang akan mengirimkan data ke *platform Internet of Things* (IoT) berbasis *website thinger.io*. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan *Electric Conduction* (EC) dan sensor suhu untuk mengukur suhu didalam air. Relay yang terpasang pada alat ini berfungsi untuk menghidupkan *dosing pump* untuk mengontrol level TDS pada air yang digunakan. Hasil pengujian pada TDS meter berbasis IoT diketahui bahwa ketika TDS meter digunakan pada bak penampung air *deep well*, pembacaan sensor menghasilkan nilai rata-rata persentase *error* sebesar 1,28%. Sedangkan ketika TDS meter digunakan dalam *buffer* cair 500ppm, pembacaan sensor menghasilkan nilai rata-rata persentase *error* sebesar 6,53%. Selanjutnya sensor suhu sendiri menghasilkan nilai rata-rata persentase *error* sebesar 1,61%.

Kata kunci : *total dissolved solid; nodeMCU; internet of things*

ABSTRACT

Design of Monitoring Total Dissolved Solids in Groundwater Based on IoT. Water is the source of life for all creatures, including humans. Humans need water that contains certain minerals according to standards and does not exceed the limits set by WHO so that it does not interfere with human health. A Total Dissolved Solid meter, also known as a TDS meter, is an instrument used to measure the number of solid particles dissolved in water. In this study, a TDS measuring instrument was designed to connect to the internet using the Nodemcu Amica module kit, which will send data to a website-based IoT platform, *thingr.io*. In addition, this tool is also equipped with Electric Conduction (EC) and a temperature sensor to measure the temperature in the water. The relay attached to this tool functions to turn on the dosing pump to control the TDS level in the water used. The test results on the TDS meter based on the Internet of Things are as follows: when the TDS meter is used in a deep well water reservoir, the sensor reading produces an average error percentage of 1.28%. Meanwhile, when the TDS meter is used in a 500ppm liquid buffer, the sensor readings produce an average error percentage of 6.53%. Furthermore, the temperature sensor itself produces an average error percentage value of 1.61%.

Keywords : total dissolved solid; nodeMCU; internet of things

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan air yang menempati pori-pori bebatuan dibawah permukaan tanah pada zona jenuh air. Sumber daya air tanah bersifat dapat diperbaharui secara alami karena air tanah merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam siklus hidrologi. Untuk di Indonesia sendiri air tanah sangat mudah dijumpai di hampir semua daerah bahkan di kota-kota besar air tanah masih dipakai untuk gedung sebagai bahan baku air bersih (Putri et al., 2018).

Pada saat ini meskipun ketersediaan air tanah masih banyak, akan tetapi pemerintah sudah menetapkan bahwa pemakaian air tanah pada gedung-gedung harus disertai izin, sesuai pemeriksaan pada

lingkungan gedung itu sendiri. Terutama pada kadar TDS dalam air. Konsentrasi TDS dalam air yang melebihi batas ambang yang diperbolehkan dapat membahayakan kesehatan karena dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada ginjal. Menurut peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 untuk air layak konsumsi maksimal adalah 500 ppm (*Parts Per Million*) (Zamora et al., 2016).

Beberapa penelitian TDS dalam air telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya diantaranya pada tahun 2014, Maylita Martani dan Endarko melakukan penelitian dan perancangan sensor TDS hanya menggunakan komputer *offline* sebagai *monitoring*-nya. Tahun 2015, Ronaldi Zamora, Harmadi dan Wildian pada dalam penelitiannya hanya menampilkan

data pada komputer saja dan pada tahun 2017, Inan Maulana melakukan penelitian alat pendeteksi kualitas air dengan menggunakan metode secara *offline*.

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan dari beberapa jurnal dan penelitian sebelumnya yang telah *direview* mengenai perancangan TDS meter, yang mana dalam perancangan alat ini dibuat menjadi otomatis. Judul penelitian ini adalah Rancang Bangun Monitoring *Total Dissolved Solids* Pada Air Tanah Berbasis IoT. Alat ini akan memudahkan pemeriksaan kadar padat terlarut dalam air secara *realtime* dan memudahkan pengguna untuk mengambil rekaman data untuk dijadikan laporan bulanan dan sebagai dasar pengajuan pengadaan *chemical* sebagai normalisasi air tanah tersebut.

TEORI

Total Dissolved Solids (TDS)

Zat padat terlarut atau disebut juga *Total Dissolved Solids* merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kadar kualitas air, Menurut peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 untuk air layak konsumsi maksimal adalah 500 ppm, jika lebih dari itu maka tidak baik untuk Kesehatan. Zat yang terkandung dalam TDS sendiri adalah zat organik, anorganik dan material lainnya (Rinawati et al., 2016).

Sumber utama untuk TDS adalah limbah rumah tangga dan pertanian yang airnya terserap ke dalam tanah. TDS dapat terlarut didalam air jika tempat atau sumber air tersebut mengandung mineral (Kustiyarningsih & Irawanto, 2020).

Konduktivitas Listrik (EC)

Konduktivitas didefinisikan sebagai kemampuan mengkonduksi atau meneruskan panas, suara atau listrik. Konduktivitas listrik sebenarnya adalah pengukuran aktivitas ion didalam larutan dalam aspek kapasitasnya untuk meneruskan arus (Maiti & Bidinger, 1981). Secara matematis hubungan antara TDS dan konduktivitas listrik dapat dirumuskan seperti persamaan 1 (Zamora et al., 2016).

$$TDS = EC \times 0,64 \quad (1)$$

Diimana :

TDS : Jumlah zat padat terlarut (ppm)

EC : Konduktivitas listrik terukur pada suhu 25° ($\mu S/cm$)

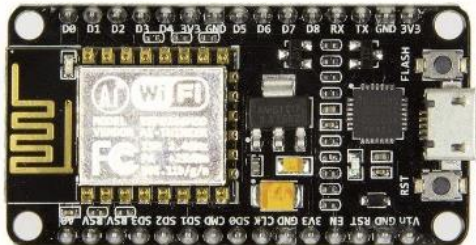
Suhu Dalam Air

Dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa nilai konduktivitas listrik dalam air juga dipengaruhi oleh suhu. Beberapa jenis air mempunyai komposisi dan salinitas yang berbeda. Pada suhu berkisar dari 0-30°C hubungan temperatur dengan konduktivitas listrik sedikit memiliki sifat *nonlinier*, namun persamaan linier yang terdeteksi masih mendekati dengan cukup baik (Irwan & Afdal, 2016).

NodeMCU

NodeMCU seperti diperlihatkan pada gambar 1 merupakan modul mikrokontroler yang didalamnya tertanam ESP8266 untuk mengakses jaringan wifi. NodeMCU yang dijual dipasaran pada umumnya ada 2 jenis tipe yaitu nodeMCU Amica dan nodeMCU Lolin. NodeMCU Amica lebih banyak digunakan untuk percobaan-percobaan sederhana sampai industri. NodeMCU Lolin

adalah versi *board developer* yang bisa dikembangkan lebih lanjut lagi (Satriadi et al., 2019).



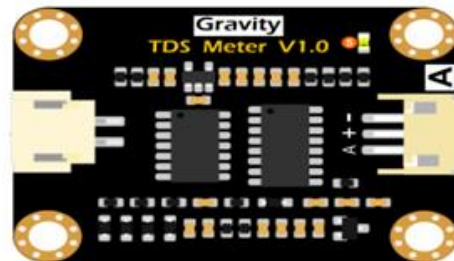
Gambar 1. NodeMCU (Satriadi et al., 2019)

Pemilihan pemakaian nodeMCU dikarenakan mudah dalam pemakaian dan lebih fleksibel dalam pemrogramannya. Selain itu, nodeMCU pin I/O yang ada pada *board* ini sudah sangat membantu dengan adanya 1 pin *analog* dan beberapa pin *digital* didalamnya yang dapat berkomunikasi langsung dengan sensor yang dipakai. nodeMCU juga lebih mudah digunakan sebagai komunikasi data di-*platform* penyedia IoT. Dimana hampir seluruh *platform* tersebut sangat mendukung tiap konektivitas daripada nodeMCU itu sendiri. Selain itu nodeMCU juga mendukung *software* Arduino IDE sebagai *software* pemrogramannya (Satriadi et al., 2019).

Gravity TDS Meter

TDS meter kit yang kompatibel dengan arduino terlihat pada gambar 2. Digunakan untuk mengukur nilai TDS air, yakni untuk mengetahui kualitas kebersihan air. Alat ini dapat diterapkan pada air rumah tangga, hidroponik dan bidang pengujian kualitas air lainnya. TDS (*Total Dissolved Solids*) menunjukkan berapa miligram padatan terlarut dalam satu liter air. Secara umum, semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak padatan terlarut dalam air, dan semakin kurang bersihnya air. Oleh karena itu, nilai TDS dapat digunakan sebagai salah satu

acuan untuk mengetahui kualitas kebersihan air (Hakimi et al., 2021).



Gambar 2. Gravity TDS meter (Hakimi et al., 2021)

Probe sensor TDS adalah peralatan yang banyak digunakan untuk mengukur nilai TDS. Instrumen ini memiliki akurasi yang cukup tinggi dan dapat mengirimkan data ke sistem kendali. Sensor TDS *analog* ini kompatibel dengan arduino, *plug and play*, mudah digunakan (Hakimi et al., 2021).

Dengan *output* tegangan 0 - 2,3V dan *input* tegangan 3,3V - 5,5V sensor ini sudah kompatibel dengan nodeMCU. Sumber eksitasi adalah sinyal AC, yang secara efektif dapat mencegah *probe* dari polarisasi dan memperpanjang umur *probe*, sementara itu, meningkatkan stabilitas sinyal keluaran. *Probe* TDS tahan air, dapat direndam dalam air untuk pengukuran waktu yang lama (Hakimi et al., 2021).

Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 yang diperlihatkan pada gambar 3. Mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12 bit dan dengan rentang suhu sebesar -55°C hingga 125°C toleransi +/-0,5°C. Sensor ini menggunakan tegangan *input* 3,0V hingga 5,0V. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing *chip*, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (Putra et al., 2018).



Gambar 3. Sensor Suhu DS18B20
(Putra et al., 2018)

Internet of Things

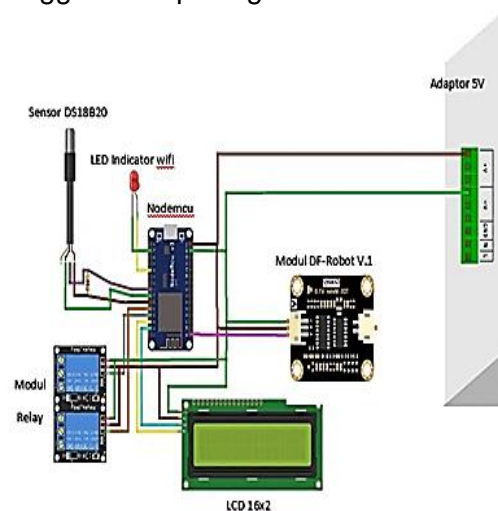
Internet of things (IoT) merupakan sebuah konsep yang mengembangkan internet secara lebih luas. Dimana konsep ini memungkinkan berbagai macam perangkat, seperti: kamera, aktuator, sensor, dan display juga perangkat yang lainnya akan saling berinteraksi didalam sebuah jaringan internet, yang dalam interaksi tersebut akan terjadi pertukaran informasi dari berbagai bentuk format data sehingga pada akhirnya dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai aplikasi (Wilianto & Kurniawan, 2018).

Pada penelitian ini ditambahkan fitur monitoring yang dapat memonitor baik secara grafik atau angka untuk memudahkan kita menganalisa suatu data yang dihasilkan dari pengujian. Pengontrolan dilakukan dengan menggunakan dua buah relay, dimana kedua relay ini digunakan untuk menyalakan atau mematikan peralatan secara jarak jauh. Untuk membuat relay bekerja secara otomatis, maka harus dilakukan pengaturan *setpoint*.

METODOLOGI

Gambar rangkaian rancang bangun *monitoring total dissolved solids* pada air tanah berbasis IoT diperlihatkan pada gambar 4. Diperlihatkan slot masing-masing

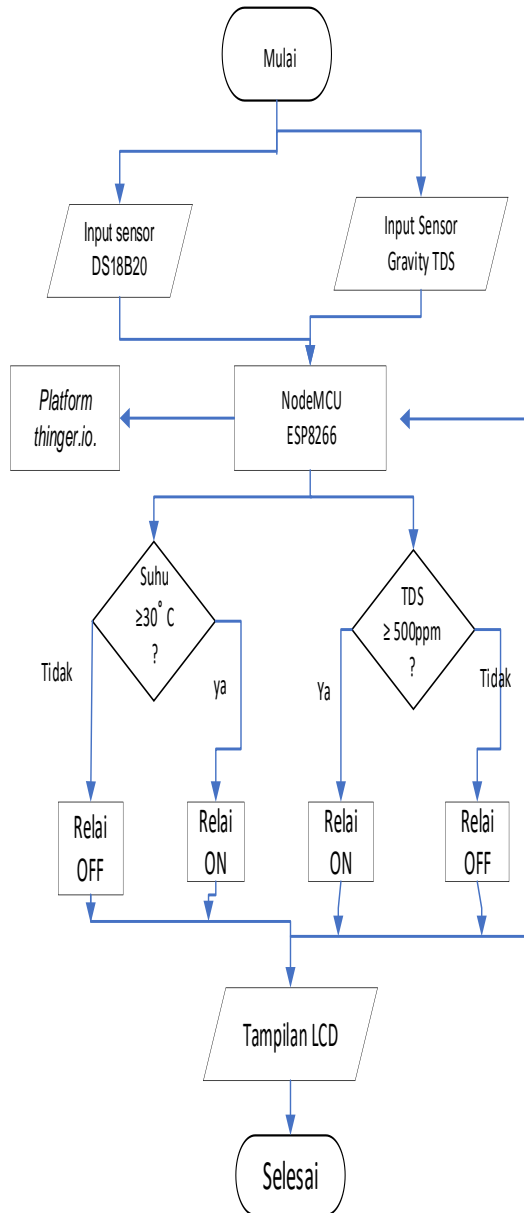
konektor seperti LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan data nilai TDS, EC, dan suhu. Adaptor yang dipakai untuk *power supply* adalah 5Vdc dikarenakan semua alat dan sensor yang dipakai menggunakan *range* Voltase pada 3,3 – 5Vdc dengan demikian semua akan tercukupi kebutuhan *power inputnya*. Untuk sensor TDS sendiri memakai pin *analog* A0 pada nodeMCU, sensor suhu menggunakan pin digital D5, untuk LCD 16x2 menggunakan pin digital D1 dan D2 sebagai pin SDA/SCL, untuk relay menggunakan pin digital D3 dan D4 untuk menerima *trigger* dari sensor, kemudian untuk indikator *wifi* menggunakan LED dan menggunakan pin digital D8.



Gambar 4. Rancangan *hardware*

Sistem kerja alat ditampilkan pada *Flowchart* yang ada pada gambar 5. Sistem kerja alat diawali ketika sensor *gravity* TDS meter mendeteksi zat terlarut yang ada didalam air, *output* dari sensor *gravity* TDS meter akan diolah oleh nodeMCU, jika nilai TDS yang dihasilkan ≥ 500 ppm maka relay akan ON, jika nilai TDS yang dihasilkan < 500 ppm maka relay akan OFF. Pada *flowchart* tersebut juga ditunjukan kerja dari sensor suhu, dimana jika suhu $\geq 30^\circ\text{C}$ maka relay akan ON dan suhu $< 30^\circ\text{C}$ maka relay

akan OFF. Data yang diterima oleh nodeMCU akan dikirimkan ke *platform* *thinger.io*.

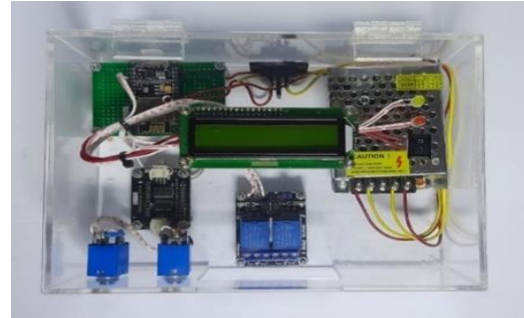


Gambar 5. Flowchart sistem kerja alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Alat

Hasil akhir dari perancangan alat monitoring TDS pada air tanah diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil perancangan alat

Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja komponen alat yang sudah dirangkai. Pengujian alat dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran TDS dari sensor gravity TDS meter dengan hasil pengukuran Hanna Instrument TDS Meter H198301. Selain menguji sensor TDS dilakukan juga pengujian terhadap sensor suhu DS18B20 dengan membandingkan hasil pengukuran sensor suhu DS18B20 dengan hasil pengukuran dari sensor suhu digital TP101. Metode pengujian pada alat ini adalah dengan mengambil data pengukuran pada air *deep well*. Pengambilan *sampling* per 3 detik untuk TDS dan per 5 detik untuk sensor suhu. Hal ini dimaksudkan untuk mensinkronisasi alat dengan *platform* IoT, dimana pada *platform* *thinger.io* pengambilan data dilakukan setiap 3 detik untuk TDS meter dan 5 detik untuk sensor suhu.

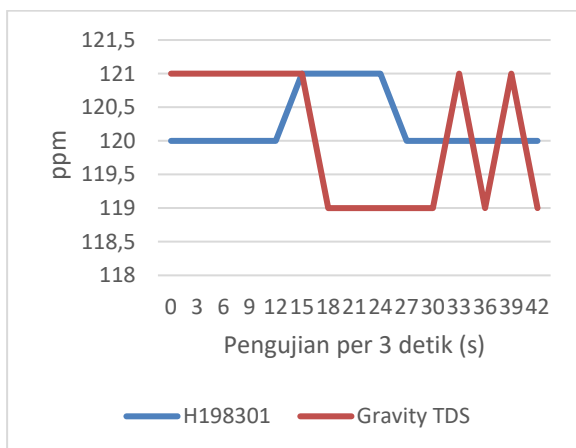
Pengujian gravity TDS meter

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran gravity TDS meter dengan hasil pengukuran Hanna Instrument TDS meter H198301, metodenya adalah dengan cara dicelupkan pada bak penampungan *ground water tank* (GWT) dengan kedalaman *probe* gravity TDS meter pada 1m dan untuk TDS Meter H198301

tetap pada permukaan. Bak penampungan air *deep well* ini digunakan untuk keperluan air bersih, dimana air ini ditampung dalam sebuah wadah sebelum disaring Kembali dengan *sand* dan *carbon filter*.

Tabel 1. Pengujian TDS Air *Deep Well*

Pengujian (s)	H198301 (ppm)	gravity TDS meter (ppm)	Error	%Error
0	120	121	1	0,83
3	120	121	1	0,83
6	120	121	3	2,5
9	120	121	3	2,5
12	120	121	3	2,5
15	121	121	0	0
18	121	119	2	1,65
21	121	119	2	1,65
24	121	119	2	1,65
27	120	119	1	0,83
30	120	119	1	0,83
33	120	121	1	0,83
36	120	119	1	0,83
39	120	121	1	0,83
42	120	119	1	0,83
Rata-rata error dan %error			1,53	1,28%



Gambar 7. Grafik pengujian pengukuran TDS air *deep well*

Tabel 1 dan gambar 7 memperlihatkan hasil pengujian pengukuran TDS meter. Terlihat pada tabel 1 rata-rata kesalahan

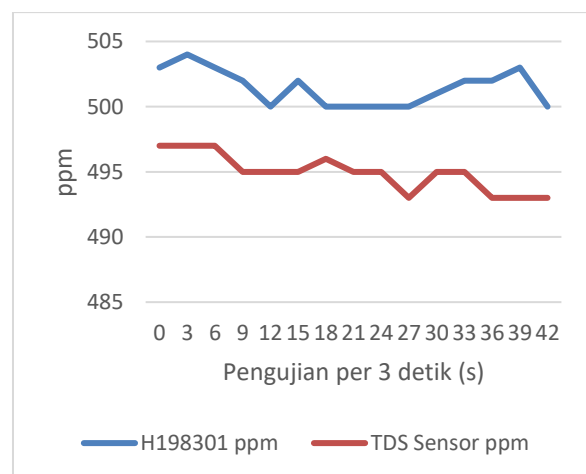
(*error*) untuk pengujian air *deep well* adalah 1,53 dan rata-rata persentase kesalahan adalah 1,28%.

Pengujian TDS (*Buffer 500ppm*)

Tabel 2 dan gambar 8 merupakan hasil pengujian dengan menggunakan cairan *buffer 500ppm* dengan volume air 200ml.

Tabel 2. Pengujian TDS *Buffer 500ppm*

Pengujian (s)	H198301 ppm	gravity TDS meter ppm	Error	%Error
0	503	497	6	1,19
3	504	497	7	1,39
6	503	497	6	1,19
9	502	495	7	1,39
12	500	495	5	1
15	502	495	7	1,39
18	500	496	4	0,8
21	500	495	5	1
24	500	495	5	1
27	500	493	7	1,4
30	501	495	6	1,2
33	502	495	7	1,39
36	502	493	9	1,79
39	503	493	10	1,99
42	500	493	7	1,4
Rata-rata error dan %error			5,9	6,53%



Gambar 8. Grafik pengujian TDS *buffer 500ppm*

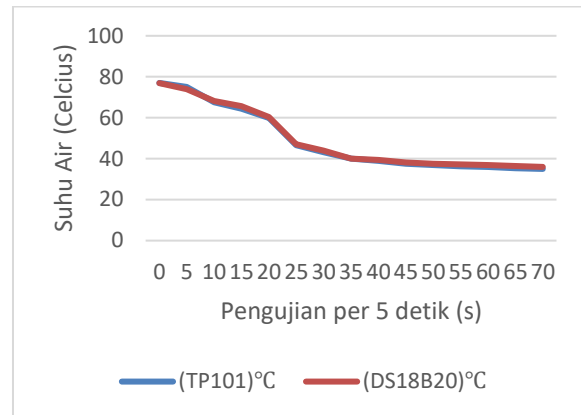
Terlihat dalam tabel 2 rata-rata kesalahan (*error*) untuk pengujian dengan dengan *buffer* 500ppm adalah 5,9 dan untuk rata-rata prosentase kesalahan (*error*) adalah 6,53%.

Pengujian Sensor Temperatur DS18B20

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat ketelitian pembacaan suhu air. Temperatur dalam air dapat mempengaruhi kualitas air, dimana zat padat terlarut yang ada dalam air akan berubah-ubah tergantung pada suhu yang ada didalam air. Air yang akan dites suhunya adalah air *deep well* yang sudah di ambil *sampel* nya dan dimasak selama 5 menit dengan volume air 600ml. Kemudian air dituang kedalam gelas dan di tempatkan pada suhu ruangan 21°C dan di catat pada setiap menitnya pada *range* waktu 15 menit.

Tabel 3. Hasil pengukuran sensor suhu TP101 dan Sensor DS18B20

Pengujian (s)	(TP101) °C	(DS18B20) °C	Error	%Error
0	77	76.9	0.10	0.13
5	75.1	74	1.10	1.46
10	67.5	68.2	0.70	1.04
15	64.4	65.6	1.20	1.86
20	59.9	60.4	0.50	0.83
25	46.6	47.1	0.50	1.07
30	43.2	43.9	0.70	1.62
35	40.1	40	0.10	0.25
40	39	39.44	0.44	1.13
45	37.5	38.1	0.60	1.60
50	36.9	37.56	0.66	1.79
55	36.3	37.25	0.95	2.62
60	35.9	36.88	0.98	2.73
65	35.4	36.5	1.10	3.11
70	35	36	1.00	2.86
Rata-rata error dan %error			0.71	1.61 %



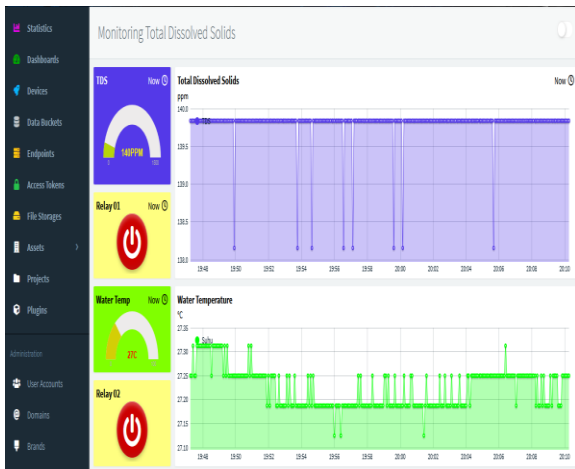
Gambar 9. Pengujian hasil pengukuran sensor suhu TP101 dan sensor suhu DS18B20

Tabel 3 dan gambar 9 merupakan data pengujian hasil pengukuran sensor suhu TP101 dan sensor suhu DS18B20, dimana diperoleh nilai rata-rata kesalahan (*error*) pada hasil pengukuran sensor suhu DS18B20 adalah 0,71 dan persentase kesalahan (*error*) adalah 1,61%.

Tampilan Pada Platform IoT Thinger.IO

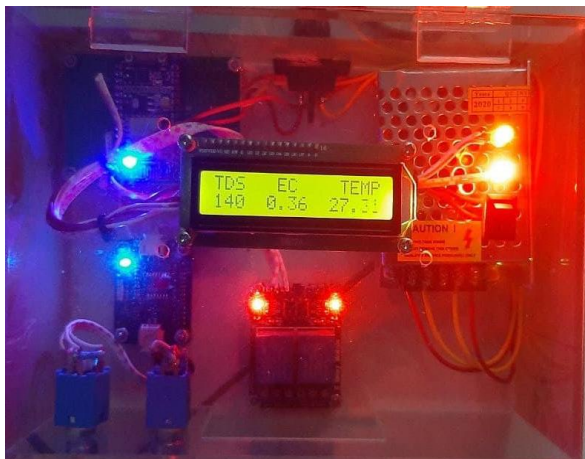
Alat *monitoring* TDS yang dirancang dapat memberikan *trigger* kepada *relay* dengan nilai TDS dan suhu tertentu, dimana pada alat ini sudah di tentukan nilai TDS nya. Jika kadar TDS ≥ 500 ppm maka akan memberi *trigger* pada *relay* 1 untuk menyala, yang nantinya *relay* ini dapat di koneksikan ke *dosing pump* atau *solenoid valve* pada sistem penyaringan atau sistem pada *treatment* gedung yang memakai alat ini. Jika nilai TDS ≤ 500 ppm maka *nodeMCU* akan memberikan *trigger* untuk mematikan *relay* 1.

Untuk *trigger* relay 2 didapat dari suhu yang dibaca oleh sensor DS18B20, dimana jika suhu air ≥ 30 °C, maka relay 2 akan menyala dan jika ≤ 30 °C relay 2 akan mati. *Relay* 2 ini bisa dikoneksikan dengan sistem *exhaust* yang ada pada gedung yang memakai alat ini.



Gambar 10. Tampilan *dashboard* thinger.io monitoring TDS

Gambar 10 menunjukkan nilai TDS 140ppm dimana kondisi kualitas air masih dibawah 500ppm dan suhu air menunjukkan 27°C dan masih dibawah 30°C, maka relay 1 dan 2 dalam kondisi mati (*off*) dengan indikator berwarna merah.



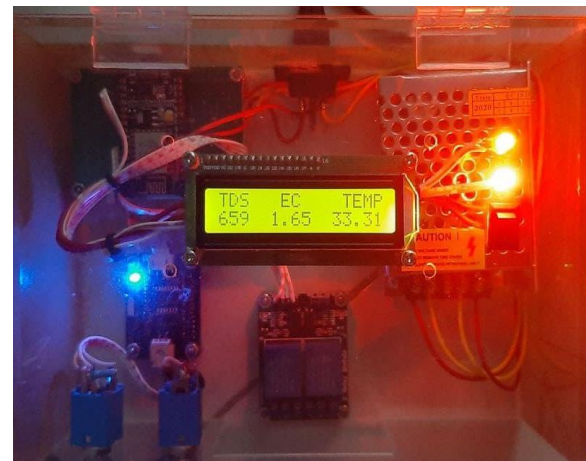
Gambar 11. Tampilan LCD alat dan kondisi relay OFF

Pada gambar 11 menunjukkan indikator relay pada posisi mati (*OFF*). Sedangkan tampilan alat jika kondisi relay nyala (*ON*) maka lampu indikator akan mati dan jika kondisi OFF kembali, maka lampu akan menyala merah.



Gambar 12. Tampilan *dashboard* thinger.io monitoring TDS relay ON

Gambar 12 menunjukkan nilai TDS 659ppm yang dimana kondisi kualitas air >500ppm dan suhu air menunjukkan 33°C dan >30°C, maka relay 1 dan 2 kondisi akan menyala (*ON*) dengan indikator berwarna hijau.



Gambar 13. Tampilan LCD alat dan kondisi relay ON

Gambar 13 menunjukkan indikator relay pada posisi menyala (*ON*), dimana lampu indikator berwarna merah dalam kondisi mati

KESIMPULAN

Pada pengujian TDS meter dengan air *deep well* pembacaan sensor menghasilkan nilai rata-rata persentase kesalahan (*error*)

sebesar 1,28% dan untuk hasil pembacaan menggunakan cairan *buffer* 500ppm menghasilkan nilai rata-rata persentase kesalahan (*error*) 6,53%. Untuk sensor temperature menghasilkan nilai rata-rata persentase kesalahan (*error*) sebesar 1,61%. Dari hasil yang diperoleh tersebut maka dapat dinyatakan alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada ibu Kartika Sekarsari, ST., MT dan dosen-dosen yang ada di Universitas Pamulang khususnya untuk dosen-dosen dari Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro atas dukungan serta bantuannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakimi, A. R., Rivai, M., & Pirngadi, H. (2021). Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa. *Jurnal Teknik Its*, 10(1), A9–A14.
- Irwan, F., & Afdal, A. (2016). Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur Pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*.
- Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.18>
- Maiti, & Bidinger. (1981). Kajian Pustaka Konduktivitas Thermal. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Putra, Y. H., Triyanto, D., & Suhardi. (2018). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 06(03), 128–138.
- Putri, M. A., Risanti, A. A., Cahyono, K. A., Latifah, L., Rahmawati, N., Ariefin, R. F., Prameswari, S., Waskita, W. A., Adji, T. N., & Cahyadi, A. (2018). Sistem aliran dan potensi airtanah di sebagian desa Sembungan ditinjau dari aspek kuantitas dan kualitas. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(2), 155–161. <https://doi.org/10.22146/MGI.32297>
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*.
- Satriadi, A., Wahyudi, & Christiyono, Y. (2019). Perancangan Home Automation Berbasis Nodemcu. *TRANSIENT*, 8(1), 2685–0206.
- Wilianto, W., & Kurniawan, A. (2018). Sejarah, Cara Kerja Dan Manfaat Internet Of Things. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*. <https://doi.org/10.31940/matrix.v8i2.818>
- Zamora, R., Harmadi, H., & Wildian, W. (2016). Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time. *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.31958/js.v7i1.120>