

SISTEM PEMANTAU CEMARAN AIR RAKSA (*METHYL MERCURY*) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) PADA BADAN AIR SUNGAI BATANGHARI JAMBI

Pariyadi

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Nurdin Hamzah, Jambi

E-mail: pariyadi.twn@gmail.com

Abstract – The parameters used to monitor and determine the quality of river water are divided into physical, chemical, and microbiological parameters. In chemical parameters, especially dissolved metals, there is also mercury (Methyl Mercury / Hg) which is very dangerous. Even water that is exposed to mercury cannot be purified in any way. Research on water quality by the Jambi Regional Environment Agency at 16 points found that the Batanghari category is now heavily polluted (Class D), allegedly due to waste water from Gold Mining Without Permits. The need for raw water for residents throughout the Batanghari River area is an urgency to always maintain its quality. To determine the development of water quality, especially in the dissolved metal content which is dangerous and is the main pollutant of illegal gold mining activities such as methyl mercury / Hg, an effective and efficient technology is needed so that it is expected to be able to read the level of contamination in water in real time. the purpose of water quality monitoring is to match whether the water quality monitoring results is in accordance with the standard of use / consumption. internet of things technology is applied using raspberry pi with several sensors including a pH sensor, color sensor, TDS electrolyzer, and a mobile application that is used to monitor data in real time. Electrolysis technique used as a whole can work well, although there are still errors with an average value of 2.32%. The mercury contamination monitoring tool will produce data output in the form of a summary of the mercury contamination category, pH, and water turbidity level. Then the output that has been generated in real time is sent via the Module Shield Sim800 GSM component to the server and can be monitored through the Methyl Mercury Contamination Monitoring Application.

Keywords : Batanghari Jambi, Internet of Things, IoT, Monitoring System, Methyl Mercury.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air, parameter yang digunakan untuk memantau dan mengetahui kualitas air sungai dibagi menjadi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Parameter fisik terdiri dari kekeruhan, warna, rasa, bau, suhu, dan kandungan bahan padat terlarut (TDS). Sedangkan parameter kimia terdiri dari pH, Dissolved Oxygen (DO), Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Nitrat, Nitrit, Sulfat, kesadahan, dan logam terlarut. Sementara parameter biologi terdiri dari Total coliform dan *Escherichia coli*. Pada parameter kimia khususnya logam terlarut, terdapat juga air raksa (Methyl Mercury/Hg) yang sangat berbahaya. Bahkan air yang terpapar air raksa tidak bisa dimurnikan dengan cara apapun. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 soal bahan baku air minum, batas aman merkuri 0,001 mg/l, arsenik 0,005 mg/l, dan besi 0,3 mg/l.

Dilansir dari hasil yang telah dipublikasi di situs Kompas, Kadar merkuri air permukaan Sungai

Tembesi yang menjadi sumber air PDAM Tirta Sako Batuah, Kota Sarolangun, tepat di garis kritis.

Di saluran intake PDAM, kadar logam berat itu mencapai 0,001 mg/l, besi 1,39 mg/l, dan arsenik 0,001 mg/l. Kadar merkuri dalam sampel saluran intake PDAM Merangin, yang airnya bersumber dari Sungai Merangin, sama seperti Sungai Mesumai (0,0008 mg/l), arsenik 0,002 mg/l, tetapi kadar besinya empat kali di atas batas aman (1,31 mg/l). Ketiga sungai itu bermuara di Batanghari. Akibatnya, kualitas air Sungai Batanghari terus memburuk. Penelitian kualitas air oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Jambi, April lalu, di 16 titik menemukan, kategori Batanghari kini tercemar berat (Kelas D), diduga akibat air buangan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI). Selain itu, berdasarkan data yang tercantum pada Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 51/KPTS/M/2012 Tentang Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Batanghari, diproyeksikan jumlah penduduk sekitar wilayah Sungai Batanghari terus meningkat tiap tahunnya, sebagai contoh Kota Jambi hingga tahun 2028 diproyeksikan sejumlah 715.525 jiwa bergantung pada Sungai Batanghari dengan kebutuhan air yang meningkat hingga 104,46 m3/dt.

Sistem akan dibuat dengan sederhana agar memudahkan pemantauan cemaran air raksa (*Methyl Mercury*). Dari uraian yang telah dijelaskan diatas

penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang penulis tuangkan ke dalam penelitian yang berjudul **“Sistem Pemantau Cemar Air Raksa (*Methyl Mercury*) Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Badan Air Sungai Batanghari**“.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diambil rumusan masalah yang akan menjadi pembahasan penelitian ini yaitu : **“Bagaimana membangun sistem pemantau cemaran air raksa menggunakan IoT berupa perangkat Raspberry Pi beserta antarmuka aplikasi berbasis web ?”**.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan yaitu tersaji keluaran dari sistem pemantau yang berhasil diproses secara otomatis meliputi kompleksitas antara input dan output hingga diperoleh pola-pola data yang menunjukkan cemaran air raksa.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Membantu instansi pemerintah setempat dalam meningkatkan pencegahan dan restorasi kondisi sungai sehingga membawa perbaikan pada bidang pertanian, perkebunan dan perikanan, melalui langkah identifikasi dini terhadap pencemaran air raksa.
2. Pencemaran logam berbahaya dari air raksa dapat terus terpantau dengan inovasi teknologi, sehingga menunjukkan informasi secara *real time* yang dapat meningkatkan kewaspadaan dan edukasi terhadap pentingnya menjaga lingkungan.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian sesuai spesifikasi yang ditentukan maka ruang lingkup pembahasan dalam penelitian pada PT. Telur Sukses Sejahtera (TSS) Sebapo II adalah sebagai berikut:

1. Pembangunan sistem pemantau cemaran air raksa menggunakan IoT berupa perangkat Raspberry Pi, sensor pH, sensor kekeruhan, sensor warna maupun indikator cemaran air raksa.
2. Untuk memantau perubahan data, dibangun aplikasi berbasis web, sehingga dapat diakses dari manapun.
3. Data luaran yang dihasilkan berupa hasil pantauan data pH, kekeruhan, dan cemaran air raksa (*Methyl Mercury*).

1.6. Metode Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara:

1. Penelitian Ke Lapangan
Dalam penelitian ini langsung ke Lapangan pada badan air Sungai Batanghari untuk melakukan pengamatan serta wawancara kepada pihak yang berhubungan dan terkait yaitu Balai Wilayah Sungai Sumatra VI Jambi untuk mendapatkan sumber informasi yang dibutuhkan dalam penelitian.
2. Studi Pustaka
Peneliti mengambil beberapa referensi baik itu dari jurnal, buku, maupun sumber-sumber lain untuk membantu dalam pengolahan data.
3. Penelitian Laboratorium
Untuk menguji kebenaran dari pada program aplikasi yang bangun.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Sistem

Sistem adalah suatu kumpulan unsur-unsur yang bergabung menjadi satu kesatuan dan mempunyai tujuan yang sama. Unsur-unsur dalam sistem tersebut saling berhubungan satu sama lain untuk memudahkan arus informasi agar dicapai suatu tujuan yang sama.

Menurut Rapoport (2014:32), “Sistem adalah suatu kumpulan kesatuan dan perangkat hubungan antara satu sama lain”.

Dan selain itu Menurut L.Ackof (2014:33) “Sistem adalah setiap kesatuan secara konseptual atau fisik yang terdiri dari bagian-bagian dalam keadaan saling tergantung sama lain”.

Menurut Bertalanffy (2014:32), “Sistem adalah seperangkat tunsur-unsur yang terikat dalam suatu antar relasi di antara unsur-unsur tersebut dan dengan lingkungan”.

Berdasarkan penjelasan sistem diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem adalah sebagai gabungan dari beberapa elemen atau komponen-komponen yang saling berkaitan untuk melakukan kerjasama dalam melakukan tujuannya.

2.2. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia. Pemanfaatan terbesar danau, sungai, lautan dan air tanah adalah

untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya berpotensi sebagai objek wisata (Pinontoan, 2019).

Pencemaran air merupakan masalah global utama yang membutuhkan evaluasi dan revisi kebijakan sumber daya air pada semua tingkat (dari tingkat internasional hingga sumber air pribadi dan sumur). Telah dikatakan bahwa polusi air adalah penyebab terkemuka di dunia untuk kematian dan penyakit, dan tercatat atas kematian lebih dari 14.000 orang setiap harinya.

2.3. Raspberry Pi

Menurut Ash Stone (2012), Raspberry Pi adalah sebuah mini komputer yang ukurannya sama dengan credit card yang dapat digunakan untuk banyak hal seperti yang komputer bisa lakukan, seperti spreadsheets, word processing, permainan, dan juga pemrograman.

Raspberry Pi juga bisa digunakan untuk pengontrolan lebih dari satu device, baik jarak dekat ataupun jarak jauh. Berbeda dengan mikrokontroler, Raspberry Pi dapat mengontrol lebih dari 1 unit device yang ingin dikontrol. Untuk pengontrolan unit device yang akan dikontrol, Raspberry Pi menggunakan bahasa Python sebagai bahasa pemrogramannya. Raspberry Pi memiliki beberapa fitur, yaitu Micro SD yang berfungsi sebagai harddisk, port usb, port Ethernet, audio video output, HDMI Video, CPU 400-700 MHz, dan yang paling penting adalah Raspberry Pi memiliki pin GPIO yang berfungsi untuk interface dengan berbagai perangkat elektronik.



Gambar 1. Raspberry Pi

2.4. Pengertian Air Raksa (Methyl Mercury)

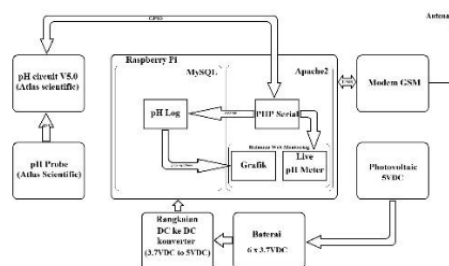
Air raksa atau merkuri (*methyl mercury*) adalah bahan kimia yang termasuk ke dalam golongan logam namun berbentuk cair pada suhu kamar. Jika terserap oleh kulit, terhirup, atau tertelan, air raksa dapat berbahaya bagi kesehatan. Merkuri cair mudah sekali menguap alias cepat dalam berubah bentuk menjadi gas bahkan pada suhu ruangan. Merkuri di dalam Peraturan

Pemerintah (PP) Nomor 74 Tahun 2001 tentang Bahan Berbahaya dan Beracun termasuk kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dengan karakteristik beracun, karsinogenik dan berbahaya bagi lingkungan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kebutuhan Perangkat Keras

Adapun kebutuhan pada perangkat keras meliputi bagian-bagian sesuai pada gambar 2, terdiri dari 3 bagian, diantaranya sensor pH *probe*, sensor kekeruhan, sensor warna yang difungsikan sebagai input, selanjutnya pada bagian utama terdapat Raspberry Pi yang difungsikan sebagai server dan *Module Shield* Sim800 GSM difungsikan sebagai perangkat jaringan pengirim notifikasi.

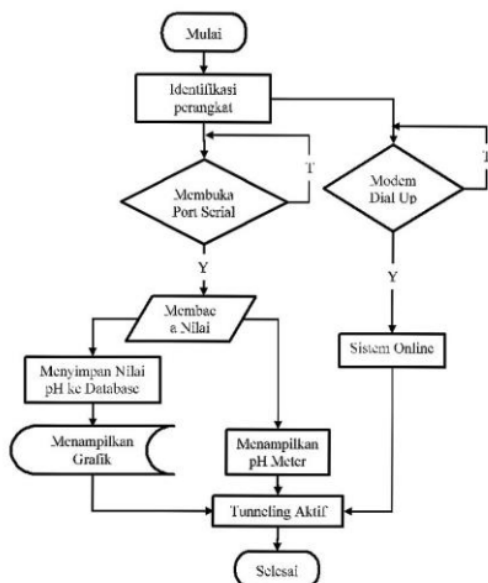


Gambar 2. Diagram Sistem Untuk Perangkat Keras

3.2. Diagram Flow Chart

Adapun alat monitoring cemaran air raksa (*methyl mercury*/ Hg) berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan Raspberry Pi 4 Model B disertai pH *Electrode Sensor* serta *Mercury Electrolyze Module*. Pemilihan modul air raksa (*methyl mercury*) berbasis Elektrolisis karena ketersediaan sensor canggih untuk membaca secara akurat data digital kandungan air raksa sangatlah mahal dan tidak dipasarkan secara bebas, berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Inan Maulana (2017) [5] mengenai Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Menggunakan Elektrolisis dan Konduktivitas, Metode Elektrolisis yang digunakan secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik, walaupun masih terdapat *error* dengan rata-rata senilai 2,32%. Pada alat monitoring cemaran air raksa ini akan menghasilkan *output* data berupa kesimpulan kategori cemaran air raksa, pH, dan tingkat kekeruhan air. Selanjutnya *output* yang telah dihasilkan secara waktu nyata (*real time*) dikirimkan melalui komponen *Module Shield* Sim800 GSM ke sebuah komputer server dan dapat dipantau melalui

Aplikasi Monitoring Cemarair Air Raksa (*Methyl Mercury*) yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 3. Diagram Flow Chart Sistem Pemantau Cemarair Air Raksa

3.3. Implementasi Aplikasi Sistem Pemantau Cemarair Air Raksa (*Methyl Mercury*)

1. Implementasi Rancangan Aplikasi

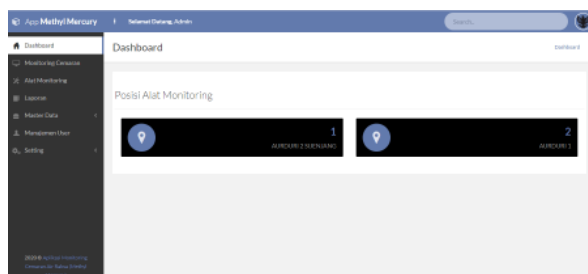
Kebutuhan air baku bagi penduduk di seluruh wilayah Sungai Batanghari menjadi urgensi untuk selalu terjaga kualitasnya. Untuk mengetahui perkembangan kualitas air khususnya pada kandungan logam terlarut yang berbahaya dan menjadi pencemar utama dari aktivitas penambangan emas ilegal seperti air raksa (*methyl mercury*/Hg), maka dibutuhkan teknologi yang efektif serta efisien hingga diharapkan dapat secara waktu nyata (*real time*) membaca tingkat cemaran pada air. seperti dituangkan pada BWRM-WISMP 2 Monitoring Kualitas Air (2017) [4] yaitu untuk mencocokkan apakah kualitas air hasil monitoring sesuai dengan standar penggunaan/konsumsi. Selain itu untuk membantui Balai Wilayah Sungai Sumatera VI dalam monitoring kualitas air, teknologi yang dirancang diharapkan dapat membantu beberapa tugas diantaranya : a) Membantu mengumpulkan data kualitas air, mengidentifikasi potensial sumber polusi dan beban polusi; b) Memelihara catatan panjang kualitas air, yang dapat dibaca secara waktu nyata (*real time*). Adapun teknologi yang dibangun pada penelitian ini, pemantauan cemaran air raksa (*methyl mercury*/Hg) dapat dilakukan secara mobile dengan aplikasi berbasis web. Hasil pengembangan antarmuka Aplikasi Monitoring Cemarair Air Raksa tersebut seperti tampak pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. Halaman Login Aplikasi Monitoring Cemarair Air Raksa Sungai Batanghari

2. Tampilan Halaman Dashboard Aplikasi Monitoring Cemarair Air Raksa Sungai Batanghari

Tampilan Halaman Dashboard Aplikasi Monitoring Cemarair Air Raksa Sungai Batanghari merupakan halaman yang akan tersaji setelah pengguna berhasil melakukan proses *login* pada sistem. Yang tampak pada halaman ini meliputi informasi posisi alat monitoring cemaran air raksa (*methyl mercury*) yang telah terpasang di lapangan beserta jumlah alat monitoring cemaran air raksa. Menu utama yang tersedia pada aplikasi ini terdiri dari menu Dashboard, menu Monitoring Cemarair yang difungsikan untuk melakukan pemantauan terhadap pergerakan data pada alat monitoring, menu Alat Monitoring yang difungsikan untuk melakukan manajemen pemasangan aplikasi ke peralatan monitoring cemaran air raksa, menu Laporan yang dapat dimanfaatkan untuk menarik dan mencetak hasil ke dalam bentuk laporan, menu master data yang difungsikan untuk manajemen data pokok yang digunakan untuk sistem monitoring cemaran air raksa, menu manajemen *user* yang digunakan untuk mengelola akses pengguna serta menu *setting* yang digunakan untuk mengatur fungsi-fungsi yang akan digunakan pada aplikasi pemantau cemaran air raksa. Adapun tampilannya seperti tampak pada gambar 5.

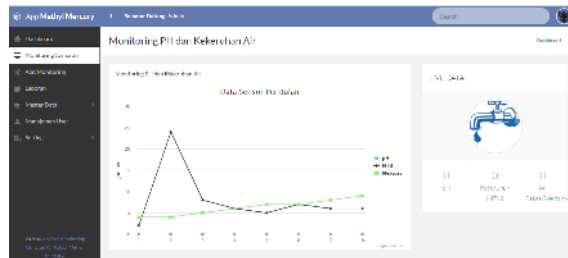


Gambar 5. Halaman Dashboard Aplikasi Monitoring Cemarair Air Raksa Sungai Batanghari

3. Tampilan Halaman Monitoring pH, Kekeruhan Air, dan cemaran Air Raksa Sungai Batanghari

Pada Tampilan Halaman Monitoring pH, Kekeruhan Air, dan cemaran Air Raksa Sungai

Batanghari menampilkan data keadaan pH air, kekeruhan serta deteksi air raksa (*methyl mercury*). Disertai hadirnya grafik pergerakan data per bulan yang dapat disesuaikan tampilannya. Adapun tampilannya seperti tampak pada gambar 6.



Gambar 6. Halaman Monitoring pH, Kekeruhan Air, dan cemaran Air Raksa Sungai Batanghari

4. Tampilan Halaman Daftar Penempatan Alat Monitoring Cemaran Air Raksa Sungai Batanghari

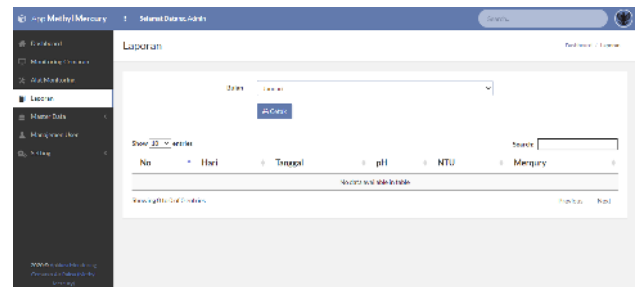
Pada halaman Daftar Penempatan Alat Monitoring Cemaran Air Raksa Sungai Batanghari. Berfungsi sebagai halaman untuk melakukan manajemen terhadap pemasangan ke aplikasi agar terhubung ke banyak peralatan monitoring cemaran air raksa yang dapat terpasang lebih dari 1 (satu) alat di sejumlah titik yang ada. Adapun tampilan halaman tersebut seperti tampak pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Halaman Daftar Penempatan Alat Monitoring Cemaran Air Raksa Sungai Batanghari

5. Tampilan Halaman Laporan Aplikasi Monitoring Cemaran Air Raksa Sungai Batanghari

Pada Tampilan Laporan Aplikasi Monitoring Cemaran Air Raksa Sungai Batanghari terdapat fasilitas yang dapat digunakan untuk memilih dan mencetak laporan pergerakan data cemaran pada air sungai Batanghari berdasarkan filter bulan dan tahun. Nantinya data akan tampil sesuai isian pada kolom filter, adapun tampilan halamannya sebagaimana tampak pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Halaman Laporan Aplikasi Monitoring Cemaran Air Raksa Sungai Batanghari

6. Tampilan Peralatan Monitoring Cemaran Air Raksa

Adapun peralatan yang telah dirakit ini akan menghasilkan *output* data berupa kesimpulan kategori cemaran air raksa, pH, dan tingkat kekeruhan air. Selanjutnya *output* yang telah dihasilkan secara waktu nyata (*real time*) dikirimkan melalui komponen Module Shield Sim800 GSM ke sebuah komputer server dan dapat dipantau melalui Aplikasi Monitoring Cemaran Air Raksa (*Methyl Mercury*) yang telah dijelaskan sebelumnya. Peralatan monitoring cemaran air raksa sebagaimana tampak pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Peralatan Monitoring Cemaran Air Raksa

IV. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi Sistem Pemantau Cemaran Air Raksa (Methyl Mercury) Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Badan Air Sungai Batanghari Jambi maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

2. Kebutuhan air baku bagi penduduk di seluruh wilayah Sungai Batanghari menjadi urgensi untuk selalu terjaga kualitasnya. Untuk mengetahui perkembangan kualitas air khususnya pada kandungan logam terlarut yang berbahaya dan menjadi pencemar utama

dari aktivitas penambangan emas ilegal seperti air raksa (*methyl mercury*/Hg), maka dibutuhkan teknologi yang efektif serta efisien hingga diharapkan dapat secara waktu nyata (*real time*) membaca tingkat cemaran pada air.

3. Telah dilakukan pembangunan prototype Sistem pemantau yang berhasil diproses secara otomatis meliputi kompleksitas antara input dan output hingga diperoleh pola-pola data yang menunjukkan cemaran air raksa.
4. Pemilihan modul air raksa (*methyl mercury*) berbasis Elektrolisis karena ketersediaan sensor canggih untuk membaca secara akurat data digital kandungan air raksa sangatlah mahal dan tidak dipasarkan secara bebas.
5. Adapun teknologi yang dibangun pada penelitian ini, pemantauan cemaran air raksa (*methyl mercury*/Hg) dapat dilakukan secara mobile dengan aplikasi berbasis web, sehingga dapat diakses dari manapun.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan untuk mencapai suatu tujuan yang diharapkan, maka penulis memberikan beberapa saran yang sekiranya dapat membantu penggunaan sistem pemantauan ini agar dapat memperoleh hasil dan manfaat yang maksimal.

Adapun saran-saran yang akan penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

3. Perlunya pelatihan bagi sumber daya manusia untuk mengetahui tata cara penggunaan sistem ini, sehingga aplikasi ini dapat dipahami dengan baik dan benar.
4. Untuk lebih menunjang dalam pengoperasian Sistem Pemantau cemaran air raksa tersebut penulis menyarankan menggunakan spesifikasi dari peralatan dan sistem komputer dengan perangkat *hardware* yang lebih tinggi, dengan kapasitas *Random Access Memory* (RAM) dan Harddisk yang lebih besar agar proses jalannya program bisa lebih stabil.
5. Diharapkan kedepannya instansi yang dapat memanfaatkan sistem pemantau cemaran ini yaitu Balai Wilayah Sungai Sumatera VI Provinsi Jambi dapat mengembangkan sebuah sistem aplikasi berbasis *mobile* android, ataupun yang lebih baik agar dapat berinovasi secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian

Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi dan sesuai kontrak Nomor: 070/LL10/PG/2020 yang telah membiayai penelitian ini dan terima kasih juga kami ucapkan kepada LPPM STMIK Nurdin Hamzah yang telah mendukung terlaksananya kegiatan penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Dermawan, Deni., K. N. 2013. "*Sistem Informasi Manajemen*". Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Inan Maulana. 2017. "Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Menggunakan Elektrolisis dan Konduktivitas Berbasis Arduino Uno". Universitas Negeri Yogyakarta
- Jogiyanto. 2014. "*Analisis dan Desain (Sistem Informasi: Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis*". Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Kadir, A. 2014. "*Pengenalan Sistem Informasi*". Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 51/KPTS/M/2012 Tentang Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Batanghari
- Kompas, 2014, <https://sains.kompas.com/read/2014/09/02/1524363/Minum.Air.Merkuri.di.Batanghari?page=all> , diakses tanggal 10 agustus 2020
- Panduan Aplikasi Kualitas Air. 2017. "Water Resources and Irrigation Sector Management Project-II (WISMP-2) Basin Water Resources Management (BWRM)". Jakarta. PT. Virama Karya Persero.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 74 Tahun 2001 tentang Bahan Berbahaya dan Beracun termasuk kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dengan karakteristik beracun, karsinogenik dan berbahaya bagi lingkungan.
- Pinontoan. R. Odi, *et al.* 2019. "Epidemiologi Kesehatan Lingkungan". Yogyakarta. Deepublish Publisher.
- Sunyoto, D. 2014. "*Sistem Informasi Manajemen (Perspektif Organisasi)*". Yogyakarta: CAPS (Center Of Academic Publishing Service).
- Sutabri, T. 2012. "*Analisis Sistem Informasi*". Yogyakarta: CV Andi Offset.

Stone, Ash. 2012. The Magpi-Issue 2.[Online].
Tersedia di :www.themagpi.com/issue/issue-2/. Diakses 20 Juni 2013.

IDENTITAS PENULIS

Nama : Pariyadi, M.Kom
NIDN/NIK : 1013029002 / 16.104
TTL : Jambi, 13 Februari 1990
Gol / Pangkat : III-B
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Alamat Rumah : Jl. Tanjung Harapan
No.67 Talang Bakung,
Kota Jambi
Telp. : 0852 6636 9055
Email : pariyadi.twn@gmail.com