

PENDETEKSI PENCEMARAN AIR SUNGAI DI DESA RUAK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Herry Setiawan*
Zafitri Handayani
Hasbaini
Politeknik Aceh Selatan

Abstract

The river in Ruak Village, Kluet Utara District, South Aceh is inseparable from the problem of water pollution which has decreased the quality of the river water. So it is necessary to carry out the process of improving water quality, one of which is by making a pollution detection device using Tds sensor technology, where this tool is designed to use NodeMcu as a controller and as a measuring tool to detect levels of mercury levels in the water. In addition to notifications on the serial monitor on the Total Dissolve Solid sensor, you can also get information from the Thingspeak web. The monitoring of river water pollution detection in Ruak village is a very useful alternative for the community in using safe water for their daily needs. Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the detection tool and information system are running smoothly as evidenced by the success of the detector in sending some information on the measurement results of the Tds sensor to the smartphone. The results of the test show that good water is used if it has $\text{ppm} \leq 100$, then water is very good to use, if the content is more than 200 ppm, then water is not well used and information notification in the form of lights will be seen on the Thingspeak web channel

Keywords:

NodeMCU, Mercury, logam berat, IOT, river, Ruak

Abstrak

Sungai di Desa Ruak Kecamatan Kluet Utara Aceh Selatan tidak terlepas dari masalah pencemaran air yang mengakibatkan menurunnya kualitas air sungai tersebut. Maka perlu dilakukan proses perbaikan kualitas air, salah satunya dengan cara melakukan pembuatan sebuah alat pendeteksi pencemaran dengan memanfaatkan teknologi sensor *Tds*, dimana alat ini dirancang menggunakan *NodeMcu* sebagai pengendali dan sebagai alat ukur untuk mendeteksi tingkat kadar logam berat yang ada di dalam air tersebut. Selain pemberitahuan di *serial monitor* pada sensor Total Dissolve Solid dan juga bisa mendapatkan informasi dari *web Thingspeak*. Dengan adanya *monitoring* pendeteksi pencemaran air sungai di desa Ruak merupakan sebuah alternatif yang sangat berguna bagi masyarakat dalam menggunakan air yang aman untuk kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, alat pendeteksi dan sistem informasi berjalan lancar dibuktikan dengan keberhasilan alat pendeteksi dapat mengirimkan beberapa informasi hasil pengukuran sensor *Tds* berbasis IOT. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa air yang baik digunakan apabila memiliki $\text{ppm} \leq 100$, maka air sangat baik digunakan, jika kadar lebih ≥ 200 ppm, maka air tidak baik digunakan dan pemberitahuan informasi berupa lampu akan terlihat pada *channel web Thingspeak*.

Keywords:

NodeMCU, Mercury, logam berat IOT, sungai, Ruak

***Corresponding author:**

Herry Setiawan, Teknik Komputer, Politeknik Aceh Selatan, Jalan Merdeka Komplek Reklamasi Pantai Tapaktuan.
Email: herysetiawan88@poltas.ac.id

Citation in APA Style : Setiawan, H., Handayani, Z., & Hasbaini . (2021). Pendeteksi Pencemaran Air Sungai Di Desa Ruak Berbasis Internet Of Things (IOT). *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, Vol. 2, 2 (2021).

I. PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yg memiliki manfaat yg sangat besar. Di Indonesia beberapa sungai besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana. Beberapa sungai di Indonesia diperuntukkan untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari ([Subanri, 2008](#)). Kualitas sumber air sungai di Indonesia umumnya tercemar oleh limbah organik yang berasal dari limbah penduduk, limbah industri dan limbah tambang. Akibatnya air menjadi tidak layak konsumsi. Pengetahuan warga tentang kualitas air yang layak konsumsi masih rendah, di tambah lagi alat pengujian yang sulit di dapat. Luasnya lokasi pencemaran merkuri dan sianida pada lingkungan dan pakan ternak dapat memberikan paparan rendah kepada masyarakat dan ternak sekitarnya sehingga harus dilakukan upaya antisipasi efek buruk dan bahaya yang ditimbulkan pada kesehatan manusia dan ternak. ([Astuti & Sugianti, 2017](#)).

Perkembangan teknologi yang semakin pesat tentunya dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan sistem dalam sebuah kehidupan masyarakat menjadi lebih baik. Seperti pada penelitian pembuatan video animasi 3D yang digunakan untuk memberikan informasi tentang etika berkendara di simpangan dan bundaran sesuai dengan aturan yang berlaku bagi masyarakat atau pengguna kendaraan, agar dapat mengurangi tingkat kecelakaan pada lalu lintas ([Marselia & Meysiana, 2021](#)).

Sama halnya dengan penelitian yang telah dilakukan oleh ([Akhsani & Hidayat, 2021](#)) yaitu mengembangkan sebuah aplikasi yang digunakan untuk pengelolaan rapat. dimana nantinya hasil rapat akan dikelompokkan sesuai dengan kegiatan utamanya. Sehingga dapat diketahui sudah berapa kali mengadakan rapat, hasilnya seperti apa dan terdokumentasi. Dengan demikian sama halnya tentang pembuatan sebuah alat pendeteksi pencemaran dengan memanfaatkan teknologi sensor *Tds*, dimana alat tersebut nantinya berfungsi sebagai alat ukur untuk mendeteksi tingkat kadar logam berat yang ada di dalam air tersebut.

Desa Ruak adalah salah satu desa di kecamatan Kluet Utara, Aceh Selatan. Desa

tersebut sangat memiliki potensi pencemaran air sungai dikarenakan lokasi yang dekat dengan tambang emas warga. Proses penambangan emas yang dilakukan secara tradisional yang membuang limbah langsung ke alam, baik sungai maupun tempat penampungan sering kali mengabaikan dampak lingkungan karena limbah. Hal ini menjadi dasar peneliti untuk menjadikan desa tersebut sebagai sample (Badan Pusat Statistik, 2016).

Proses monitoring air sungai dilakukan dengan pemanfaatan sensor TDS, dengan kemampuan sensor TDS untuk mendeteksi pencemaran air sungai, Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu penampungan air seperti danau, irigasi, dan air tanah di akibatkan oleh tangan manusia (Yoga dkk 2014). Perancangan pendeteksi pencemaran air sungai menggunakan NodeMcu berbasis internet of things (IOT) adalah bertujuan untuk monitoring yang nantinya mendapatkan pergerakan dan memberikan informasi ke website Thingspeak jika airnya memiliki logam yang tinggi (Setiawan, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk membantu para masyarakat agar lebih berhati-hati dalam menggunakan air sungai. Untuk menghindari kandungan zat-zat kimia yang tidak layak digunakan oleh masyarakat setempat (Ananda, Gilang, dkk, 2017).

II. STUDI PUSTAKA

A. Sungai

Sungai adalah aliran air yang besar dan meamanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Dalam penggunaannya sebagai air layak konsumsi, haruslah mengalami suatu pengolahan yang baik, mengingat bahwa air sungai ini biasanya mempunyai tingkat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi (Ketaren, 2018).

Merkuri yang terbuang ke sungai, pantai atau badan air dapat mengkontaminasi ikan dan makluk air lainnya, termasuk ganggang dan tumbuhan air. Selanjutnya ikan-ikan kecil dan makluk air lainnya dapat

dimakan oleh ikan-ikan atau hewan air lainnya yang lebih besar. Ikan-ikan dan hewan air tersebut kemudian menjadi makanan manusia sehingga manusia pun dapat terkontaminasi merkuri dalam tubuhnya (Subanri, 2008). Merkuri Elemental (Hg) terdapat dalam alat pengukur suhu thermometer, tensimeter air raksa, amalgam gigi, alat elektrik, batu baterai dan cat. Selain itu, merkuri elemental juga dipakai sebagai katalisator dalam produksi soda kaustik dan desinfektan serta untuk produksi klorin dari sodium klorida (Sardjito, 2019). Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui (Putranto, 2011):

1. Perubahan suhu air.
2. Perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen.
3. Perubahan warna, bau dan rasa air.
4. Timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut.
5. Terdapatnya mikroorganisme.
6. Meningkatnya radioaktivitas air lingkungan

Dampak Merkuri Implikasi Klinik Akibat Tercemar Oleh Merkuri (Hg). Pada studi epidemiologi ditemukan bahwa keracunan metil dan etil merkuri sebagian besar disebabkan oleh konsumsi ikan yang diperoleh dari daerah tercemar atau makanan yang berbahan baku tumbuhan yang disemprot dengan pestisida jenis fungisida alkil merkuri (Putranto, 2011).

Kasus pencemaran oleh logam berat yang paling menghebohkan yaitu Penyakit Minamata yang disebabkan pencemaran pantai Minamata oleh merkuri hasil limbah pabrik penghasil polivinil klorida yang menggunakan merkuri sebagai katalis. Merkuri yang diubah menjadi methylmerkuri oleh bakteri mengkontaminasi ikan di pantai yang di konsumsi penduduk yang tinggal di wilayah tersebut. Dengan adanya proses biologicalmagnification (akumulasi biologis) kadar air raksa yang terdapat di dalam ikan yang terdapat di laut tersebut menjadi berlipat ganda. Keracunan ini memberi efek 111 orang menjadi cacat dan 41 orang diantaranya meninggal (Ketaren, 2018).

Semakin banyanya dilaporkan pencemaran logam menunjukkan tingkat penggunaan yang tinggi. Agen Lingkungan

Amerika Serikat (EPA) melaporkan, terdapat 13 elemen logam berat yang diketahui berbahaya bagi lingkungan. Di antaranya arsenik (As), timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd). Sebenarnya Logam berat sendiri sebenarnya sangat dibutuhkan setiap makhluk hidup yang merupakan unsur esensial, namun beberapa di antaranya memiliki bersifat racun jika memiliki kadar tertentu. Secara natural, unsur ini biasanya terdapat dalam bentuk terlarut atau tersuspensi (terikat dengan zat padat) serta terdapat sebagai berupa ionik. efek dari pencemaran logam berat ini sering dilaporkan (Edaniati & Fitriani, 2015).

Selain berdampak negative merkuri dapat juga dimanfaatkan pada kehidupan manusia dan lingkungan mencakup seluruh. Selama kurun waktu beberapa tahun, merkuri telah banyak digunakan dalam bidang kedokteran, industri dan pertanian. Bidang kedokteran dan kesehatan telah menggunakan merkuri sejak abad ke- 15, penyakit kelamin juga menggunakan merkuri (Hg) sebagai pengobatan (sifillis). Kalomel (HgCl) dimanfaatkan sebagai pembersih luka sebelum diketahui bahwa kalomel tersebut beracun sehingga tidak digunakan lagi sampai sekarang. Komponen organik digunakan sebagai media pengobat diuretika sampai bertahun – tahun dan juga dipergunakan sebagai campuran bahan bahan kecantikan (Edaniati & Fitriani, 2015).

B. Tambang Emas Tradisional



Gambar 1. Flowchart konsep perancangan

Penambangan emas tradisional merupakan salah satu bentuk kegiatan masyarakat yang dapat menyebabkan turunnya kualitas lingkungan (Ketaren, 2018). Pemberdayaan penambangan emas dengan cara tradisional oleh masyarakat saat ini, secara ekonomi belum menghasilkan hasil yang cukup

berarti bagi kenaikan taraf hidup masyarakat. Beberapa kendala yang menjadi hambatan pada usaha tambang rakyat antara lain adalah keterbatasan teknologi yang digunakan, kurangnya pengetahuan mengenai potensi dan prospek pengembangannya, terbatasnya ketersediaan data dan informasi. Pada proses pengolahan emas secara tradisional, bebatuan yang mengandung emas dimasukkan kedalam sebuah alat gelundungan, bebatuan ini akan direndam selama kurang lebih 24 jam dalam air dengan campuran merkuri(Hg), selain itu bebatuan dan Hg akan mengalami perlakuan tertentu seperti putaran, tumbukan atau gesekan selama proses pengolahan emas secara amalgasi (Ketaren, 2018). Komposisi sumberdaya alam berupa cadangan bahan galian emas yang ada kabupaten Aceh Selatan ini, merupakan suatu potensi yang sesuai untuk dikembangkan menjadi usaha tambang emas rakyat dan dapat diandalkan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat sehingga akan mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Nafrizal, 2021). Dengan demikian, perlu dicarikan suatu bentuk usaha pertambangan emas yang dapat dijadikan model solusi dalam pengembangan usaha tambang emas rakyat yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat dan sekaligus memberikan pendapatan kepada daerah berupa pendapatan asli daerah (Aziz, 2014).

Kemungkinan bencana juga besar telah terjadi, tambang emas tradisional menelan korban. Delapan pekerja tambang tertimbun tanah longsor di dalam lubang galian di lokasi tambang PT PSU di Gampong Simpang Dua, Menggamat, Kecamatan Kluet Tengah (Redaksi, 2021). Selain banjir yang seriong terjadi, bencana alam kali ini juga mengakibatkan terjadinya tanah longsor di kawasan Gunung perbatasan antara Desa Mersak dengan Desa Simpang Dua. Tumpukan tanah longsor yang menimbun seluruh badan jalan, sempat membuat Dua Desa di Menggamat yaitu Desa Simpang Dua dan Simpang Tiga terisolir selama beberapa jam karena tidak ada alternative transportasi lain untuk menuju ke desa dari Pusat Kecamatan (Dampak Pembukaan Tambang, Menggamat Rawan Banjir - ANTARA News Aceh, n.d.).

III. METODE

A. Alat dan Bahan

Peralatan elektronika yang digunakan dalam perancangan ini meliputi :

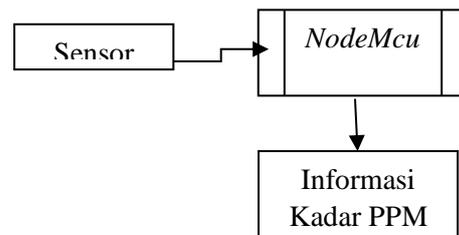
- Nodemcu*
- Website Thingspeak*
- Fritzing 0.9.0b.32pc*
- Arduino 1.8.1 Windows*
- Laptop Windows intel Pentium*

B. Pemrograman Nodemcu V3

Nodemcu V3 dapat deprogram dengan compilernya *Arduino IDE*, tentu saja platform pemrogramannya memakai bahasa C. (Li, 1998) Bahasa Pemrograman Arduino tidak serumit bahasa pemrograman C untuk Atmega seperti Codevision AVR, struktur pemrograman memang menggunakan Bahasa C tetapi mekanisme pemrogramannya sama dengan memprogram mikrokontroler (F.Rohmah Mimin, Zahara Soffa, 2018).

C. Perancangan Sistem

Diagram blok ini dibuat untuk mempermudah proses pendeteksi Pencemaran air sungai di desa Ruak menggunakan sensor *TDS* berbasis *internet Of Things*. Rangkaian sistem alat ini terdiri dari 3 rangkaian yaitu bagian input, bagian kendali dan bagian output seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Sketsa Sistem Blok Diagram

1. Perancangan Hardware

Beberapa rangkaian yaitu, *Vcc* sensor *TDS* disambungkan ke *VU* pada *Nodemcu* yang berfungsi untuk mengalirkan arus positif, *GND* pada sensor *TDS* dikoneksikan ke *GND* *Nodemcu* yang berfungsi untuk mengalirkan arus negatif, *A* pada sensor *TDS* dipasang ke *A0* *Nodemcu* yang berfungsi untuk mengirim data.



Gambar 3. Perancangan hardware

Alat ini bisa mengukur beberapa jumlah kadar besi (Fe) yang terlarut di dalamnya dan terhitung dalam satuan ppm (mg/l) yang ditunjukkan berupa angka digital di *display*-nya. Oleh karena itu Sensor ini menggunakan metode *Electrical Conductivity*, di mana dua buah probe (elektroda) yang dihubungkan untuk mendapatkan nilai konduktansi larutan yang akan diukur. Pembagian air kategori air menurut total zat padat yang terkandung di dalamnya (*TDS*)(Fauzi, Amani, dkk, 2016).

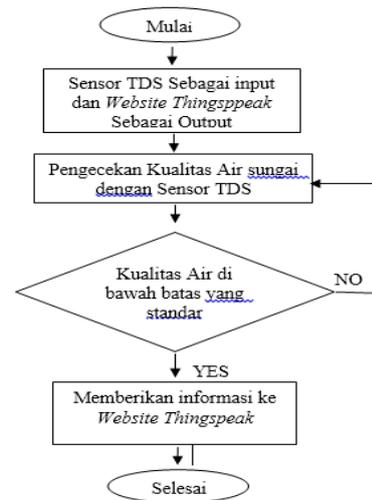


Gambar 4. Bentuk Keseluruhan Alat

Alat ini bekerja jika air sungai 10-100ppm maka *Thingspeak* akan membaca dan merubah warna lampu *Thingspeak* menjadi lampu berwarna hijau bertanda air sungai sangat baik, jika air 101-200ppm maka *Thingspeak* akan membaca dan merubah warna lampu menjadi lampu berwarna kuning bertanda air baik, dan jika air 201- 424ppm maka *Thingspeak* akan membaca dan merubah warna menjadi lampu merah bertanda air tidak baik.

2. Perancangan Flowchart

Saat program di input maka *Nodemcu* terhubung ke Hotspot. *Flowchart* adalah sebuah gambar yang menunjukkan aliran proses dan hubungan dari suatu program. *Flowchart* berguna untuk menjelaskan alur program yang dibuat agar orang lain bisa memahami alur perancangan *Flowchart* yang telah dibuat.



Gambar 5. Perancangan Flowchart

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitiannya, pertama adalah proses input dari sensor TDS sebagai pendeteksi tingkat kandungan Logam berat dalam air yang diambil beberapa titik sample. Kedua adalah penetapan standard kualitas air 10-100 ppm sebagai kualitas air layak konsumsi, 101-200 ppm sebagai standard air dengan kualitas baik dan 201- 424 ppm sebagai air tidak layak konsumsi. Tahap ketiga adalah proses pengiriman data kualitas air ke website. Pada penelitian ini digunakan website *Thingspeak.com* yang memberikan layanan secara gratis.

3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada desa Ruak Kecamatan Kluet Utara, Aceh Selatan. Desa ruak memiliki jumlah penduduk sekitar 24.853 orang (BPS, 2016) dan menjadi jumlah penduduk yang terbanyak di kabupaten Aceh Selatan. Diperkirakan lokasi tambang emas tradisional warga sekitar 10KM kearah utara.





Gambar 6. Kondisi Tambang tradisional Menggamat (AJNN, 2018).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa kerja sistem

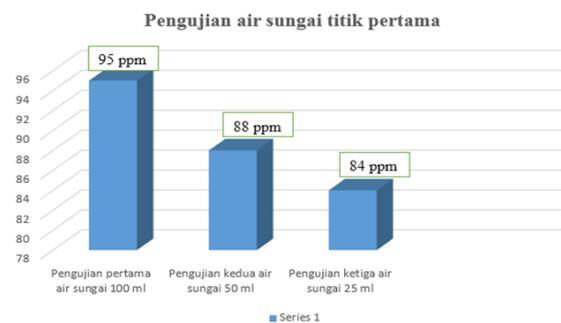
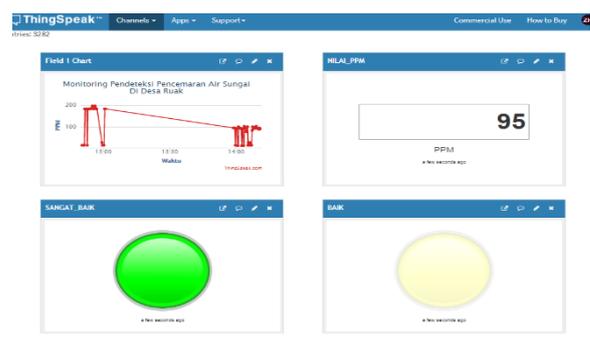
Komponen saling terhubung satu dengan yang lainnya Nodemcu yang berfungsi sebagai kendali dari semua rangkaian yang terhubung ke website *Thingspeak* untuk memberikan informasi sebagai monitoring pendeteksi pencemaran air sungai. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dapat memberikan sebuah hasil pengujian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun hasil penelitian yang diperoleh yaitu pendeteksi pencemaran air menggunakan sensor *TDS* dengan sistem pendeteksi pencemaran air sungai, pada pembacaan alat ini menemukan hasil ppm.

Hasil pertama penelitian yang telah dicapai adalah hasil ppm dari pendeteksi pencemaran air sungai menggunakan sensor *TDS*, kotak rangkain dan papan *PCB* dari sistem pendeteksi pencemaran air sungai berada dalam sebuah kotak rangkain *acrylic*. Pembentukan sistem tersebut dapat memberikan kemudahan dalam penggunaannya.

Hasil penelitian kedua yang telah dicapai yaitu ketetapan dan ketelitian pada pembacaan alat *TDS* dalam bentuk ppm data ketepatan didapatkan dari perbandingan antara air sungai dititik pertama, kedua, dan ketiga. Ketelitian didapatkan dari pengukuran berulang sebanyak 10 kali perulangan. Suatu alat ukur yang baik memiliki suatu tujuan pengukuran mendekati 1 atau 100%, sedangkan ketelitian merupakan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan perhitungan secara berulang-ulang.

Hasil penelitian ketiga yang dicapai adalah hasil pembacaan alat *TDS* dengan tampilan ppm dan website *Thingspeak* juga menggunakan tampilan lampu beserta nilai ppm nya. Hasil pembacaan alat pendeteksi pencemaran air sungai dilakukan selama 8 jam berturut-turut, dari jam 08:00 sampai jam 02:30 pembacaan alat ini dilakukan pada air sungai desa Ruak memiliki rentang nilai 90 ppm nilai rata-rata pada sampel air titik pertama, 99 ppm nilai rata-rata pada sampel air di perumahan warga dititik ketiga. Pada penelitian pertama nilai yang terukur berada dibawah rentang yang diharapkan sehingga sensor *TDS* yang terhubung dengan *NodeMcu* otomatis akan terdeteksi. Mikrokontroler memberikan logika ke sensor *TDS* untuk menyambungkan satu daya ke *TDS*.

B. Grafik pengujian



Gambar 7 dapat terlihat hasil dari pengukuran dari ketiga sample air, jumlah air bervariasi dari 25 ml air sampai dengan 100 ml yang ditampilkan pada website dengan data yang realtime. Pada pengujian pertama menunjukkan ppm yang lebih tinggi yaitu 95, ini berbanding lurus dengan jumlah air yang digunakan pada saat pengujian. Pemantauan hasil dari pengukuran dapat terlihat jelas secara realtime. Hasil pengiriman data ke server thingspeak

dipengaruhi juga oleh kecepatan koneksi pada area tersebut. Pada penelitian ini koneksi yang digunakan adalah dari provider telkomsel dengan jenis sinyal 4G.

IV. Kesimpulan

A. Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem pendeteksi yang kemudian dilanjutkan dengan tahap hasil dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa perancangan alat pendeteksi pencemaran air sungai menggunakan sensor *TDS* telah diselesaikan dengan input dan output untuk mendeteksi tingkat merkuri. Dari 10 percobaan ada 3 sampel air dari sumber air yang dapat dipakai oleh masyarakat setempat, untuk air yang baik digunakan apabila air tersebut memiliki ppm ≤ 100 ppm maka air sangat baik digunakan, jika air ≥ 200 ppm maka air tidak baik digunakan. Dan pemberitahuan berupa grafik dan lampu pada *Thingspek* pun muncul.

B. Saran

Pada pembuatan alat sistem monitoring pendeteksi pencemaran air sungai ini masih jauh dari kata sempurna karna masih terdapat kekurangan-kekurangan. Alat tersebut masih dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya sehingga dapat dinyatakan sebagai alat pendeteksi pencemaran air sungai bermerkuri. Untuk hasil yang maksimal menggunakan sensor *TDS* sebagai alat pembacaan air yang bermerkuri agar data yang diperoleh juga akurat.

Kepada pemerintah Kabupaten Aceh Selatan diharapkan dapat lebih mengambil peran aktif dalam penertiban penggunaan merkuri dengan mengeluarkan peraturan dan mengupayakan pendampingan mengenai bahaya penggunaan merkuri baik untuk kesehatan pengguna sendiri maupun dampak kepada pencemaran lingkungan, supaya masyarakat bisa lebih berhati-hati agar lingkungan sekitar terhindar dari pencemaran dan air menjadi layak konsumsi.

REFERENSI

- Yoga, Eka, Saputra (2014). *Rancang Bangun Wireless Sensor Network Untuk Monitoring Pencemaran Air Sungai Menggunakan Topologi Mesh Network*. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Teknik Komputer Surabaya
- Bps (2016). *Demografi Aceh selatan*.
- AJNN. (2018). *Izin Perusahaan Tambang di Manggamat Perlu Dievaluasi*.
- Akhsani, R., & Hidayat, A. T. (2021). *Rancang Bangun Aplikasi Internal Kantor Untuk*. 2(29), 80–87. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v2i2.29>
- Astiti, L. G. S., & Sugianti, T. (2017). Dampak Penambangan Emas Tradisional pada Lingkungan dan Pakan Ternak di Pulau Lombok. *Sains Peternakan*, 13(2), 101. <https://doi.org/10.20961/sainspet.v12i2.4786>
- Aziz, M. (2014). Model Pertambangan Emas Rakyat dan Pengelolaan Lingkungan Tambang di Wilayah Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Dinamika Rekayasa*, 10, 20–28.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Luas Lahan Sawah Menurut Provinsi (ha), 2003–2014*.
- Dampak Pembukaan Tambang, Menggamat Rawan Banjir - ANTARA News Aceh*. (n.d.).
- Edaniati, E., & Fitriani, F. (2015). Analisis Perilaku Masyarakat Terhadap Dampak Merkuri Untuk Kesehatan di Gampong Cot Trap Kecamatan Teunom Kabupaten Aceh Jaya Tahun 2014. *J-Kesmas: Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat (The Indonesian Journal of Public Health)*, 2(2), 8. <https://doi.org/10.35308/j-kesmas.v2i2.1097>
- Ii, B. a B. (1998). *Bab ii dasar teori 2.1*. 5–18.
- Ketaren, H. S. (2018). Analisis Kandungan Merkuri (Hg), Pengetahuan Dan Sikap Serta Pemanfaatan Badan Air Oleh Masyarakat Sekitar Pengolahan Emas Tradisional Di Nagari Ganggo Hilia Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman

- Tahun 2018. *Universitas Stuttgart*.
- Marselia, M., & Meysiana, C. (2021). *Pembuatan animasi 3d sosialisasi penggunaan jalur simpangan dan bundaran ketika berkendara*. 2, 104–112. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v2i2.55>
- Nafrizal. (2021). *Hendri Yono Minta Pemerintah Kaji Kembali Operasi Tambang di Menggamat | Analisa Aceh*.
- Putranto, T. T. (2011). Pencemaran LOGAM BERAT MERKURI (Hg) PADA AIRTANAH Thomas Triadi Putranto *. *Teknik*, 32(1), 62–71.
- Redaksi. (2021). *Tambang Emas Tradisional Menggamat, Kembali Menelan Korban - Peristiwa - BERITAMERDEKA.NET*.
- Sardjito. (2019). *Merkuri dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia*.
- Setiawan, H. (2015). *Biometric Recognition based on Palm Vein Image Using Learning Vector Quantization*. 5–9.
- Subanri. (2008). Kajian Beban Pencemaran Merkuri (Hg) Terhadap Air Sungai Menyuke Dan Gangguan Kesehatan Pada Penambang Sebagai Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Di Kecamatan Menyuke Kabupaten Landak Kalimantan Barat. *Semarang*, 14–22.
- Ananda, Gilang, dkk (2017). *Rancang Alat Ukur Padatan Terlarut, Kekeruhan dan pH Air Menggunakan Ardiono Uno*. Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makasar
- F.Rohmah Mimin, Zahara Soffa, (2018). *Prototype Smart Home dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things(IOT)*. Jurnal Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Majapahit
- Fauzi, Amani, dkk, (2016). *Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, Dan Jumlah Kepadatan Terlarut*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti.