# SISTEM MONITORING LIMBAH CAIR TEKSTIL BERBASIS WEBSITE

**A.A. Rizkiya[1], M.F. Wicaksono[2], Hidayat[3]**

[1]Jurusan Sistem Komputer, [2]Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, [3]Universitas Komputer Indonesia

[1]ahmadalyarizkiya@gmail.com, [2]mfajarwicaksono@gmail.com

ABSTRAK

Sistem monitoring merupakan salah satu teknologi yang sangat berkembang saat ini. Namun sistem monitoring ini masih belum sepenuhnya diimplementasikan pada instansi, contohnya pada Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH). Salah satu fungsi dari BPLH adalah pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan. Salah satu tugas dari BPLH adalah memonitoring kualitas limbah cair pada industri-industri tekstil. Kendala dari BPLH adalah hanya menerima data kualitas limbah tiga bulan sekali dari industri-industri yang telah diuji pada laboratorium, atau menginspeksi secara langsung kepada industri-industri yang dilakukan satu tahun sekali. Hal ini tentunya dapat menimbulkan beberapa kecurangan bagi oknum yang tidak bertanggung jawab untuk membuang limbah cair tanpa diproses terlebih dahulu. Maka diperlukan sistem monitoring yang menghasilkan data secara langsung agar limbah cair yang dibuang ke sungai sudah sesuai dengan kualitas yang ada. Outlet akhir pengolahan limbah cair yang akan diambil data kualitas, karena outlet ini yang nantinya akan membuang limbah cair pada sungai. Kualitas limbah cair akan ditentukan oleh sensor pH, suhu, dan kekeruhan air. Data-data tersebut akan diproses oleh NodeMCU dan **akan** dikirimkan melalui internet untuk ditampilkan pada *website* yang dikelola. Sistem monitoring ini dilakukan pengujian sensor dengan membandingkan dengan hasil pengujian laboratorium perusahaan, sempel limbah dan hasil pengujian laboraturium didapat dari PT. XYZ yang berada di Bandung dengan izin dari BPLH. Setelah melakukan pengujian dimana sensor pH, suhu, dan kekeruhan air dapat berfungsi dengan hasil pengukuran derajat keasaman (pH) dengan tingkat rata-rata *error* 2.13%, 6.03% untuk suhu (Termokopel) dan 5.63% untuk kekeruhan *(GE Turbidity*) ketika masing-masing dibandingkan dengan pengujian laboratorium perusahaan.

**Kata kunci: GE Turbidity, Limbah Cair, NodeMCU, pH Meter, dan Thermocouple.**

*Monitoring system is one of the most develope technologies today. but the system is not implemented in the instance for example at* Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH*). One of the function from* BPLH *is for monitoring the quality of liquid waste in textile industries. The problem from* BPLH*, they just receive a report of waste quality, every three months.* BPLH *receive it from industries that have been tested or inspected directly every year. This things certainly could bring an irresponsible persons for release a liquid waste without processed. Therefore, it's requireda system monitoring that can produces data directly, so the liquid waste discharged into the river is in accordance with the existing quality. The final outlet of liquid waste processing will be taken quality data, because this outlet will release the liquid waste to a river. The quality of liquid waste will be determined by* pH *sensors, temperature and turbidity. The data will be processed by* NodeMCU *and will be sent via the internet to be performed on the managed website. This monitoring system is tested by comparing the sensor with the results of laboratory testing company, waste sample and laboratory testing results obtained from PT. XYZ located in Bandung with permission from BPLH. After testing the pH sensors, temperature, and turbidity of the water can work with the results of the measurement of the degree of acidity (pH) with an average error rate of 2.13%, 6.03% for temperature (Thermocouple) and 5.63% for turbidity (GE Turbidity) each compared with the company laboratory testing.*

***Keyword: GE Turbidity, Liquid Waste, NodeMCU, pH Meter, dan Thermocouple.***

## I. PENDAHULUAN

Saat ini terdapat beberapa kasus pencemaran lingkungan telah menjadi topik hangat di berbagai media masa [1], salah satunya sungai Ciparungpung Bandung yang tercemar oleh limbah dan dampaknya dapat merugikan masyarakat dan ekosistem sungai tersebut [2]. agar mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan oleh berbagai kegiatan indutsri, maka diperlukan pengendalian atau pemantauan terhadap pencemaran lingkungan dengan menentukan baku mutu lingkungan, monitoring industri dan pengambilan sempel limbah cair [1].

Dilihat dari pengaruhnya terhadap lingkungan terutama sungai, monitoring terhadap limbah cair tekstil sebenarnya wajib dilaksanakan. Misalnya dengan memonitoring kadar limbah cair tekstil yang akan dibuang ke sungai. Dengan cara seperti ini, ekosistem yang terdapat di sungai akan tetap terjaga

serta masyarakat aman menggunakan air sungai untuk kebutuhan sehari-harinya. Selama ini petugas BPLH hanya mengandalkan data limbah dari perusahaan-perusahaan yang diberikan secara rutin menurut jadwal dengan waktu tertentu. Oleh karena itu sangat sulit untuk mengetahui kondisi secara langsung saat limbah cair dibuang ke sungai.

Dengan begini maka dirancanglah sebuah sistem monitoring limbah cair tekstil berbasis *website*. Sistem ini dibuat dan ditujukan untuk petugas BPLH agar dapat memantau keadaan limbah cair secara *real time*. Sistem ini dilengkapi dengan sensor pH, suhu dan kekeruhan air. Data dari sensor-sensor tersebut kemudian ditransmisikan pada *database*, sehingga hasilnya bisa ditampilkan melalui *website*. Dengan adanya penerapan sistem monitoring limbah cair tekstil berbasis *website*, diharapkan dapat menciptakan kemudahan bagi petugas BPLH untuk memonitoring limbah cair yang akan dibuang ke sungai sehingga dapat mencegah oknum-oknum industri yang membuang limbah cair tanpa diproses terlebih dahulu atau tidak sesuai baku mutu lingkungan yang sudah ditentukan oleh pemerintah.

## II. TEORI PENUNJANG

### A. *Baku Mutu Air Limbah*

Baku mutu air limbah adalah batas kandungan air yang di perbolehkan bagi zat atau pencemaran yang terdapat di dalam limbah cair. Parameter Baku Mutu Limbah cair dapat dilihat dari *Chemical Oxsygen Demand* (COD) bersifat kimia, *Total Suspended Solid* (TSS) bersifat Fisika, pH dan warna [5]. Namun, fokus pada tugas akhir ini hanya menjelaskan masalah pH, kekeruhan air dan suhu pada industri tekstil. Dimana pH dan suhu mengikuti Parameter Baku Mutu Limbah yang dapat dilihat pada table 2.1.

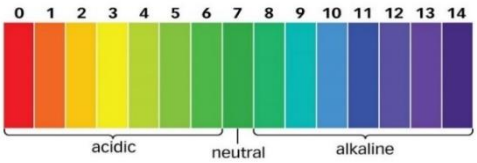
Tabel 2.1 Parameter pH Suhu dan Kekeruhan

| Parameter | Satuan | Permen LH No.5 Tahun 2014 | |
|---|---|---|---|
| | | I | II |
| pH | | 6,0-9,0 | 6,0-9,9 |
| Suhu | ℃ | 38 | 40 |
| Kekeruhan | NTU | 50 | 50 |

(Sumber : kebijakan pengendalian pencemaran air dalam permen LH nomer 5 tahun 2014)

### B. pH

**pH** merupakan derajat keasaman yang dapat digunakan untuk mengetahui suatu tingkat keasaman atau kebasaan oleh suatu larutan. pH sendiri dapat didefinisikan sebagai algoritma negatif dari aktivitas ion hidrogen (H+) yang ada atau terlarut dalam sebuah cairan [6]. Skala derajat pH dapat dilihat pada gambar 2.1.




Gambar 2.1 Skala pH

### C. Suhu

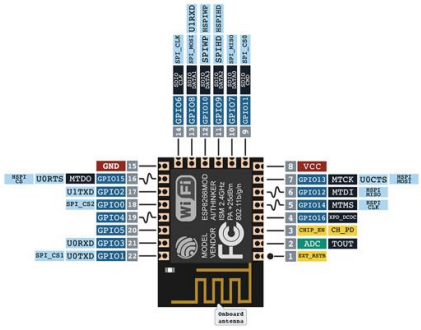
merupakan ukuran tinggi rendahnya panas air yang berada ditempat pengolahan limbah. Suhu dapat memegang peranan penting dalam berbagai kegiatan kimia dan fisika perairan [8].

### D. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan suatu ukuran bias cahaya dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu polutan yang berupa bahan organik, anorganik buangan industri [10].

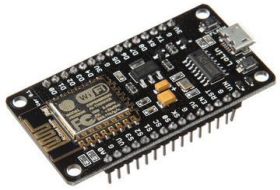
### E. Mikrokontroler

Sebuah sistem komputer yang mempunyai CPU (mikroprosesor), dengan dilengkapi sejumlah ROM, RAM, *timer/counter*, port *input/output*, serta ADC dalam sebuah chip tunggal yang bersifat tetap. NodeMCU merupakan sebuah *opensource platform IoT* yang terdiri dari perangkat keras berupa *System on Chip* ESP8266 versi ESP-12 salah satunya versi ESP-12E. Maka fitur-fiturnya kurang lebih mempunyai kesamaan antara versi ESP-12E dengan NodeMCU v.2 dan v3.



Gambar 2.2 *System on Chip* ESP-12E

Pada gambar dibawah ini adalah NodeMCU v.3 dimana terdapat *System on Chip* ESP-12E yang terpasang diboard sebagai penunjang NodeMCU.

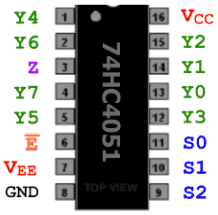


Gambar 2.3 NodeMCU V.3

### F. *Multiplexsing*

Multiplexsing meruapakan teknik penggabungan beberapa sinyal tertentu untuk dikirim secara bersamaan pada suatu kanal transmisi. Dimana

perangkat yang melakukan *Multiplexsing* disebut *Multiplexser* atau *Transceiver/Mux*. Berikut adalah gambar IC Multiplexer 4051 serta konfigurasi pin [14].




Gambar 2.4 IC *Multiplexer* 4051

G. pH Meter

sensor untuk mengetahui asam atau basa sebuah larutan dengan mengetahui elektroda pada larutan tersebut, dimana akan menghasilkan tegangan yang didapat proporsional dengan konsentrasi ion hidrogen di sekitar elektroda, dan juga proporsional dengan log dari konsentrasi ion hidrogen [5]. Bentuk sensor analog pH meter dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Analog pH Meter V1.0

Untuk mendapatkan nilai pengukuran dari sensor Analog pH Meter maka perlu dilakukan konversi menggunkan persamaan untuk mencari nilai tegangan dari nilai ADC yang telah didapatkan. Berikut ini adalah persamaan untuk mencari nilai tegangan dan nilai pH meter.

$$\text{Tegangan} = \frac{sensor\ (sensor + 10\ (\text{waktu pengumpulan data}))\ X\ 5.0}{1024} \quad (2.1)$$

pH = 3.5 x Tegangan + kompensasi 0.00 (2.2)

Setelah mendapatkan hasil pengukuran, maka kita dapat mencari nilai *error* pengukuran menggunakan persamaan sebagai berikut ini.

*EAbsolute* = | Xterukur - Xsebelumnya | (2.3)

*ERelative* = Xterukur / Xsebelumnya *Percent of* (2.4)

*error* = *ERelativer* x 100% (2.5)

Keterangan:

*EAbsolute* : *Error Absolute*

*ERelative* : *Error Relative*

Xterukur : Nilai yang terukur pada sistem

Xsebelumnya : Nila yang terukur pada lab perusahaan

H. Termocopel

Jenis sensor yang dapat digunakan dalam mendeteksi suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabungkan pada ujungnya sehingga menimbulkan efek *Thermo-electril.* Pada sensor ini untuk mendapatkan hasil pengukuran maka menngunakan modul IC MAX6675 untuk melakukan konversi termokopel secara digital.



Gambar 2.6 *Thermocouple* Tipe K dan IC Max6675

I. *GE Turbidity*

Sensor untuk mendeteksi kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan.



Gambar 2.7 GE Turbidity

Untuk mendapatkan nilai pengukuran dari sensor *GE Turbidity* maka perlu dilakukan konversi menggunkan persamaan untuk mencari nilai tegangan dari nilai ADC yang telah didapatkan. Berikut ini adalah persamaan untuk mencari nilai tegangan dan nilai NTU.

Tpengukuran = sensor * (5.0 / 1024.0) (2.6)

NTU = 100.00 (Tpengukuran/Tpembanding) * 100.00 (2.7)

Nilai dari Tpembanding didapatkan dari pengukuran air jernih dengan mencari tegangannya menggunakan persamaan 2.3. Dengan mengetahui Tpembanding maka kita dapat mengetahui niali NTU menggunakan persamaan.

J. *Website*

Keseluruhan halaman-halaman *web* yang terdapat dalam sebuah domain yang mengandung informasi [18].

K. *Internet*

Sebuah sistem komunikasi yang mampu menghubungkan jaringan-jaringan komputer di seluruh dunia [20].

L. *XAMPP*

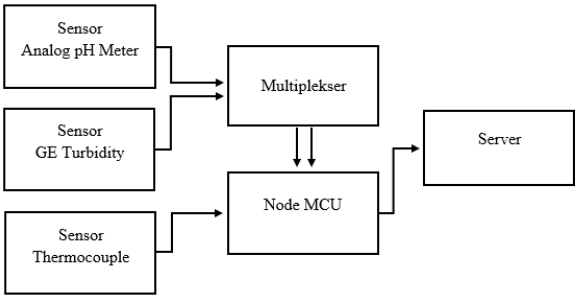
Program aplikasi pengembang yang berguna untuk pengembangan website berbasis PHP dan MySQL [21].

M. *MySQL*

Sistem manajemen *databaes* SQL yang bersifat *Open Source* dan paling besar saat ini. Sistem *database* MySQL mendukung beberapa fitur seperti *multithreaded, multiuser*, dan SQL *database* manajemen sistem (DBMS). MySQL adalah sebuah basis data yang dapat digunakan sebagai *Client* maupun *server* [20].

## III. PERANCANGAN SISTEM

### *A. Diagram Blok*




Gambar 3.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem

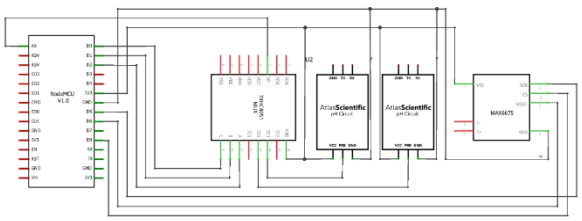
Berikut adalah keterangan masing-masing blok:

Berikut adalah keterangan masing-masing blok:

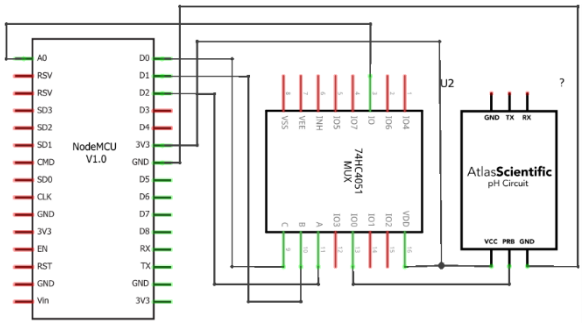
1. Sensor pH berfungsi sebagai sensor untuk mengambil data limbah cair apakah limbah tersebut bersifat asam, basa atau netral.
2. Sensor Kekeruhan berfungsi sebagai sensor untuk mengambil data limbah cair apakah limbah tersebut jernih atau keruh.
3. Sensor Suhu berfungsi sebagai sensor untuk mengambil data limbah cari apakah suhu air panas, dingin atau netral.
4. IC 4051 berfungsi sebagai *multiplekser* inputan data analog sensor pH dan Kekeruhan untuk *switching* data yang akan masuk pada mikrokontroler.
5. NodeMCU berfungsi sebagai pengolah data dan modul pengirim data melalui internet.
6. Server berfungsi sebagai tempat pemyimpanan data.

### B. Perancangan Perangkat Keras

Diperlukan beberapa tahapan yang akan dilakukan mulai dari merangkai NodeMCU dengan sensor pH, suhu, dan kekeruhan.

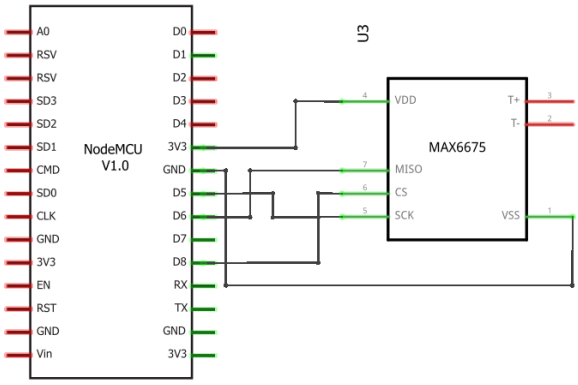


Sensor analog pH meter merupakan modul pengukuran tegangan yang dihasilkan dari probe atau elektroda kaca dengan mengukur jumlah ion H3+ didalam sebuah larutan yang nilai keluarannya akan menentukan larutan tersebut bersifat asam atau basa. Berikut rangkaiannya.



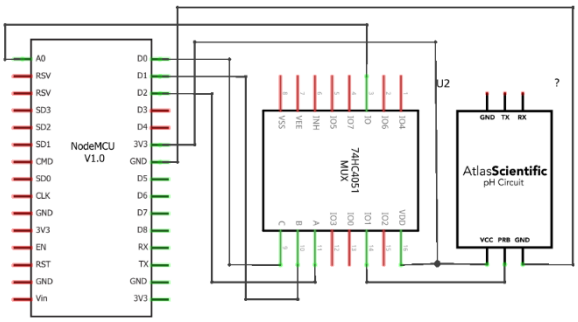

Gambar 3.2 Rangkaian NodeMCU ke pH Meter

Sensor Thermocouple merupakan sensor yang dapat mengukur suhu pada air. Pada rangkaian ini terdapat IC MAX6675 sebagai output digital dari sinyal pengukuran *thermocouple* tipe-K.




Gambar 3.3 Rangkaian NodeMCU ke *Thermocouple*

Sensor GE Turbidity merupakan sensor yang dapat mengukur kekeruhan air yang dihasilkan dari pengukuran tingkat transmitasi dan hamburan cahaya yang berubah dengan jumlah padatan tersuspensi total (TSS) dalam air.

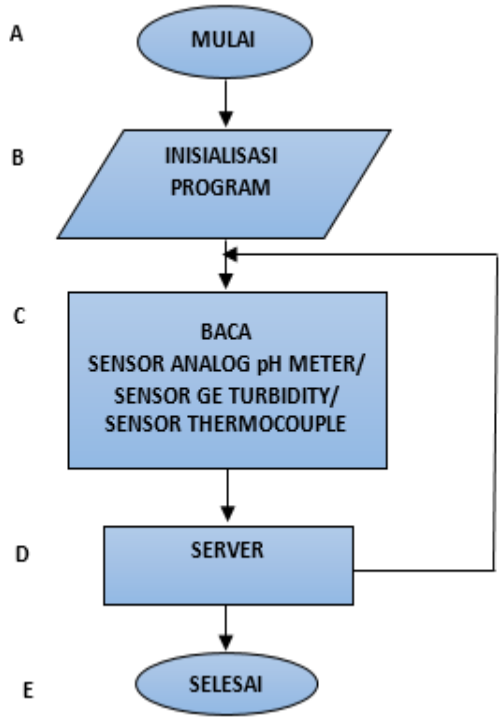



Gambar 3.4 Rangkaian NodeMCU ke *GE Turbidity*

### C. Diagram Alir Sistem Secara Umum

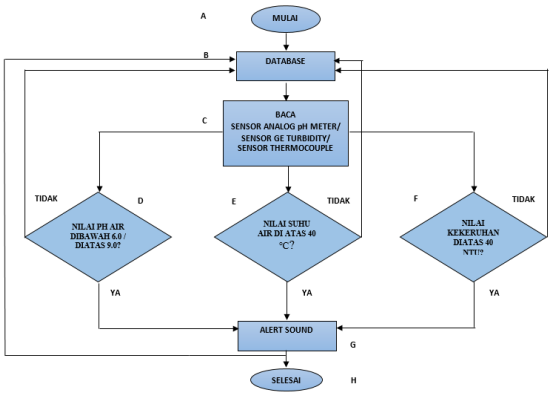
Diagram alir ini adalah pembacaan dari sensor analog pH meter, sensor *GE Tutbidity* dan sensor Termokopel, kemudian data diproses dan dikirimkan

oleh NodeMCU pada server dan ditampilkan pada *website*.




Gambar 3.6 Diagram Alir Secara Umum

Diagram alir notifikasi alert sound, dimana hasil pembacaan pada sensor akan disimpan pada server, jikaa data sensor yang melebihi ambang batas baku mutu limbah cair maka alert sound akan berbunyi pada server.

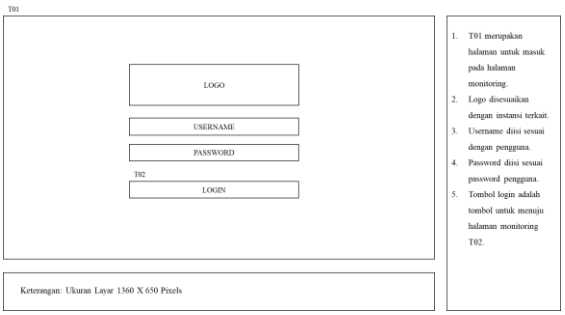



Gambar 3.7 Diagram Alir Notifikasi Alert

## *D. Antar muka*

**Antarmuka *website*** merupakan sarana komunikasi antara pengguna dan sistem yang digunakan. Adapun perancangan antarmuka pada sistem meliputi halaman login, halaman monitoring, halaman tabel dan halaman grafik.

1. Perancangan antarmuka *Login*



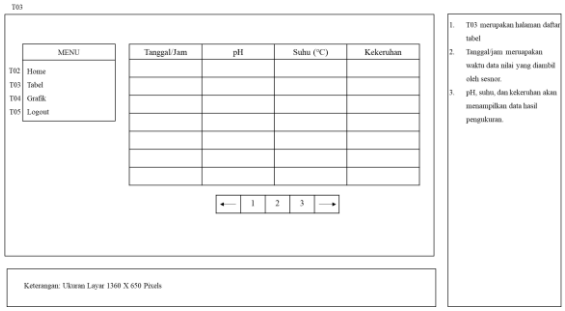

Gambar 3.12 Tampilan Antarmuka Menu pada *Website*

2. Perancangan antarmuka Monitoring



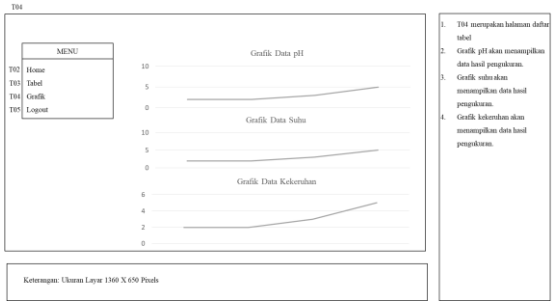

Gambar 3.13 Tampilan Antarmuka Menu pada *Website*

3. Perancangan antarmuka daftar tabel




Gambar 3.14 Tampilan Antarmuka Menu Tabel pada *Website*

4. Perancangan antarmuka grafik




Gambar 3.15 Tampilan Antarmuka Menu Statistika pada *Website*

# IV. PENGUJIAN

## *A. Pengujian Sensor*

Table 4.2 Nilai Error Pada Pengukuran pH Air Limbah

| | **Hasil Pengujian** | | | |
|---|---|---|---|---|

| Pengujian | Alat Rancangan | Lab Perusahaan | error absolute | error relative | Percent of error (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Percobaan 1 | 6.94 | 6.97 | 0.03 | 0.004 | 0.4 |
| Percobaan 2 | 7.14 | 7.28 | 0.14 | 0.019 | 1.9 |
| Percobaan 3 | 7.65 | 7.98 | 0.33 | 0.041 | 4.1 |
| Rata-rata *error* | | | | | 2.13 |

*EAbsolute* = | 6.94 – 6.97 | = 0.03

*ERelative* = 0.03 / 6.97 = 0.004

*Percent of error* = 0.004 x 100 = 0.4%

Table 4.4 Nilai Error Pada Pengukuran suhu Air Limbah

| Pengujian | Hasil Pengujian | | error absolute | error relative | Percent of error (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Alat Rancangan | Lab Perusahaan | | | |
| Percobaan 1 | 27 | 26 | 1 | 0.038 | 3.8 |
| Percobaan 2 | 26 | 29 | 3 | 0.103 | 10.3 |
| Percobaan 3 | 26 | 25 | 1 | 0.04 | 4 |
| Rata-rata *error* | | | | | 6.03 |

*EAbsolute* = | 27 – 26 | = 1

*ERelative* = 1 / 26 = 0.038

*Percent of error* = 0.038 x 100 = 3.8%

Table 4.6 Nilai Error Pada Pengukuran kekeruhan Air Limbah

| Pengujian | Hasil Pengujian | | error absolute | error relative | Percent of error (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Alat Rancangan | Lab Perusahaan | | | |
| Percobaan 1 | 24 | 26 | 2 | 0.076 | 7.6 |
| Percobaan 2 | 27 | 29 | 2 | 0.068 | 6.8 |
| Percobaan 3 | 38 | 39 | 1 | 0.025 | 2.5 |
| Rata-rata *error* | | | | | 5.63 |

*EAbsolute* = | 24 – 26 | = 2

*ERelative* = 2 / 26 = 0.076

*Percent of error* = 0.076 x 100 = 7.6%

*B.* Pengujian Black Box

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *blackbox*, menyatakan bahwa aplikasi monitoring dapat memantau kadar pH, suhu dan kekeruhan pada limbah cair tekstil. Kemudian memberikan notifikasi *alert sound* dan status jika data yang dihasilkan tidak sesuai baku mutu limbah. *Website* monitoring ini dapat menjumlahkan data limbah yang sudah didapatkan, menampilkan dafar tabel, grafik, dan backup hasil pengukuran limbah cair.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### *A. Kesimpulan*

Dari pembahasan dan pengujian yang dilakukan pada sistem monitoring limbah cair tekstik berbasis website. Penulis menyimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan pengujian perangkat keras sistem dimana sensor pH, suhu, dan kekeruhan air dapat berfungsi dengan hasil pengukuran derajat keasaman (pH) dengan tingkat rata-rata *error* 2.13%, 6.03% untuk suhu (Termokopel) dan 5.63% untuk kekeruhan *(GE Turbidity*) ketika masing-masing dibandingkan dengan pengujian laboratorium perusahaan.

2. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.12, perangkat lunak yang dibangun bekerja sesuai dengan perancangan mulai dari proses menampilkan, penyimpanan ke database dan disimpan ke bentuk file.

### *B. Saran*

Adapun saran yang diajukan agar dapat menjadi masukan dalam pengembangan sistem ini adalah:

1. Untuk pengembangan selanjutnya, sensor pH dapat diganti dengan versi yang lebih tinggi, sehingga pengukuran yang didapat bisa lebih akurat. Sensor kekeruhan juga dapat diganti dengan kualitas yang dapat bertahan pada suhu yang panas, sehingga sistem ini dapat diaplikasikan langsung pada kondisi limbah cair apapun.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat menggunakan GPS agar dapat mengetahui lokasi monitoring limbah cair

dan menghindari pergeseran lokasi oleh oknum yang tidak bertanggung jawab.

3. Untuk pengembangan selanjutnya, pada sistem ini dapat dilengkapi dengan modem Wi-Fi agar dapat diimplementasikan secara real, karena pada sektor IPAL peusahaan tidak dilengkapi dengan fasilitas Wi-Fi.
4. Untuk pengembangan selanjutnya, agar menggunakan layanan IOT dengan *private server* dan memiliki penyimpanan data yang besar, sehingga monitoringnya tidak terbatas oleh lokasi serta data yang diperoleh tidak terbatasi oleh penyimpanan.

## DAFTAR PUSTAKA


[1] Muhammad, A. (2016). Pengolahan Limbah Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja. Yogyakarta: Andi.

[2] Kompas.com. (2009). Sungai Ciparungpung Tercemar. http://nasional.kompas.com/read/2009/01/30/10531997/sungai.ciparungpung.tercemar.limbah. Diakses pada tanggal 19 Oktober 2017.

[3] Mulyono, Y. (Februari 2017). Strategi Monitoring dan Evaluasi Pelaksanaan Anggaran. Yogyakarta: Deepublish.

[4] Sakti, A.S. (2005). Instalasi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta: Kanisius Media.

[5] Srikandi. F. (1992). Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Kanasius.

[6] Ignas, W. (2015). Monitoring And Control System Of Water Quality Changes In Tropical Fish Farming Based On Mikrokontroler. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.

[7] Cecep, W. (Januari 2013). Otomatisasi Metode Impressed Cureent Cathodic Protection (ICCP) Pada Logam Berbasis Mikrokontroler Bandung: Fakultas Teknik Universitas Komputer Indonesia.

[8] Mahida, U.N. (1984). Perancangan Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Rajawali: New Jakarta.

[9] Clark, J. (1974). Coastal Ecosystem. Macmillan Publishing Clone: New York.

[10] Wardoyo, S. T.H. (1981). Karakteristik Kualitas Air untuk Keperluan Petani dan Perikanan. Bogor.

[11] Odum, E.P. (1988). Fundamental of Ecology 3rd ed. W.B. Saunders Company: Philadelphia.

[12] Hefni, E. (2003). Telah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius Media.

[13] Upskill, Learning. (22 Juni 2016). Programming NodeMCU using Arduino IDE. Publishing: CreateSpace Independent Publishing Platform.

[14] Sandi, S.M. (2011). Perancangan Attitude Monitoring and Surveillance Payload. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.

[15] I. Setiawan, (2009). Buku Ajar Sensor dan Transduser. Semarang: Program Studi Sistem Komputer Fakultas Tekni Universitas Diponegoro.

[16] Syamsul, H. M.T., Ph.D. (2016). Teknologi Bahan. Yogyakarta: Andi.

[17] Kenneth, Thomas, Brian and Karen. Riggs (Juni 2000). Monitek TSTSC Online Turbidimeter. Publishing: DIANE Publishing.

[18] Yahefizar, Hamooduto dan Rahmat, H. (2009). *Cara Mudah Membangun Website Interaktif Menggunakan CMS Joomla Edisi Revisi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

[19] Azis, M. F. (2005). *Object Oriented Programming dengan PHP5*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

[20] Arier. R. (2005). Seri Pembelajaran Komputer Internet dan Aplikasinya. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

[21] Madcoms. (2004). Aplikasi Program PHP+MySQL untuk WEBSITE INTERAKTIF. Madiun: Informatika.

[22] Istiyanto, J, E. (2013). Pendekatan Project Arduino & Android, Elektronika dan Instrumentasi. Yogyakarta: Andi Publisher

[23] Brian, E.W. (2007). Arduino Program Notebook. English: Technology In Action.