

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* PADA LIMBAH CAIR  
INDUSTRI BERBASIS MIKROKONTROLER  
DENGAN ANTARMUKA *WEBSITE***

<sup>[1]</sup>Dwi Adhe Ayu Novitasari, <sup>[2]</sup>Dedi Triyanto, <sup>[3]</sup>Irma Nirmala

<sup>[1]</sup><sup>[2]</sup><sup>[3]</sup>Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail : <sup>[1]</sup>dwi.adhe@gmail.com <sup>[2]</sup>deditriyanto@siskom.untan.ac.id

<sup>[3]</sup>irma.nirmala@siskom.untan.ac.id

**Abstrak**

*Limbah cair industri merupakan sisa pembuangan dari proses produksi pada suatu industri dalam bentuk cair. Limbah cair hasil produksi yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif terhadap keseimbangan lingkungan serta makhluk hidup. Hal ini dapat dicegah dengan pengawasan limbah buangan yang dihasilkan industri sebelum dibuang, sehingga diharapkan lingkungan tidak tercemar. Salah satu tindakan yang dapat dilakukan ialah dengan mendeteksi kandungan atau senyawa yang terdapat pada limbah cair dari hasil industri dengan menerapkan teknologi elektronika yaitu berupa pemasangan sensor-sensor sehingga memungkinkan membuat sistem otomatis yang dapat memonitoring limbah cair tersebut. Pada penelitian ini telah dibuat rancang bangun sistem monitoring menggunakan sensor pH meter Kit, sensor suhu Dallas DS18B20 dan sensor kekeruhan GE Turbidity sebagai pembaca nilai parameter pH, suhu dan kekeruhan limbah cair industri dengan antarmuka website menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega R3 yang telah dihubungkan dengan Ethernet Shield. Antarmuka website menampilkan nilai pembacaan ketiga sensor berupa data grafik dan angka pada tabel, serta kondisi solenoid valve sebagai kran pengatur jalannya pembuangan limbah cair industri pada proses monitoring. Setelah dilakukan pengujian keseluruhan, dengan menggunakan objek cairan yang berbeda yaitu air limbah tahu, air detergen, air sungai dan air kran, maka didapatkan persentase keberhasilan keseluruhan sistem monitoring sebesar 100%.*

**Kata Kunci** : Limbah Cair Industri, Sistem *Monitoring*, Arduino Mega 2560 R3, *Website*.

**1. PENDAHULUAN**

Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif terhadap alam dan perairan karena mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan, dan mempengaruhi kelestarian makhluk hidup. Limbah yang dibuang harus memenuhi syarat baku mutu yang telah ditetapkan atau sampai memenuhi kualitas tertentu untuk dibuang, sehingga diharapkan lingkungan tidak mengalami pencemaran. Penelitian tentang sistem monitoring limbah cair pernah dilakukan oleh Subari Santoso, yaitu rancang bangun simulator pembaca pH limbah industri berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan rangkaian penampil Liquid Crystal Display [1]. Dalam penelitian tersebut berhasil membuat sebuah sistem rancang bangun simulasi pembaca nilai pH limbah cair industri yang ditampilkan ke dalam LCD karakter

16x2, serta mengkonversikan tegangan yang masuk ke dalam nilai pH untuk dikirim ke komputer. Adapun pada penelitian ini, telah dibangun sebuah sistem *monitoring* pada limbah cair industri yang dapat memonitoring apakah nilai parameter limbah cair dalam kondisi sudah layak untuk dibuang atau tidak. Dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pemroses data, penelitian ini memfokuskan pada bagaimana sensor pH, sensor suhu dan sensor turbidity membaca kondisi ketiga parameter limbah cair tersebut serta menampilkan data berupa angka dan grafik melalui *website* menggunakan *ethernet shield*. Pada penelitian ini hanya akan melakukan *monitoring* pH, suhu dan kekeruhan limbah cair untuk dilakukan proses pembuangan menggunakan *solenoid valve* saat nilai pembacaan limbah menggunakan sensor dalam

kondisi layak buang atau tidak tanpa adanya kontrol kualitas limbah cair tersebut.

## 2.LANDASAN TEORI

### 2.1 Limbah Cair Industri

Limbah Cair industri adalah sisa buangan yang dihasilkan dari sebuah proses produksi pada suatu industri dalam bentuk cair. Jumlah dari limbah cair industri skalanya lebih besar daripada limbah skala domestik atau rumah tangga serta memiliki dampak pada lingkungan yang lebih besar daripada limbah domestik. Limbah cair perlu memiliki batasan hasil pengolahan limbah atau yang disebut dengan baku mutu. Pada baku mutu terdapat parameter-parameter untuk mengukur kualitas air limbah. Parameter tersebut di kelompokkan menjadi tiga, yaitu parameter organik, karakteristik fisik, dan kontaminan spesifik. Parameter organik terdiri dari total organic carbon (TOC), *chemical oxygen demand* (COD), biochemical oxygen demand (BOD) dan minyak. Karakteristik fisik dalam air limbah dapat dilihat dari parameter total *suspended solids* (TSS), pH (derajat keasaman), temperatur (*celcius*), kekeruhan (*turbidity*), bau dan potensial reduksi [2]. Standar hasil pengolahan limbah atau yang disebut dengan baku mutu untuk industri telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Pada penelitian ini sebagai parameter acuan yang akan digunakan ialah dari karakteristik fisik yaitu pH, suhu dan kekeruhan.

### 2.2 Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega 2560 R3 adalah papan pengembang mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan *chip* ATmega 2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (*serial port hardware*). Penggunaan Arduino Mega dalam penelitian ini adalah sebagai pemroses data pembacaan sensor serta pengatur mekanisme pembuka dan penutup *solenoid valve* [3].



Gambar 1. Arduino Mega 2560 R3

### 2.3 Ethernet Shield

Ethernet Shield merupakan modul Arduino yang dipasang bersama Arduino Mega 2560 R3, yaitu dengan cara ditempatkan dibagian atas. Pada penelitian ini Ethernet Shield menambah kemampuan Arduino agar terhubung ke jaringan internet. Ethernet Shield dapat dihubungkan dengan komputer atau *router* menggunakan kabel konektor RJ45 standar [4].



Gambar 2. Ethernet Shield

### 2.4 Analog PH Meter Kit

Analog pH Meter Kit adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur pH (derajat keasaman atau basa) suatu cairan. Sensor ini terdiri dari LED sebagai power indikator, konektor BNC, dan *interface* sensor PH2.0. Untuk penggunaan analog pH Meter dalam membaca parameter pH, cukup dengan menghubungkan sensor pH ini dengan Arduino menggunakan kabel analog yang disertakan dalam kit ini ke IO Expansion Shield atau bisa pula menggunakan kabel Jumper [5].



Gambar 3. Analog pH Meter Kit

### 2.5 Sensor Dallas DS18B20

Sensor Dallas DS18B20 pada penelitian ini digunakan untuk membaca parameter suhu dari limbah cair. Sensor ini memiliki kemampuan tahan air (*waterproof*), maka cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Sensor ini dikemas secara khusus sehingga kedap air [6].



Gambar 4. Sensor Suhu DS18B20

## 2.6 Sensor Kekeruhan Air GE Turbidity

Sensor ini merupakan sejenis sensor sumber cahaya dan penangkap cahaya, yang kemudian dilewatkan ke bagian air yang akan dilakukan pengukuran atau pengecekan dari parameter kekeruhan pada limbah cair. Cara penggunaan sensor kekeruhan ini ialah dengan menghubungkan sensor ke perangkat pengolahan *instrument* pengukuran seperti ke Arduino [7].



Gambar 5. Sensor Kekeruhan Air GE Turbidity

## 2.7 Solenoid Valve

Solenoid Valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Solenoid Valve bekerja secara elektromekanik, kran akan aktif bekerja apabila input rangkaian mendapat sinyal yang akan mengaktifkan kerja dari katub yang terdapat pada kran elektrik. Pada penelitian ini Solenoid Valve yang digunakan berbahan kuningan dengan ukuran 1 *inchi* yang berfungsi sebagai kran pengatur jalannya air limbah apakah tertutup atau terbuka [8].



Gambar 6. Solenoid Valve

## 2.8 Relay

Relay adalah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan-rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Pada Penelitian ini digunakan modul Relay yang merupakan rangkaian sistem minimal langsung dari pabrikan. Penggunaan modul Relay 2 *channel* untuk menyambung dan memutus arus dari sumber daya ke Solenoid Valve [9].



Gambar 7. Relay

## 2.9 Limit Switch

Limit Switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja Limit Switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan [9].



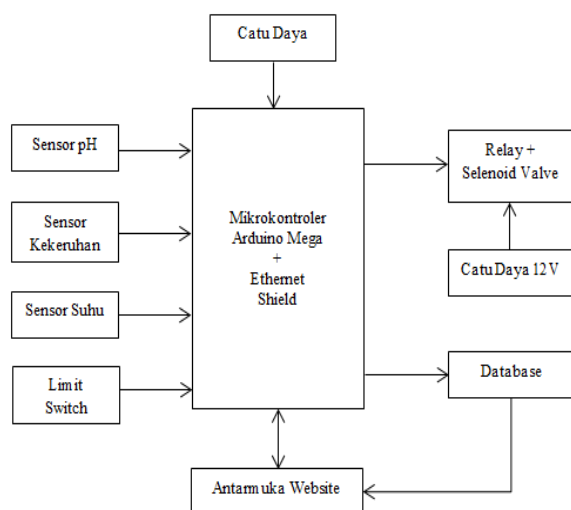
Gambar 8. Limit Switch

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Proses penelitian dimulai dari studi pustaka, yaitu mengumpulkan teori-teori pendukung penelitian yang berkaitan dengan sistem pengenalan getaran dan sistem mikrokontroler. Langkah selanjutnya adalah merancang sistem berdasarkan teori-teori yang didapat. Analisa kebutuhan meliputi kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Setelah semua komponen telah tersedia maka akan dilakukan proses integrasi perancangan sistem perangkat lunak dan perangkat keras secara terpisah. Setelah sistem perangkat lunak dan perangkat keras berhasil dibuat, maka akan dilakukan proses penerapan, yaitu penggabungan sistem perangkat lunak dan perangkat keras menjadi satu sistem yang saling berhubungan. Selanjutnya akan dilakukan proses pengujian sistem, jika pengujian berhasil maka akan penelitian akan selesai, jika pengujian belum berhasil maka proses akan kembali ke perancangan sistem untuk mengecek kembali rancangan yang kurang tepat.

## 4. PERANCANGAN SISTEM

Langkah yang dilakukan pada perancangan sistem adalah membuat diagram blok perancangan.



Gambar 9. Diagram Blok Perancangan Sistem

Pada diagram perancangan sistem tersebut Arduino Mega 2560 yang telah terhubung dengan Ethernet Shield mengolah dan mengirimkan data dari ketiga sensor (pH, suhu, dan kekeruhan) dalam membaca kondisi limbah cair yang kemudian disimpan ke Database untuk selanjutnya ditampilkan di *website* berupa data grafik dan angka, serta menampilkan status tombol Solenoid Valve yang aktif melakukan proses pembuangan. Tahap selanjutnya dari perancangan sistem ialah dengan perancangan mekanik, perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

#### 4.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan bentuk nyata dalam sebuah rancang bangun yang akan menentukan tata letak serta komponen-komponen pendukung yang diperlukan dalam penelitian.



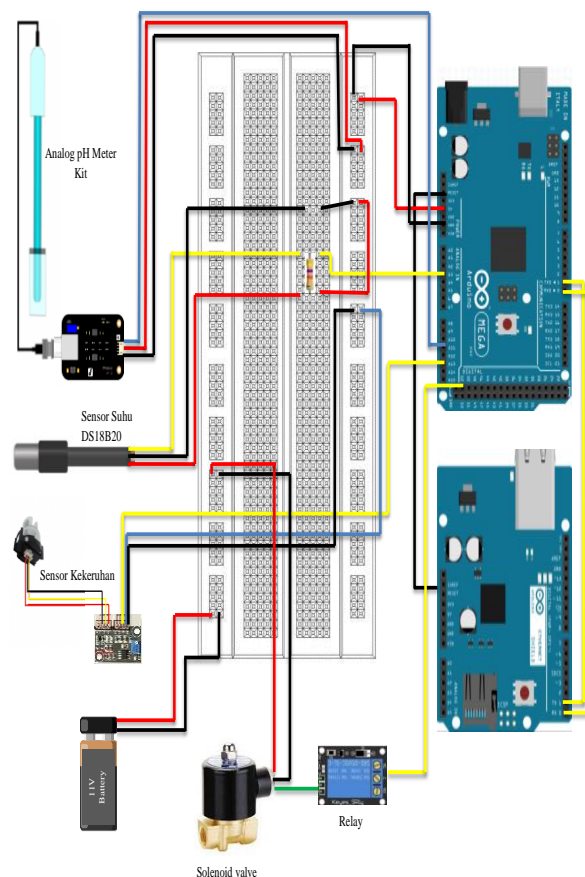
Gambar 10. Rancangan Miniatur Sistem Monitoring Limbah

Pada Gambar 10 menampilkan

perancangan mekanik yang terdiri dari tata letak mikrokontroler beserta Ethernet Shield, sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan, Solenoid Valve, Limit Switch, tiga buah letak bak penampungan limbah yang terdiri dari bak penampungan awal, bak penampungan limbah cair reproses dan bak penampungan limbah cair proses buang.

#### 4.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan tahapan dalam membangun rancang bangun sistem monitoring limbah cair industri berbasis mikrokontroler dengan antarmuka *website*. Perancangan perangkat keras dimulai dengan merancang rangkaian alat dengan mengintegrasikan beberapa perangkat serta sensor hingga menjadi sebuah sistem. Perangkat pin *input/output* yang terhubung dengan Arduino seperti *ethernet shield*, sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan, Solenoid Valve, *relay*, dan *limit switch*, yang ditanamkan dalam rancang bangun monitoring limbah cair.



Gambar 11. Rancangan Rangkaian Elektronik

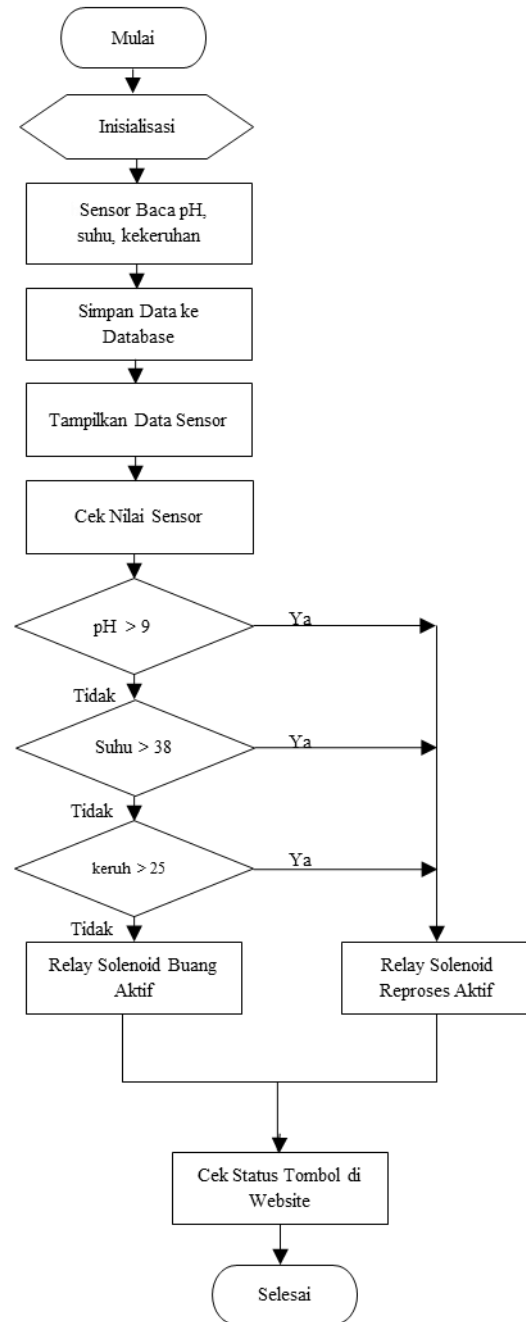
### 4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai antarmuka dan media penyimpanan data. Selain itu kode program pada mikrokontroler merupakan bagian dari perangkat lunak. Berdasarkan konsep perancangan perangkat keras, maka program yang rancang diharapkan dapat digunakan dalam sistem *monitoring* limbah cair yang kemudian mengirimkan data ke dalam *database* untuk dapat ditampilkan di *website*. Perancangan dan pembuatan perangkat lunak menggunakan aplikasi Arduino IDE yang akan diunduh ke perangkat keras serta melakukan perancangan dengan antarmuka *website*. Proses selanjutnya yaitu menuliskan kode program sesuai dengan urutan perencanaan algoritma yang ditentukan. Contoh dari penulisan kode program pada aplikasi Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Aplikasi Pemrograman Arduino IDE

File hasil dari program yang telah di-*compile* berupa file Hex. File hex tersebut yang kemudian akan diunduh ke dalam Arduino. Selanjutnya Flowchart pada Gambar 13 akan menunjukkan alur-alur kerja alat secara umum yang akan disesuaikan dengan perangkat lunak yang akan dirancang sebagai gambaran dari program sistem monitoring limbah cair.

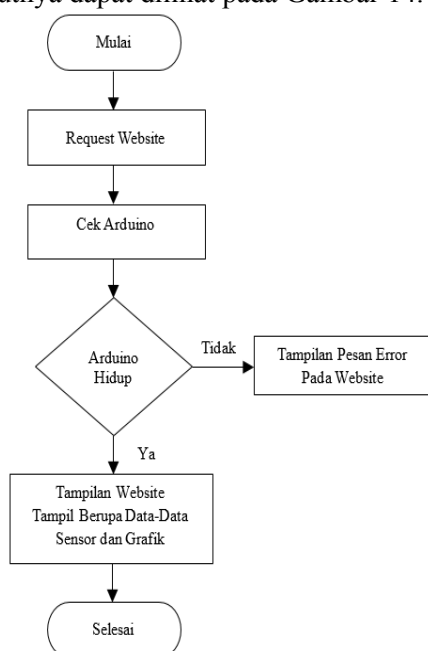


Gambar 13. Flowchart Alur Kerja Sistem

Program dimulai pada saat sistem dihidupkan, dimana mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang telah dihubungkan dengan Ethernet Shield sebelumnya akan melakukan akses data pembacaan nilai sensor pH, sensor suhu dan sensor kekeruhan dari limbah cair yang terisi pada bak penampungan. Kemudian sensor akan bekerja dengan mengukur dan memperoleh data hasil pengukuran sensor, yang dikirim ke Arduino dengan Modul ethernet selanjutnya akan menerjemahkan data yang diterima Arduino berupa tegangan atau

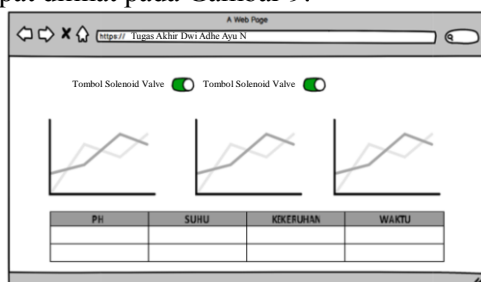


analog yang telah di konversikan ke bentuk digital dan dikirim melalui jalur komunikasi serial yang akan ditampilkan pada *website* berupa data nilai serta grafik. Jika sensor membaca bahwa kondisi limbah cair tidak melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan maka secara otomatis keran *solenoid valve* buang yang akan aktif terbuka, namun sebaliknya jika kondisi hasil pengolahan limbah belum sesuai dengan nilai yang ditetapkan maka keran *solenoid valve* reproses akan dibuka dan kran *solenoid valve* buang akan ditutup. Penetapan nilai parameter baku mutu ini telah disesuaikan berdasarkan baku mutu yang ada, pada program penelitian ini untuk pH tidak melebihi 9, suhu tidak melebihi 38 derajat celsius dan kekeruhan tidak melebihi 25 NTU maka limbah dinyatakan layak untuk dibuang. Diagram alir perancangan aplikasi antarmuka *website* selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Flowchart Website Sistem Monitoring

Adapun desain dari tampilan antarmuka dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 15. Desain tampilan *website*

Pada perancangan antarmuka pada Gambar 15 dapat dilihat beberapa fitur-fitur pada *website* yang akan dibuat.

- Tabel grafik : berfungsi menampilkan data berupa grafik hasil dari pembacaan sensor-sensor.
- Tabel Data : berfungsi menampilkan laporan data harian berupa angka dari pembacaan sensor-sensor.
- Tombol Solenoid : berfungsi menampilkan terbuka atau tertutup kran Solenoid Valve.

## 5. IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras (*hardware*) merupakan salah satu komponen yang memiliki peranan penting dalam sistem. Adapun perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1.Satu buah Arduino Mega 2560 R3
- 2.Satu buah Ethernet Shield
- 3.Satu buah sensor pH Meter Kit
- 4.Satu buah sensor suhu DS18B20
- 5.Satu buah sensor kekeruhan air GE Turbidity
- 6.Dua buah *solenoid valve*
- 7.Dua buah *limit switch*
- 8.Komponen pendukung lainnya.

Hasil implementasi rancang bangun sistem *monitoring* limbah cair dapat dilihat pada Gambar 16.



(a) (b)  
Gambar 16. Rancang Bangun

Pada Gambar 16 (a) dapat dilihat rancang bangun sistem monitoring limbah cair tampak terdapat 3 buah bak penampungan, Mega yang terhubung dengan Ethernet Shield dan tiga buah sensor, yaitu sensor DS18B20, sensor pH Meter kit dan sensor GE Turbidity serta relay yang terhubung dengan solenoid valve. Gambar 16 (b) Pada bagian atas tampak beberapa komponen, seperti limit switch yang telah diberikan beban berupa bandul dari bola pimpong.



Hasil pembacaan sensor pH dibandingkan dengan pembacaan nilai di Laboratorium. Pengujian ini dilakukan dengan 7 kali pengamatan menggunakan 4 objek cairan berbeda, yaitu air limbah tahu, air kran, air sungai, dan air detergen. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

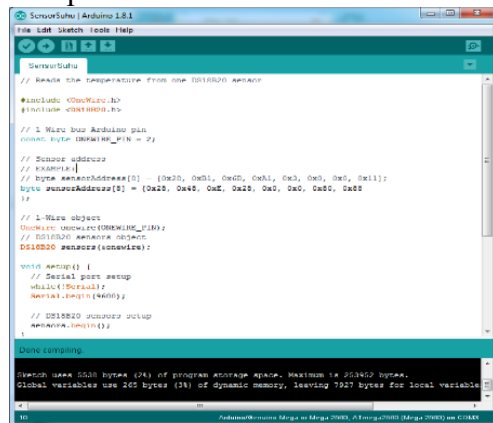
Tabel 1. Pengujian Parameter pH

No.	Jenis Objek	Data Ke	Tanggal & Waktu	Sensor pH Meter Kit	Hasil Laboratorium	Selisih
1.	Air Tahu	1	13-7-2018 16.00	5,19	6,06	0,87
2.	Air Kran	2	13-7-2018 16.10	7,94	6,24	1,7
		3	14-7-2018 10.06	6,93	6,23	0,7
3.	Air Sungai	4	13-7-2018 16.20	7,95	6,40	1,5
		5	14-7-2018 12.35	6,31	6,59	0,2
4.	Air Detergen	6	13-7-2018 16.30	4,57	10,43	5,8
		7	14-7-2018 15.54	6,13	10,37	4,24
Rata - rata				6,43	7,47	2,14

Hasil rata-rata selisih dari pengujian pH sebanyak 7 kali didapatkan nilai selisih sebesar 2,14.

C. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor dilakukan dengan tujuan untuk melihat kinerja dari sensor DS18B20 apakah dapat digunakan dengan baik dalam mengukur parameter suhu suatu cairan. *Compiling* kode program dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. *Compiling* Program Pembacaan Sensor Suhu

Hasil dari pembacaan sensor DS18B20 dibandingkan dengan pembacaan nilai menggunakan TDS Meter. Pengujian ini dilakukan dengan 24 kali pengamatan menggunakan 4 objek cairan berbeda, yaitu air limbah tahu, air kran, air sungai, dan air detergen. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

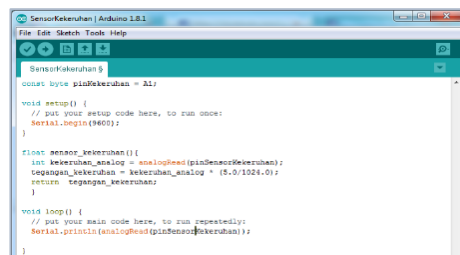
Tabel 2. Pengujian Parameter suhu

No.	Jenis Objek	Data Ke	Tanggal & Waktu	Sensor DS18B20	TDS Meter	Selisih
1.	Air Tahu	1	13-7-2018 18.19	31,31	31	0,3
		2	13-7-2018 19.10	30,13	30	0,1
		3	13-7-2018 20.00	29,00	29	0
		4	13-7-2018 21.02	28,31	28	0,3
		5	13-7-2018 22.06	27,88	27	0,8
		6	13-7-2018 23.32	27,05	27	0,5
2.	Air Kran	7	13-7-2018 16.28	34,00	34	0
		8	14-7-2018 10.06	31,31	31	0,3
		9	14-7-2018 10.38	32,25	32	0,2
		10	14-7-2018 11.04	33,19	33	0,1
		11	14-7-2018 11.35	34,00	34	0
		12	14-7-2018 12.10	34,56	34	0,5
3.	Air Sungai	13	13-7-2018 16.50	33,38	33	0,3
		14	14-7-2018 12.35	34,75	34	0,7
		15	14-7-2018 13.05	34,94	34	0,9
		16	14-7-2018 13.35	35,56	35	0,5
		17	14-7-2018 14.05	35,81	35	0,8
		18	14-7-2018 14.39	35,88	35	0,3
4.	Air Detergen	19	13-7-2018 17.10	32,44	32	0,4
		20	14-7-2018 15.54	35,00	35	0
		21	14-7-2018 16.20	34,63	34	0,6
		22	14-7-2018 16.59	34,00	34	0
		23	14-7-2018 17.30	32,81	32	0,8
		24	14-7-2018 18.00	31,69	31	0,6
Rata - rata				31,31	32,25	0,37

Hasil rata-rata selisih dari pengujian suhu sebanyak 24 kali didapatkan nilai selisih sebesar 0,37.

D. Pengujian Sensor Kekeruhan

Pengujian sensor dilakukan dengan tujuan untuk melihat kinerja dari sensor GE Turbidity apakah dapat digunakan dengan baik dalam mengukur parameter kekeruhan suatu cairan. *Compiling* kode program dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. *Compiling* Program Pembacaan Sensor Kekeruhan



Tabel 3. Pengujian Parameter Kekeruhan

No.	Jenis Objek	Data Ke	Tanggal & Waktu	Sensor GE Turbidity
1.	Air Tahu	1	13-7-2018 18.19	2,94
		2	13-7-2018 19.10	3,35
		3	13-7-2018 20.00	3,37
		4	13-7-2018 21.02	3,48
		5	13-7-2018 22.06	3,51
		6	13-7-2018 23.32	3,42
2.	Air Kran	7	13-7-2018 16.28	3,30
		8	14-7-2018 10.06	3,45
		9	14-7-2018 10.38	3,34
		10	14-7-2018 11.04	3,30
		11	14-7-2018 11.35	3,34
		12	14-7-2018 12.10	3,36
3.	Air Sungai	13	13-7-2018 16.50	3,13
		14	14-7-2018 12.35	3,39
		15	14-7-2018 13.05	3,38
		16	14-7-2018 13.35	3,38
		17	14-7-2018 14.05	3,39
		18	14-7-2018 14.39	3,35
4.	Air Detergen	19	13-7-2018 17.10	3,32
		20	14-7-2018 15.54	3,21
		21	14-7-2018 16.20	3,19
		22	14-7-2018 16.59	3,19
		23	14-7-2018 17.30	3,19
		24	14-7-2018 18.00	3,19

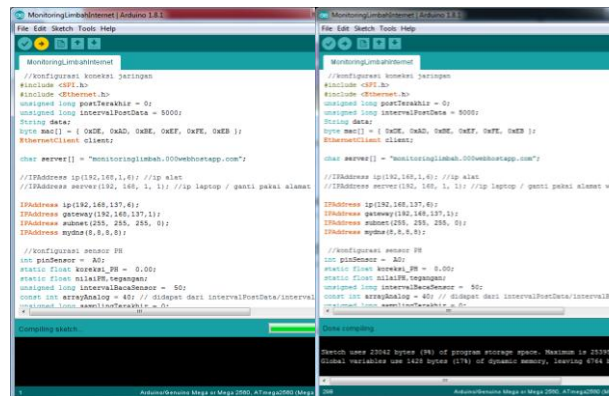
Dari pengujian sensor GE *Turbidity* yang telah dilakukan terlihat bahwa sensor dapat digunakan dengan baik dalam mengukur parameter kekeruhan limbah cair.

### 5.3.2 Pengujian Perangkat Lunak (Software)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat bekerja dengan baik atau tidak.

#### A. Pengujian Perangkat Lunak Arduino

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah secara aplikasi program Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang akan di-*upload* ke perangkat Arduino Mega sudah benar. Pengujian ini dilakukan dengan cara *verify* atau *compile* program yang telah dibuat, pengujian ini dapat terlihat pada Gambar 23.

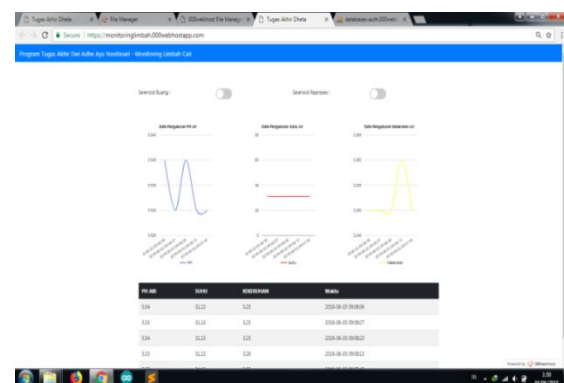


(a) (b)  
Gambar 23. Compiling Program pada ArduinoIDE

Gambar pertama merupakan proses saat meng-*upload* program pada Arduino IDE dan pada gambar kedua merupakan proses *compiling* progra, dapat dilihat program berjalan dengan baik dan tidak ada pesan atau peringatan error saat di-*compile* dan akan menampilkan keterangan *Done Compiling*.

#### B. Pengujian Antarmuka Website

Halaman website ini akan berfungsi sebagai antarmuka sistem penampil informasi. Pada pengujian ini akan dilihat apakah website yang telah terkoneksi dengan Arduino, dapat menerima data hasil pembacaan sensor dari Arduino dan kemudian ditampilkan pada website dalam bentuk grafik nilai perubahan dari pembacaan sensor.



Gambar 24. Tampilan Website Saat Monitoring Limbah Cair

### 5.3.3 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk memastikan kinerja sistem secara keseluruhan apakah sudah bekerja dengan baik. Untuk mendapatkan data hasil *monitoring*, pengujian dilakukan dengan mengamati ketiga parameter serta kondisi terbuka dan tertutupnya *solenoid valve* buang atau reproses dari dengan

menggunakan 4 objek cairan yang berbeda serta 3 pengujian variasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan

Jenis Objek	Data Ke	Sensor pH Meter Kit	Sensor DS18B20	SensorGE Turbidity	Status Solenoid
Air Tahu	1	5,19	31,31	2,94	Solenoid Buang Aktif
	2	5,43	30,13	3,35	
	3	5,85	29,00	3,37	
	4	6,28	28,31	3,48	
	5	6,47	27,88	3,51	
	6	6,11	27,05	3,42	
Air Kran	7	7,94	34	3,3	Solenoid Buang Aktif
	8	6,93	31,31	3,45	
	9	5,36	32,25	3,34	
	10	5,56	33,19	3,3	
	11	5,81	34	3,34	
Air Sungai	12	6,08	34,56	3,36	Solenoid Buang Aktif
	13	7,95	33,38	3,13	
	14	6,31	34,75	3,39	
	15	6,57	34,94	3,38	
	16	6,66	35,56	3,38	
	17	6,07	35,81	3,39	
Air Detergen	18	6,46	35,88	3,35	Solenoid Buang Aktif
	19	4,57	32,44	3,32	
	20	6,13	35	3,21	
	21	6,45	34,63	3,19	
	22	6,66	34	3,19	
Variasi Air Detergen + Air Kran	23	6,69	32,81	3,19	Solenoid Buang Aktif
	24	6,75	31,69	3,19	
	25	5,05	35,19	3,19	
Variasi Air Kran + Es Batu	26	6,83	34,56	3,38	Solenoid Buang Aktif
	27	6,84	33,44	3,38	
	28	6,84	33,88	3,38	
	29	6,94	34,06	3,37	
Variasi Air Sungai + Tawas + Air Hangat	30.	7,02	36,19	3,35	Solenoid Reproses Aktif
	31.	7,02	36,19	3,25	
	32.	7,02	36,69	3,18	
	33.	6,95	38,81	3,18	

Setelah diperoleh data pengukuran, maka analisa keberhasilan yang terjadi dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{\text{Jumlah Keberhasilan}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dari dari 33 data terdapat 7 jenis objek cairan yang telah diuji, 6 objek dengan status *solenoid valve* buang aktif hal ini dikarenakan nilai yang didapat dari hasil pembacaan sensor tidak melebihi batas baku mutu dan terdapat 1 objek dengan status *solenoid valve* reproses yang akan aktif hal ini dikarenakan nilai yang didapat dari hasil pengujian dengan

menggunakan variasi air sungai dengan air hangat nilai suhu melebihi batas baku mutu. Persentase keberhasilan dari 33 data yang diambil dalam pengujian tidak terjadi kegagalan sehingga presentasi keberhasilan yang didapat dari monitoring limbah cair sebesar 100% didapat dengan perhitungan.

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{33}{33} \times 100\% = 100\%$$

## 6.KESIMPULAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada tahapan penelitian yang dilakukan mulai dari perancangan perangkat keras, perangkat lunak, implementasi hingga tahap pengujian dari penelitian “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Pada Limbah Cair Industri Berbasis Mikrokontroler Dengan Antarmuka *Website*”, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini telah menghasilkan “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Pada Limbah Cair Industri Berbasis Mikrokontroler Dengan Antarmuka *Website*” yang dapat memonitoring parameter pH, suhu dan kekeruhan limbah cair industri serta dapat memonitoring buka tutup *solenoid valve* yang ditampilkan pada antarmuka *website*.
2. Sistem rancang bangun dapat mengirimkan data yang dibaca sensor menggunakan Arduino Mega 2560 untuk melakukan pembacaan nilai parameter pH, suhu dan kekeruhan limbah cair, nilai yang didapat dari proses pengukuran tersebut kemudian dikonversikan dari bentuk tegangan (analog) ke bentuk digital untuk ditampilkan ke *website* melalui *Ethernet Shield* dalam bentuk grafik dan tabel data nilai pembacaan sensor dengan rata-rata selisih pembacaan parameter pH sebesar 2,14 % dan suhu sebesar 0,37 %. Selisih pembacaan parameter pH didapatkan dengan menggunakan selisih pengukuran sensor pH Meter Kit dengan pengukuran di Laboratorium sedangkan untuk selisih pembacaan parameter suhu didapatkan dengan menggunakan selisih pengukuran sensor DS18B20 dengan TDS Meter.
3. Arduino dapat mengatur terbuka dan

tertutupnya *solenoid valve* buang atau reproses berdasarkan penetapan nilai parameter baku mutu yang telah disesuaikan berdasarkan baku mutu yang ada, yaitu untuk mengaktifkan *solenoid valve* buang nilai pH tidak melebihi 9, suhu tidak melebihi 38 derajat *celcius* dan kekeruhan tidak melebihi 25 NTU maka limbah dinyatakan layak untuk dibuang dan sebaliknya untuk mengaktifkan *solenoid valve* reproses.

4. Dari pengujian sistem monitoring limbah cair secara keseluruhan diperoleh 33 data pengujian dengan menggunakan 7 jenis objek cairan yang berbeda yaitu limbah air tahu, air kran, air sungai, air detergen serta variasi air detergen ditambah air kran, variasi air kran ditambah es batu dan variasi air sungai ditambah tawas dan air hangat. Persentase keberhasilan untuk pengujian keseluruhan sistem monitoring ini didapat sebesar 100%.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Pada Limbah Cair Industri Berbasis Mikrokontroler Dengan Antarmuka *Website*”, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian yang lebih lanjut, antara lain :

1. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa parameter pembaca kadar limbah lain, seperti penambahan parameter DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), atau COD (*Chemical Oxygen Demand*).
2. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan sensor yang lebih akurat dalam perhitungan limbah cair industri.
3. Diharapkan adanya pengembangan yang lebih baik dari *design* rancang bangun maupun tampilan antarmuka *website*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Santoso, Subari, dkk (2009). Rancang Bangun Simulator Pembaca pH Limbah Industri Cair Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535. Yogyakarta.
- [2] Erwin, Iwan Muhammad (2010). Perancangan Sistem *Monitoring* Pengolahan Limbah Cair Pada IPAL. Bidang Otamasi Pusat Penelitian Informatika.
- [3] Wahyudi, A., & Agoes, S. (2016). Implementasi Otomatis Mesin Grating Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. TESLA, 177-187.
- [4] Mandarani, P. (2014). Perancangan dan Implementasi *User Interface* Berbasis *Web* Untuk *monitoring* Suhu, Kelembaban, dan Asap Pada Ruangan Berbeda Dengan Memanfaatkan Jaringan Local Area Network. TEKNOIF, 37-42.
- [5] DFRobot. 2016. *PH Meter (SKU:SEN0161)*. 29 Januari 2016. [http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH\\_meter\(SKU:\\_SEN0161\)](http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)).
- [6] Abdul, I., & Yulita, N. (2017). Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air. Universitas Muria Kudus.
- [7] Fajri, Ahmad Eriyanto (2016). Rancang Bangun Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Dan Level Air Bak Penampungan. Politeknik Negeri Padang.
- [8] Robbi, A., & Agil D., (2015). Perancangan Sistem Otomasi Proses Pembuatan Softener Dikendalikan Dengan Mikrokontroler. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [9] Wicaksono, H. (2012). Relay-Prinsip dan aplikasi. Surabaya. Universitas Kristen.
- [10] Wardoyono, S. Dan Pramudya, A.S, (2015). Pengantar Mikrokontroler dan Aplikasi-pada-Arduino. Yogyakarta.