

**PENGEMBANGAN PROTOTYPE
ALAT UKUR LIMBAH RUMAH SAKIT YANG TERINTEGRASI
BERDASARKAN ISO 14001**

TESIS S-2

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Magister Teknik Pada Program
Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun oleh:

MUHAMMAD RIFAI (20601900002)

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS
PENGEMBANGAN PROTOTYPE
ALAT UKUR LIMBAH RUMAH SAKIT YANG TERINTEGRASI
BERDASARKAN ISO 14001

Yang di persiapkan dan di susun oleh

MUHAMMAD RIFAI
NIM : 20601900002

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal : 11 Juni 2022

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Muhamad Omaruddin, ST., M.Sc, Ph.D
NIND : 0631057101

Ketua Penguji



Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, M.T.
NIND : 0618066301

Pembimbing Pendamping



Arief Marwanto, ST., M.Eng., Ph.D.
NIND : 0628097501

Penguji 1



Dr. Hj. Sri Arttini Dwi Prasetyowati, M.Si
IND : 0620026501

Penguji 2



Imam Much Ibnu Subroto, S.T., M.Sc., Ph.D
NIDN : 0613037301

Tesis ini telah di terima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Megister Teknik

Tanggal 11 juni 2022



Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, ST., M. T
Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rifai

NIM : 20601900002

Judul Tesis : PENGEMBANGAN PROTOTYPE ALAT UKUR RUMAH SAKIT YANG TERINTEGRASI BERDASARKAN ISO 14001.

Dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Magister (S2) Teknik Elektro Saya nyatakan bahwa judul tesis yang saya buat insaallah asli dan belum pernah di buat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh seorang baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudain hari ternyata terbukti bahwa judul tesis tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Dengan ini Pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.



Semarang,

2022

Yang Menyatakan



Muhammad Rifai

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rifai

NIM : 20601900002

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Alamat Asal : Gg. Amarta KM 11 Rt 07 Rw 01 Desa Rengging
Kecamatan Pecangaan Kabupten Jepara.

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tesis dengan Judul :

**“ PENGEMBANGAN PROTOTYPE ALAT UKUR RUMAH SAKIT YANG
TERINTEGRASI BERDASARKAN ISO 14001”**

Universitas Islam Sultan Agung menyetujui kepemilikan hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola untuk pangkalan data serta publikasi di media internet ataupun media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pencipta. Saya buat pernyataan ini dengan sungguh-sungguh jika di dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiatisme pada karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas.

Semarang, 2022

Yang Menyatakan



Muhammad Rifai

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi ALLAH SWT SWT atas karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan penelitian dengan judul **“PENGEMBANGAN PROTOTYPE ALAT UKUR RUMAH SAKIT YANG TERINTEGRASI BERDASARKAN ISO 14001”**.

Penyusunan Tesis ini adalah merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penyelesaian, banyak pihak yang berjasa kepada penulis. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Novi Marlyana, ST., MT. selaku Dekan dan Kepala Prodi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Dosen pembimbing I Muhamad Qomaruddin, ST., M.Sc, Ph.D. dan Arief Marwanto, ST., M.Eng., PhD. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan penelitian ini.
3. Orang Tua atas perhatian dan bantuannya sehingga penulis selesai menyusun penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini belum sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan penelitian ini.

Semarang, 2022

Yang Menyatakan



Muhammad Rifai

MOTTO

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمُ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia” (HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni. Hadits ini dihasankan oleh al-Albani di dalam Shahihul Jami’ no:3289



DAFTAR ISI

JUDUL TESIS.....	i.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR.....	v
MOTTO	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAKSI	xi
BAB I 1	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II 4	
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
3.1 Tinjauan Pustaka.....	4
3.2 ISO 14001	6
3.3 Air Limbah.....	7
3.4 Sensor TDS	8
3.5 LCD Liquid Cristal Display	9
3.6 Sensor turbidity	10
3.7 Arduino uno	11

BAB III	12
METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Model Penelitian	12
3.2 Pengukuran	12
3.3 Metodologi Penelitian.....	13
3.4 Desain Penelitian	13
3.5 Objek Penelitian RS	15
3.6 Perancangan untuk alat ukur kualitas limbah Rumah Sakit. 16	
3.7 Hasil Dan Pembahasan Perancangan.....	21
BAB IV	22
HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN	22
4.1 Analisa Pengukuran	22
4.2 Air limbah	22
4.3 . Pangujian Pengkondisian Sinyal.....	28
4.4 . Pangujian Sensor	30
4.5. Pengujian Keseluruhan.....	32
PENUTUP.....	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor pH.....	9
Gambar 2. 2 Sensor TDS	10
Gambar 2. 3 LCD.....	11
Gambar 2. 4 <i>Sensor Turbidity</i>	12
Gambar 2. 5 Bagian Bagian Arduino.....	13
Gambar 3. 1 Model Model Penelitian	14
Gambar 3. 2 Pengelolaan IPAL	15
Gambar 3. 3 Flowchat	16
Gambar 3. 5 Standar ISO	18
Gambar 3. 6 Diagram Blok Perangkat Keras	19
Gambar 3. 7 Rangkaian Keseluruhan.....	20
Gambar 3. 8 Modul Sendor pH	20
Gambar 3. 9 Modul Keluasan TDS.....	21
Gambar 3. 10 Rangkaian Pengkodisian Sinyal	22
Gambar 3. 11 Modul Keluaran LCD	22
Gambar 3. 12 Diagaram Program	23
Gambar 4. 13 Protoype alat pengukur limbah rumah sakit	10
Gambar 4. 14 Proses Pengukuran Jenis Air	11
Gambar 4. 15 Proses pengukuran limbah cair di rumah sakit	12

DAFTAR TABEL

Tabel 3.5 Pengelolaan air limbah RS standar ISO.....	23
Tabel 4.1 Parameter pengukuran	26
Tabel 4.2 Paramater pengukuran 4 jenis air	26
Tabel 4.3 Pengujian uji terbatas	26
Tabel 4.4 Pengukuran pH,TDS dan TSS serta out Tegangan.....	28
Tabel 4.5 Pengujian Sinyal Kekeruhan	28
Tabel 4.6 Penguiian Sinyal Konduktifitas.....	29
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Rangkaian Sinyal pH	30
Tabel 4.8 Pengujian Sensor Kekeruhan	31
Tabel 4.9 Pengujian Rangkaian Konduktifitas	31
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Keseluruhan	32.



ABSTRAKSI

Salah satu pencemaran air adalah air limbah yang berasal dari Rumah Sakit. Masyarakat disekitarnya akan mudah mengidap penyakit sebab limbah cair mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikroorganisme patogen disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi. Instalasi Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit (*IPAL*) di harapkan bisa menurunkan kadar *TDS*, dan *TSS* dan dapat menstabilkan *pH*. Kadar *pH*, *TDS*, dan *TSS* juga dapat dipengaruhi oleh kepekatan air limbah. Semakin tinggi tingkat pengenceran air limbah maka penurunan kadar *pH*, *TDS*, dan *TSS* juga akan semakin tinggi. Alat ukur terintegrasi berdasarkan ISO 14001 NOMOR HK.01.07/MENKES/1128/2022. Hasil pengujian pada Pengelolaan Air limbah Rumah Sakit dengan data Sensor *pH*, *TDS*, *TSS* mampu mendeteksi kondisi Air Normal pada *pH* 6,89 pada limbah cair Rumah Sakit dengan nilai *Ph* 6,0 s/d 8,30 *TDS* 480 s/d 895 ppm dan *TSS* 11,00 ntu s/d 13,00 ntu. Sensor *pH*, *TDS*, dan *TSS* juga mampu mendeteksi kondisi air tidak normal pada limbah cair Rumah Sakit dengan nilai *pH* mulai 4,50 – 9,00 *TDS* 916 ppm – 961 ppm dan *TSS* 10 ntu.– 25 ntu.

Menteri kesehatan republik indonesia nomor 7 tahun 2019 telah mengatur tentang kesehatan lingkungan rumah sakit Nilai - nilai tersebut telah sesuai dengan baku mutu limbah cair berdasarkan ISO 14001.

Kata Kunci: : *Rumah Sakit, Air Limbah, IPAL, pH, TDS, TSS.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dikarenakan limbah cair dari kegiatan rumah sakit tergolong limbah B3 yaitu limbah yang bersifat korosif, infeksius, radioaktif, maka kemungkinan mudah terbakar. Perlunya manajemen rumah sakit dan pengelolaan air limbah yang berjalan dengan seimbang sehingga lingkungan rumah sakit menjadi lebih terjamin dan dapat mencegah terjadinya penyakit saling silang. Rumah sakit merupakan institusi pelayanan bidang kesehatan dengan bidang *preventif* (pencegahan), *kuratif* (pengobatan), *rehabilitatif* maupun *promotif*. Kegiatan dari rumah sakit menghasilkan limbah baik itu limbah padat, limbah cair maupun gas. Limbah cair rumah sakit merupakan limbah infeksius yang masih perlu pengelolaan sebelum dibuang ke lingkungan, [1].

Rumah sakit perlu memiliki pengolahan limbah yang baik dan menyeluruh. Agar rumah sakit terasa nyaman, segar dan terjaga kesehatan lingkungan maupun kesehatan pasien, pekerja, pengunjung, serta masyarakat sekitarnya [2].

Karakteristik air mempunyai kimiawi dan fisik dapat memengaruhi organisme yang lain. Buangan limbah bisa mempengaruhi terjadinya perubahan kualitas air baik rasa, warna, atau yang lain, karena akibat Sistem Pengelolaan Limbah yang tidak memenuhi standar ISO 14001. Air adalah sumber kehidupan banyaknya limbah cair dapat mempengaruhi ketidakseimbangan kehidupan yang bisa menimbulkan rusaknya organisme terutama kehidupan manusia khususnya menggantungkan hidupnya pada air. Untuk mengatasi Pencemaran air baiknya diatasi pada bagian yang paling hulu (Rumah Sakit) melalui sistem instalasi pengelolaan air limbah (*IPAL*) yang baik dan memenuhi standar ISO 14001 yang sesuai dengan peraturan Kementerian Lingkungan Hidup, sebelum terjadinya dampak atau proses pencemaran. Jika tingkat pencemaran air tinggi maka penanggulangnya membutuhkan biaya yang sangat besar [2].

Perlunya manajemen dan akurasi alat ukur yang sesuai standar nasional Indonesia (SNI) maka metode mamdani sebagai pemikiran yang sesuai dengan penelitian ini dan metode ini sebagai batas minimal – maksimal maka penelitian ini di harapkan bisa sedikit membantu sistem kerja manajemen di Rumah sakit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian – uraian yang telah dijelaskan diatas maka peneliti memiliki rumusan permasalahan yang sedang dihadapi, yaitu :

- a. Bagaimana merancang prototype alat ukur kualitas air limbah yang sesuai *SNI ISO 14001*.
- b. Bagaimana meningkatkan akurasi alat ukur kualitas air limbah pada prototype alat ukur sesuai *SNI ISO 14001*.
- c. Bagaimana hasil pengukuran dari alat digunakan untuk mengukur *pH, TDS, TSS* di hubungkan dengan system informasi. dari sebuah alat yang langsung dapat menganalisis kualitas air limbah sesuai *SNI ISO 14001*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup permasalahan dalam penelitian dan supaya tidak menyimpang dari pokok permasalahan yang ada, maka pada penelitian ini penulis batasi sebagai berikut:

1. Alat ini di rancang hanya untuk mengetahui *pH air, TDS, dan TSS* pada instalasi pengelolaan air limbah (*IPAL*) di RS.
2. Alat ini di rancang baru di gunakan untuk pengelolaan air limbah di RS pada instalasi pengelolaan air limbah (*IPAL*).
3. Alat ini di rancang hanya bisa sedikit membantu manajemen instalasi pengelolaan air limbah (*IPAL*) di RS.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah untuk menentukan standar instalasi pengelolaan air limbah (*IPAL*) di RS yang sesuai dengan *SNI ISO 14001*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat mengetahui Kualitas air baku secara lebih akurat sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.
2. Membantu petugas dalam menentukan kualitas air secara langsung membantu dalam setiap pengecekan kualitas air untuk mengetahui, *pH*/Korosi air , *TSS* tingkat kekeruhan air , & *TDS*/rasa air.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penulisan Tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai uraian latar belakang, persamaan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori secara umum tentang air limbah, *iso 14001*, *sensor pH meter*, *sensor TDS, TSS*, *LCD*, *sensor turbidity*, *Arduino uno*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi mengenai model, arsitektur, metodologi, serta diagram alur penelitian

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil perhitungan serta simulasi

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Pustaka

Yang menjadi perhatian internasional Penanganan dan pengelolaan air limbah di Rumah Sakit sudah sangat mendesak sehingga perlunya pengelolaan air limbah yang memenuhi Standar Nasional berdasarkan ISO 14001. pada pertemuan internasional yang sangat penting isu ini telah menjadi agenda pada setiap pembahasan . Pada tanggal 18 Oktober 2013 telah dilakukan musyawarah *High Level Meeting on Environmental and Health South-East and East Asean Contries* di Thailand / Bangkok. Yang Salah satu agendanya pada pertemuan awal yaitu *Solid Hazardous Waste* yang akan menindaklanjuti bagaimanana cara menangani limbah cair yang berkaitan dengan limbah medis dan limbah domestik [1].

Menteri Kesehatan Republik Indonesia pernah mensurvei bagaimana cara pengelolaan air limbah di 88 Rumah Sakit di luar Kota Jakarta. Kriteria organisasi *World Health Organization (WHO)*, tentang pengelolaan air limbah Rumah Sakit yang baik bila persentase limbah medis 15%. Tapi , di Indonesia mencapai 23,3%, melakukan Pewadahan 20,5%, Pengangkutan 72,7% limbah Rumah Sakit [2].

Badan penelitian Riset Universitas Indonesia tahun 2013 melakukan penelitian pengolahan limbah cair Rumah Sakit yang mana di Provinsi Maluku menunjukkan angka hanya 53,4% Rumah Sakit yang melakukan cara pengelolaan limbah cair dan dari rumah sakit yang mengelola limbah tersebut 51,1% pengolahan air limbah dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (*IPAL*) dan Septic Tank (Tangki Septik). Uji penelitian kualitas limbah cair hanya dilakukan oleh 57,5% Rumah Sakit dan dari Rumah Sakit yang melakukan pemeriksaan tersebut sebagian besar telah melakukan pemeriksaan dan sebagian besar telah memenuhi syarat baku mutu limbah cair yang sesuai dengan standar mutu [3].

Fasilitas pelayanan kesehatan berupa bangunan air yang berfungsi sebagai air buangan yang berasal dari kegiatan medis ataupun non medis yang ada di

dirumah sakit di sebut sebagai Instalasi Pengolahan Air Limbah (*IPAL*). Limbah cair yang di Rumah Sakit memiliki dampak yang negatif untuk masyarakat atau lingkungan di sekitarnya, dalam Kementerian kesehatan tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, yaitu setiap fasilitas Pelayanan Kesehatan yang menghasilkan Air limbah Rumah Sakit diwajibkan untuk memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (*IPAL*). Aturan Baku Mutu limbah cair pada kegiatan di Rumah Sakit sebaiknya disesuaikan dengan standar aturan baku mutu Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup negara republik Indonesia nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah (Widayat dan Said, 2013) Parameter terhadap air limbah yang dihasilkan rumah sakit yaitu diantaranya *TSS*, *TDS*, dan *pH*, kandungan *BOD*, *COD* yang melebihi dapat mengakibatkan makhluk hidup yang ada didalamnya akan mati disebabkan ada konsentrasi oksigen terlarut dalam limbah cair tersebut sehingga menjadi sedikit (Suharto, 2011). Lalu Air yang bersifat basa atau asam akan tergantung pada kecil atau besarnya *pH*. air limbah yang pada akhirnya akan mengganggu kehidupan biota akuatik yang ada dan sangat berpengaruh terhadap gangguan kesehatan. (Sumantri, 2010). Pengelolaan instalasi pengolahan air limbah (*IPAL*) merupakan fasilitas pelayanan kesehatan berbentuk bangunan air sebagai tempat pengelolaan air buangan yang berasal dari kegiatan medis maupun non medis yang berada di fasilitas pelayanan kesehatan dirumah sakit. Air limbah yang di buang rumah sakit mengandung bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan maupun kesehatan masyarakat di sekitarnya, menurut kementerian kesehatan tentang aturan bagi kesehatan lingkungan rumah sakit, sebaiknya setiap fasilitas pelayanan kesehatan yang menghasilkan limbah cair limbah rumah sakit ddi haruskan agar memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (*IPAL*). Peraturan baku mutu limbah cair limbah pada proses kegiatan rumah Sakit seharusnya sesuai dengan standar baku mutu peraturan menteri lingkungan hidup republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (Widayat dan Said, 2013) hitungan kurang lebihnya pengukuran terhadap air limbah yang dihasilkan rumah sakit yaitu diantaranya *TDS*, *TSS*, dan *Ph air*, yang tinggi bisa menyebabkan makhluk hidup yang ada didalamnya akan mati dikarenakan ada proses oksigen terlarut dalam limbah cair menjadi sedikit. Setelah air yang bersifat basa atau asam akan menggantungkan pada besar atau

kecilnya pH . Terpengaruhnya gangguan kesehatan di sebabkab pH air yang dapat mengubah air limbah yang pada akhirnya akan mengganggu kehidupan biota akuatik yang ada [4].

3.2 ISO 14001

Badan berstandar Internasional. Pelaksanaan program sertifikasi ISO 14001 bisa dikatakan sebagai tindakan pro-aktif dari produsen yang dapat mengangkat nama baik sebuah perusahaan dan memperoleh kepercayaan dari konsumen ISO 14001 adalah salah satu rangkian standarisasi *ISO 14001* yang merupakan aturan manajemen lingkungan yang sifatnya sukarela yang mencakup sistem dan alat, yang dikembangkan serta di jaga oleh sebuah organisasi [18].

Lembaga *ISO (International Organization for Standarization)* adalah: sebuah organisasi yang mengeluarkan izin *ISO 14001* tentang standar internasional mengenai sistem manajemen lingkungan (*Environmental Management System*). Lembaga *ISO* menerbitkan Sistem Manajemen Lingkungan *ISO 14001 (SML ISO 14001)*. Bertujuan untuk mencapai perbaikan baik pengendalian dan pengelolaan yang berdampak pada lingkungan. Lembaga *ISO 14001* dapat dijadikan aturan keseluruhan jenis, ukuran, dan budaya organisasi. Lembaga sistem manajemen lingkungan dapat membantu organisasi dalam mengidentifikasi, memanajemen, memantau, atau mengontrol aspek lingkungannya. Hal ini mewajibkan organisasi untuk berahiti hati keseluruhan isu lingkungan yang relevan pada proses pengontrolan dan operasinya [18].

Lembaga *ISO 14001* dapat membantu langkah manajemen beberapa kelompok industri untuk mengenal dan mengukur kinerja lingkungan terkait aspek lingkungan dari aktivitas produk serta jasa yang dihasilkan.

Dampak positif pada pendekatan sistem yaitu antisipasi jangka pendek maupun jangka panjang dari aspek lingkungan bagi keadaan lingkungan dan kegiatan usaha, serta hubungan dengan pemerintah dan konsumen. Kemajuan pada industri bisa berdampak negatif berupa penurunan daya dukung lingkungan. Penerapan Sistem Manajemen Lingkungan (*SML*) *ISO 14001* yang dilakukan

untuk memenuhi peraturan dan tanggung jawab dalam mendukung perlindungan lingkungan, mencegah pencemaran, dan mendapatkan keuntungan ekonomi [19]

3.3 Air Limbah

Air limbah dapat berdampak negatif pada kehidupan manusia, tindakan penanganan atau pencegahan pada permasalahan tersebut, maka perlu adanya pengembangan teknologi dalam insatalasi pengelolaan air limbah (IPAL) Rumah Sakit yang murah, efisien, memudahkan operasinya serta harganya terjangkau, khususnya untuk rumah sakit dengan kapasitas kecil sampai sedang [20].

Rumah sakit menghasilkan limbah cair yang merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini dikarenakan oleh air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa kimia lain serta *mikro-organismes patogen* yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya.

Potensi pencemaran cair limbah rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka berdasarkan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: *Kep-58/MENLH/12/1995* tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan Rumah Sakit, setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku.

, Pengukuran *pH* meter digital terdapat *elektroda* khusus yang berfungsi untuk mengukur *pH* bahan-bahan semi padat, *elektroda (probe* pengukur) terhubung sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai *p* Sensor *pH* meter adalah jenis alat ukur untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaaan suatu cairan *H*. *Probe* atau *Elektroda* merupakan bagian penting dari *pH meter*, *Elektroda* adalah batang seperti struktur biasanya terbuat dari kaca. Pada bagian bawah elektroda ada bohlam, bohlam merupakan bagian sensitif dari probe yang berisi sensor. Untuk tujuan umum buffer pada *pH 4* dan *pH 10* yang diterima. *pH* meter dapat digunakan diberbagai macam industri ataupun didalam laboratorium pengujian [24].



Gambar 2.1 Sensor pH E-201-C [25].

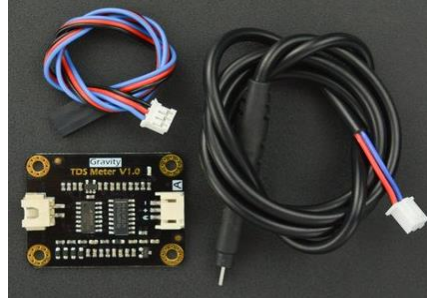
3.4 Sensor TDS

Alat sensor *Analog TDS Sensor/Meter for Arduino*, kita bisa merakit sendiri *TDS meter* di rumah menggunakan *Arduino* atau mikrokontroler sejenisnya. Alat Sensor dapat mendukung input tegangan kurang lebih 3.3 - 5V, serta output tegangan analog yang dihasilkan antara nilai 0 - 2.3V. Cocok untuk aplikasi manajemen kualitas air, *hidroponik*, Merupakan sensor *kompatibel Arduino* yang digunakan untuk mengukur kadar *TDS (Total Dissolve Solid)* pada air *TDS* sendiri merupakan kadar konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air. Semakin tinggi nilai *TDS* nya maka semakin keruh airnya, begitupun sebaliknya. Semakin rendah nilai *TDS* nya maka semakin jernih pula air tersebut dsb.

Spesifikasi alat :

- Input Tegangan : 3.3 ~ 5.5V
- Output tegangan : 0 ~ 2.3V
- Kerja arus : 3 ~ 6mA
- TDS Pengukuran : 0 ~ 1000ppm
- ketepatan Akurasi : $\pm 10\%$ F.S. (25°C)
- Modul dimensi : 42 x 32 mm

- Probe panjang : 83 cm
- Output type : Tegangan Analog



Gambar 2.2 Sensor TDS

Gambar *TDS* meter dan *pH*[26]Sebelum ada alat pengukur, angin ditaksir dengan skala kekuatan angin yang dikemukakan oleh armada *Beaufort* dan disebut skala *Beaufort*. Ada 13 skala dari skala Beaufort 0 (nol) artinya angin tenang (*calm*) sampai skala 12 artinya angin *siklon* [17].

3.5 LCD Liquid Cristal Display

Satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik yaitu LCD (Liquid Crystal Display) yang umumnya di pasaran tampilan LCD nya sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya.

Liquid Crystal Display (LCD) juga merupakan perangkat display yang paling umum dipasangkan di Mikrokontroller, Mengingat ukurannya yang kecil dan kemampuannya menampilkan karakter atau grafik yang lebih dibandingkan display Seven-Segmen. LCD mempunyai PIN data, Kontrol catu Daya,serta pengatur kontras pada tampilannya.



Gambar2.3 Tampilan Rangkaian Arduino ke LCD [27]

3.6 Sensor turbidity

Semakin tinggi kadar TSS, maka semakin tinggi pula tingkat kekeruhan air tersebut. Sensor ini mendukung dua mode output, digital dan analog sehingga dapat dengan mudah diakses melalui Arduino atau mikrokontroler lainnya. Sensor ini dapat diaplikasikan untuk mengukur tingkat kekeruhan air pada sungai, danau, laboratorium, limbah cair, dll

Analog Turbidity Sensor untuk Arduino merupakan sensor yang berfungsi mengukur kualitas air dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya. Sensor ini mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmisi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar Total Suspended Solids (TSS).

Spesifikasi alat :

- Kerja Tegangan : 5 VDC
- Kerja arus : 40 mA (MAX)
- kerja Respon : <500ms
- Insulasi Resistansi : 100 MOhm (Min)
- Pengeluaran : Digital & analog
- Jarak Tegangan Analog : 0 - 4.5 V
- Pengeluaran Digital : Low/ High level signal (batas atas dapat diatur dengan cara memutar potensiometer)
- Kerja temperatur : 5°C ~ 90°C



Gambar 2.4 Turbidity Sensor [25].

3.7 Arduino uno

Alat Arduino uno yaitu : Jenis alat yang berbentuk papan (board) yang terdiri dari sebuah mikrokontroler. Dengan pengertian lain, arduino disebut sebagai sebuah papan mikrokontroler. Salah satu papan arduino yang terkenal adalah arduino uno. Papan mikrokontroler ini seukuran kartu kredit, dilengkapi dengan sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain [7].

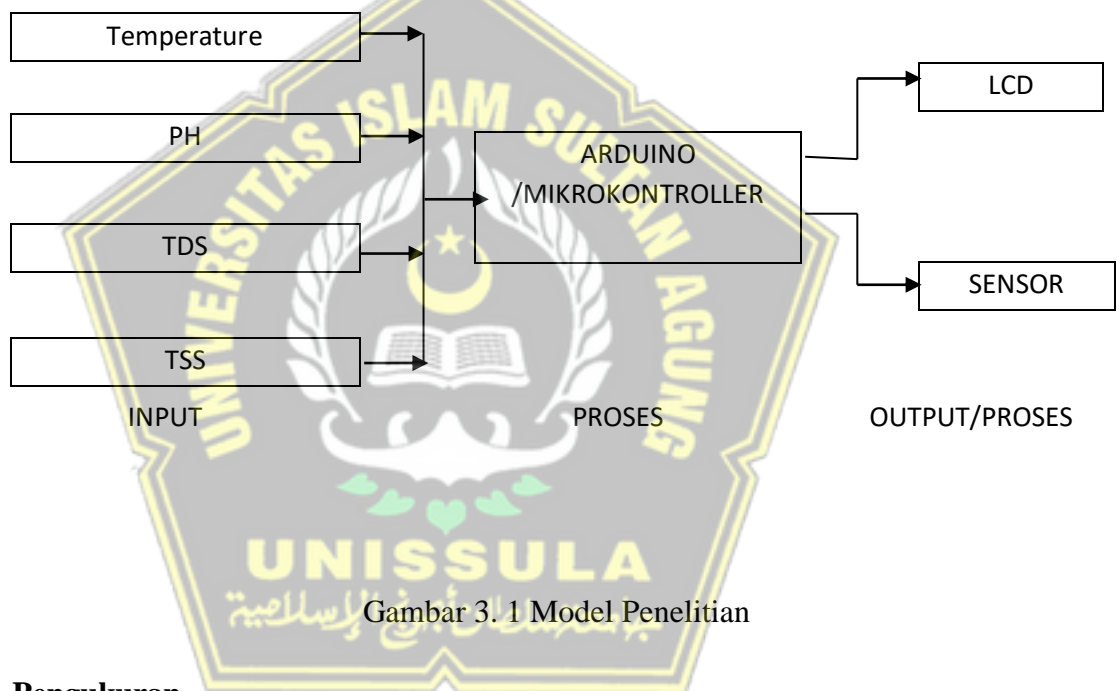


Gambar 2.5 Bagian-bagian penting di arduin [25].

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Penelitian ini untuk mendapatkan hasil ukur yang sesuai dengan standar ISO IN4001 berkaitan dengan limbah cair yang berada di rumah sakit dengan perbandingan selisih minimum bahkan di harapkan sama dari pengukuran baik dari pengukuran pada batas rendah sampai pada maximal pH air, TDS,dan TSS dengan pengukuran.seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model Penelitian

3.2 Pengukuran

Pada praktik pengukuran pH air,TDS, dan TSS di instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Rumah Sakit agar sesuai dengan standar ISO IN 4001 yaitu pH (6-9),TDS (300 Baik sekali),TSS max (100), sesuai dengan buku mutu limbah cair bagi kegiatan di Rumah sakit yang sudah di tetapkan menteri negara lingkungan hidup nomor KEP.-58/MENLUH/12/1995

Untuk memproses data pengukuran yang ada kemudian disesuaikan dengan lokasi limbah cair yang berada di Rumah sakit sehingga dapat diketahui pengukuran pH air, TDS ,dan TSS yang dihasilkan seperti Gambar 3.2.



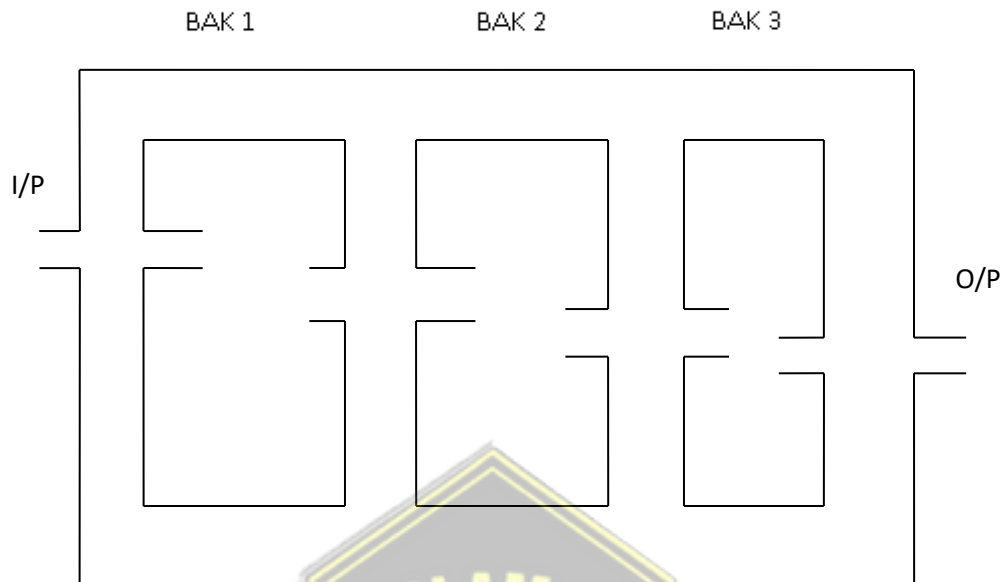
Gambar 3. 2 Model Pengelolaan IPAL RS

3.3 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengukuran untuk menentukan pengukuran pH air, TDS, dan TSS yang disesuaikan dengan berdasarkan ISO IN4001. Kegiatan penelitian ini meliputi analisis pengukuran pH air, TDS, TSS dan konduktivitas berdasarkan ISO IN4001 di pengelolaan air limbah di Rumah Sakit dengan menggunakan metode alat Prototype.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini berfokus pada hasil pengukuran yang di standarkan pada ISO IN 4001 pada pengelolaan air limbah di Rumah Sakit analisis pada model pengukuran. Penelitian ini dimulai dengan tahapan menentukan model penelitian seperti Gambar 3.3 menggambarkan diagram alur penelitian yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3.3 Desain Penelitian

Tahapan pertama menentukan model penelitian kita awali dengan study literatur pada Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) di Rumah sakit dengan menggunakan alat yang yang sudah di rancang untuk menentukan parameter pH air,TDS,dan TSS pada bak penampungan air limbah bak 1, bak 2,dan bak 3 yang sudah di tentukan standar ISO IN 4001 sehingga bisa menentukan kadar keasaman, rasa, dan kekeruhan air yang sesuai atau tidak sesuai normal atau tidak normal sehingga bisa menghasilkan kwalitas air yang di buang sehingga tidak menimbulkan pencemaran pada lingkungan.

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran pengukuran pH air,TDS, TSS berdasarkan ISO IN4001 di Rumah Sakit. Proses selanjutnya yaitu analisis data yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan Tabel yang terdiri dari Nama,Jenis air dan keterangan serta menggunakan perhitungan manual. Ketika hasil tidak menunjukkan selisih yang signifikan maka kembali kelangkah sebelumnya yaitu melihat tabel standarsisi ISO IN4001 minimal selisih 0,5 % dari pengukuran.

Langkah terakhir, penarikan kesimpulan dan saran. Gambar menggambarkan flowchart penelitian yang digunakan pada penelitian ini. Langkah terakhir, penarikan kesimpulan dan saran.

3.5 Objek Penelitian RS

Kapasitas pengolahan air limbah Rumah Sakit seperti Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Pengelolaan air limbah Rumah Sakit

Aturan ISO 14001 berkaitan dengan Baku Mutu Limbah Cair banyak sekali di media masa ataupun mensos sebagai acuan untuk memudahkan penelitian baik di luar maupun di dalam ruangan rumah sakit yang menyediakan sistem IPAL (Instalasi Pengelolaan Air Limbah) Bagi Kegiatan Rumah Sakit Parameter berkaitan dengan pengukuran pH Air ,TSS, DAN TDS yang semuanya sudah di atur batas Minimum sampai batas Maximum dimana sudah di atur kementerian Perindustrian Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2019 tentang perubahan atas peraturan menteri perindustrian nomor 78/M-IND/PER/11/2016 tentang pemberlakuan standar nasional indonesia air mineral, air demineral, air mineral alami, dan air minum embun secara wajib. Kadar Maksimum (Mg/L) Bod5 75 Cod 100 Tss 100 Ph 6 – 9 seperti pada tabel 3.5 berikut ini :

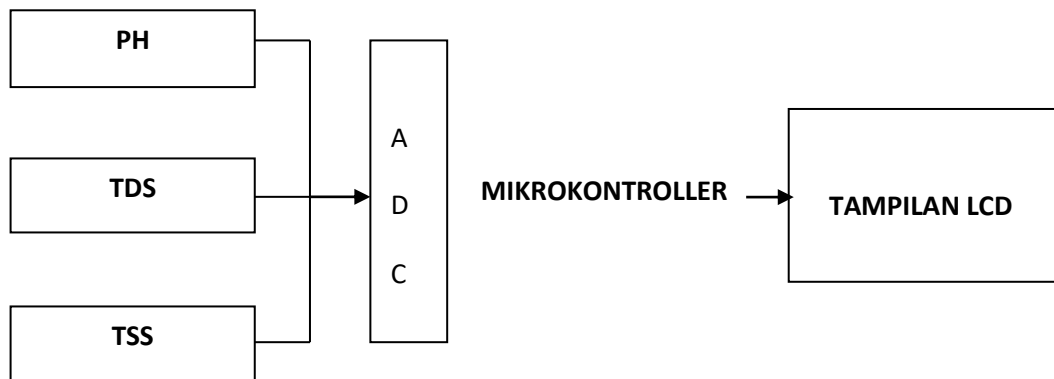
BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI KEGIATAN RUMAH SAKIT

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM
FISIKA	
Suhu	≤ 30°C
KIMIA	
pH	6 - 9
BOD ₅	30 mg/L
COD	80 mg/L
TSS	30 mg/L
NH ₃ Bebas	0,1 mg/L
PO ₄	2 mg/L
MIKROBIOLOGIK	
MPN - Kuman Golongan Koli/100 mL	10.000
RADIOAKTIVITAS	
³² P	7 X 10 ² Bq/L
³⁵ S	2 X 10 ³ Bq/L
⁴⁵ Ca	3 X 10 ² Bq/L
⁵¹ Cr	7 X 10 ⁴ Bq/L
⁶⁷ Ga	1 X 10 ³ Bq/L
⁸⁵ Sr	4 X 10 ³ Bq/L
⁹⁹ Mo	7 X 10 ³ Bq/L
¹¹³ Sn	3 X 10 ³ Bq/L
¹²⁵ I	1 X 10 ⁴ Bq/L
¹³¹ I	7 X 10 ⁴ Bq/L
¹⁹² Ir	1 X 10 ⁴ Bq/L
²⁰¹ Tl	1 X 10 ⁵ Bq/L

Gambar Tabel 3.5 Pengelolaan air limbah Rumah Sakit standar ISO

3.6 Perancangan untuk alat ukur kualitas limbah Rumah Sakit

Bagian pemrosesan yaitu mikokontroller berbentuk Arduino Uno. Nilai yang di hasilkan dari “sensor” diterima oleh masukan ADC Arduino untuk dilakukan perhitungan berdasarkan konversi dari program dan kemudian disimpan di dalam EEPROM Arduino yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan *setting* parameter.



Gambar 3.6. Diagram blok Perangkat Keras

Kesimpulan dari rangkaian alat ukur ini digambarkan dengan rangkaian skematik pada Gambar 2. Seperti rangkaian tersebut diuraikan di bawah ini.

a. Modul sensor pH

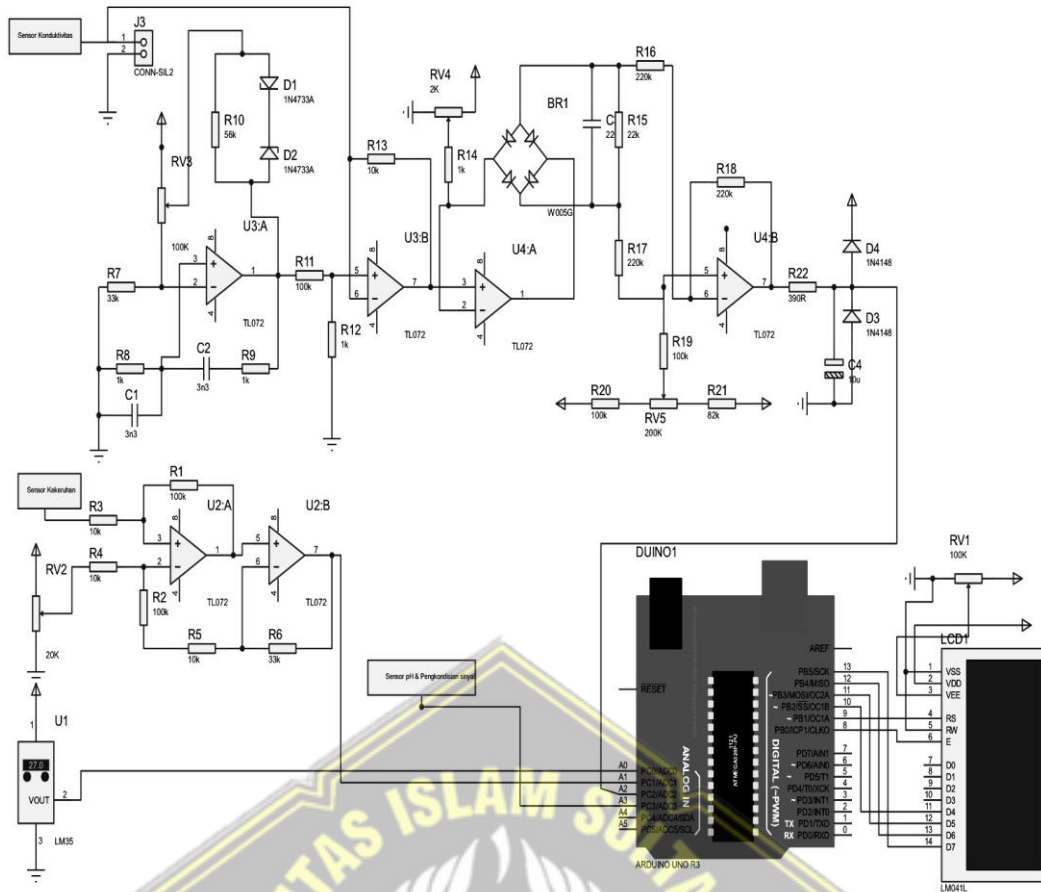
Modul sensor pH pada pengukuran tingkat pH digunakan modul sensor pH. Modul sensor pH ini terdiri atas 2

1. Sensor pH

Untuk pengukuran pH air

2. Rangkaian pengkondisian sinyal sensor pH.

Rangkaian Pengkondisian sinyal menggunakan analog pH meter kit dari Dfrobot. Keluaran dari pengukuran hasil sensor diterima oleh rangkaian pengkondisian sinyal untuk kemudian dikuatkan sehingga nilai tegangan keluaran dari sensor pH ini akan lebih mudah terbaca oleh Arduino untuk proses konversi tegangan ke nilai suhu dalam Celcius.



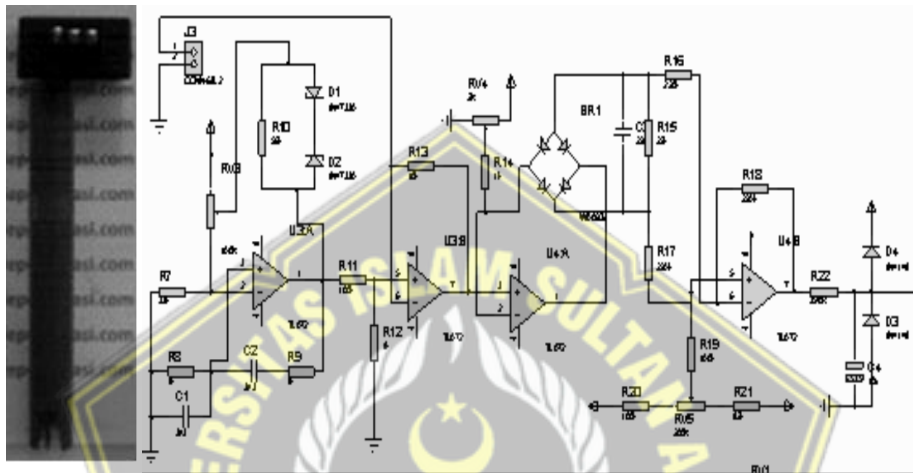
Gambar 3.7. Rangkaian skematik keseluruhan



Gambar 3.8. (a) Modul sensor pH dan (b) modul pengkondisian sinyal sensor pH

b. sensor TDS dan Modul

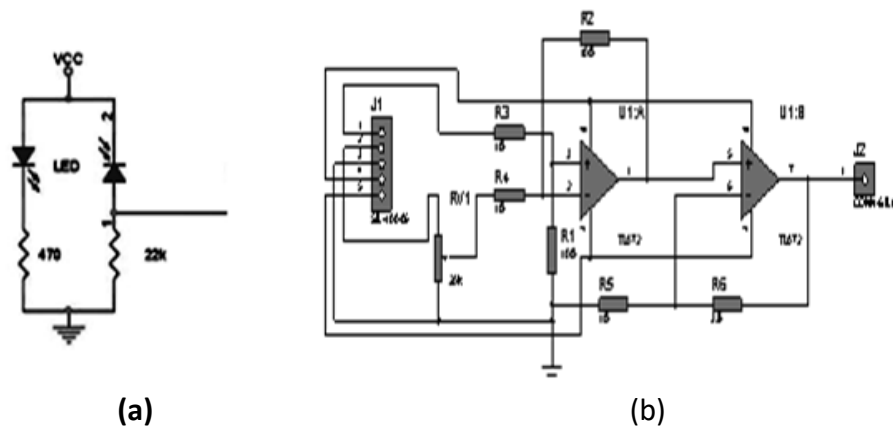
Sinyal AC yang terjadi tersebut diubah menjadi sinyal DC untuk dapat diproses oleh mikrokontroler melalui rangkaian konverter sinyal AC ke DC. Dalam pengukuran tingkat TDS digunakan rangkaian modul sensor TDS. Modul ini terdiri atas rangkaian modul sensor dan rangkaian pengkondisian sinyal sensor TDS seperti pada Gambar 6.



Gambar 3.9. (a) Modul sensor TDS dan (b) rangkaian pengkondisian

c. Modul sensor TSS

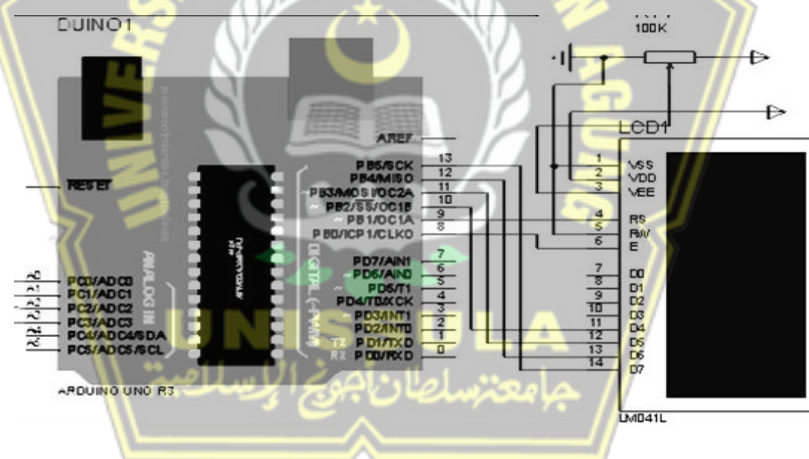
Dalam pengukuran tingkat kekeruhan digunakan rangkaian modul sensor kekeruhan. Modul ini terdiri atas rangkaian modul sensor LED inframerah dengan sensor fotodiode dan rangkaian pengkondisian sinyal sensor kekeruhan seperti yang terdapat pada Gambar 5.



Gambar 3.10. (a) Rangkaian sensor kekeuhan dan (b) Rangkaian pengkondisian sinyal sensor kekeuhan

d. Modul Output

Modul ini terdiri dari rangkaian LCD 16x4 yang dihubungkan dengan keluaran dari Arduino.



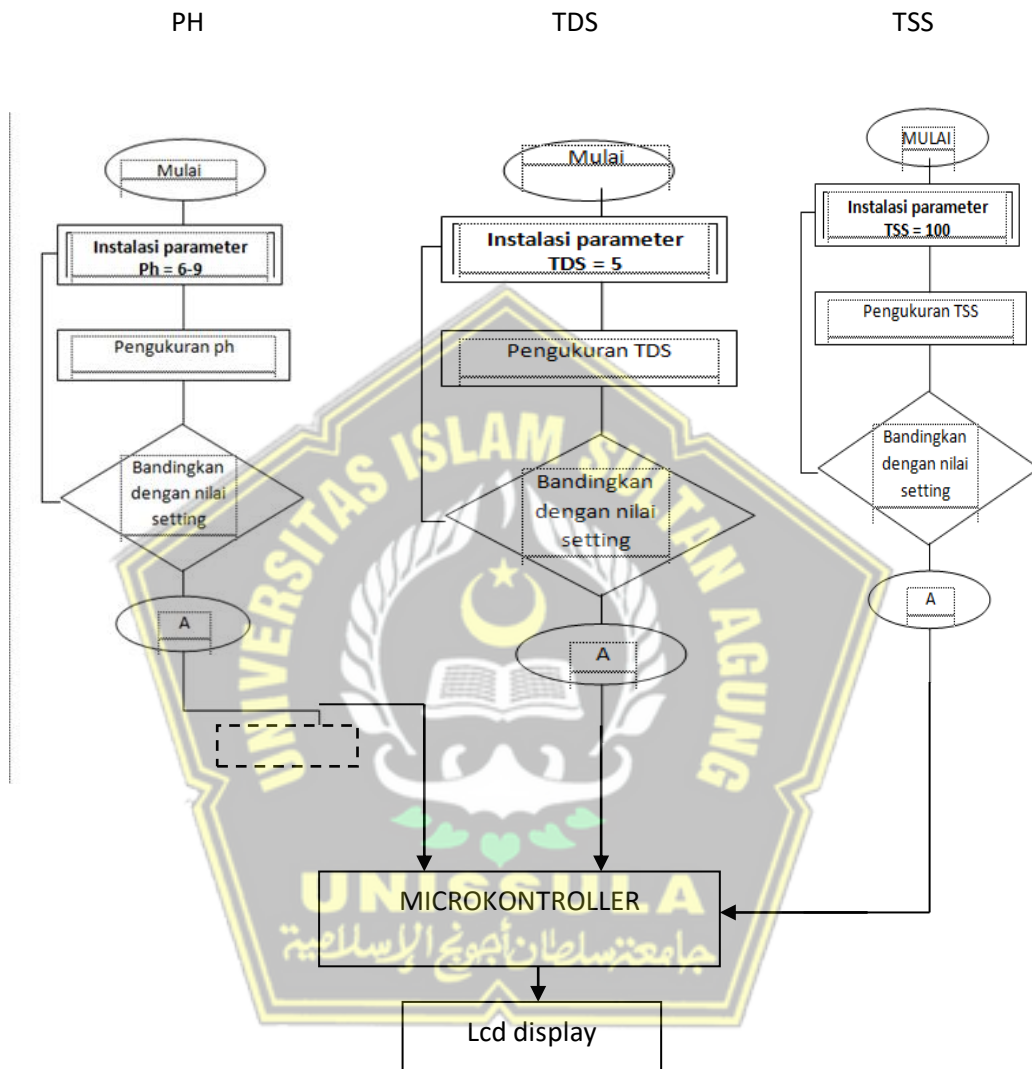
Gambar 3.11. Rangkaian modul keluaran LCD 16x4

e. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem otomatisasi ini dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE (Integrated Development Environment). Algoritma yang dirancang ditunjukkan pada flowchart pada Gambar 8 pada halaman berikut.

3.7 Hasil Dan Pembahasan Perancangan

Pengujian limbah dibagi menjadi beberapa bagian yaitu pengujian pengkondisian sinyal, pengujian sensor dan pengujian keseluruhan sistem.



Gambar 3.12. Diagram Program

Dari gambar di atas bisa dijelaskan alur pengukuran mulai dari start dimana instalasi masing-masing parameter mulai dari pH, TSS dan TDS dibandingkan dengan nilai setting yang kontrol dengan mikrokontroler dan ditampilkan dengan layar LCD di mana akan terlihat melalui kesimpulan jika setting warna hijau air normal jika merah tidak normal dengan di tampilan menyalnya lampu LED secara otomatis.

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

4.1 Analisa Pengukuran

Tahapan pengambilan data (observasi) pada lapangan selanjutnya dilakukan Pengukuran untuk menguatkan data yang didapatkan hasil dari pengukuran. Data pengukuran uji coba di laboratorium disesuaikan dengan hasil pengukuran pH, TSS, TDS, Potensi Air limbah dari masing masing uji coba di antaranya Air Sumur, Air Kopi, Air Teh Basi, dan Air Betadine.

4.2 Air limbah

Air limbah yang di uji adalah air limbah buatan dengan uji coba di antaranya Air Sumur, Air Kopi, Air Teh Basi, dan Air Betadine. Dengan alat ukur yang sudah di rancang dengan system digitalisasi yang dapat mengukur tiga elemen Air yaitu ,pH, TSS, TDS.

Metode pengukuran untuk menentukan kadar air limbah dengan memodifikasi alat yang di gunakan sehingga dapat mengukur kadar air limbah yang di kandung yang sesuai dengan standar ISO 14001 /Standar Nasional SNI yang di lakukan oleh Pemerintah. Standar ISO/Keputusan Menteri Kesehatan Nomor: 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit perlu disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan industri, serta kebutuhan hukum; data yang sesuai dengan Pemerintah bisa di lihat pada tabel berikut :


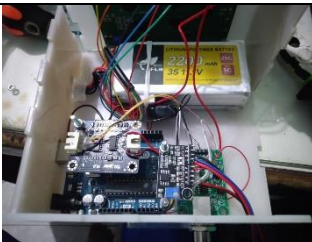




Tabel 1. Parameter Pengukuran

PARAMETER	KADAR M/G/1 MAXIMUM
pH (Korosi)	6-9 (normal) 0-5 (tidak normal) 10-14 (di atas normal)
TDS (Rasa)	1-300 ppm (baik sekali) 300 - 600 Ppm (baik) 600 - 900 Ppm (bisa di minum) 900-1200 ppm Sekali (buruk)
TSS (Kekeruhan)	0-5 (Normal Baik) 5-25 (Tidak Baik) 26 -100 (Tidak Normal)

TDS adalah benda padat yang terlarut yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H₂O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan Parts per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air[23]. Ada kaitan yang jelas antara mengukur resistansi (elektrik), konduktivitas (elektrik), dan TDS air. Jika dilihat dari satuannya berturut-turut dan part per million (ppm)[24].

Adapun Dalam pengukuran tingkat TDS digunakan rangkaian modul sensor TDS. Modul ini . terdiri atas rangkaian modul sensor dan rangkaian pengkondisian sinyal sensor TDS seperti pada Gambar 6. Cara kerja rangkaian adalah dimulai dengan pembangkitan gelombang sinus oleh rangkaian Osilator Jembatan Wien dengan frekuensi osilasi 5,3 kHz kemudian dikuatkan oleh penguat tak membalik yang besar penguatannya didasarkan dari besarnya nilai tahanan yang diperoleh dari hasil keluaran sensor konduktivitas. Sinyal AC yang terjadi tersebut diubah menjadi sinyal DC untuk dapat diproses oleh mikrokontroler melalui rangkaian konverter sinyal AC ke DC. Perancangan

perangkat lunak pada sistem otomatisasi ini dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE (Integrated Development Environment).

		
1. Layar lcd 2 x 4	2. Rangkaian catu daya dan arduino	3. Sensor Ph, TDS, dan TSS
		
4. Alat Ukur Ph, Tds Dan Tss terpisah	5. tombol power, dan lampu LED	6. Alat Ukur Ph, Tds Dan Tss


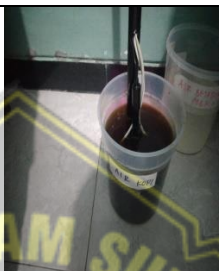

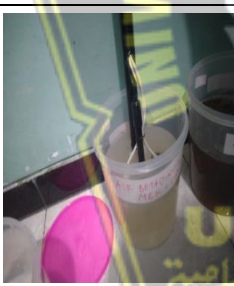
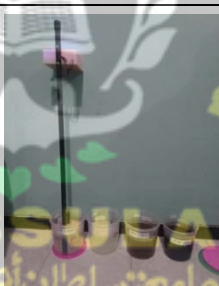

Gambar 4.13. Prototype alat pengukur limbah Rumah sakit yang terintegrasi[8]

A. Analisa Pengukuran

Tahapan pengambilan data (observasi) pada lapangan selanjutnya dilakukan Pengukuran untuk menguatkan data yang didapatkan hasil dari pengukuran. Data pengukuran uji coba di laboratorium disesuaikan dengan hasil pengukuran pH, TSS, TDS, Potensi Air limbah dari masing masing uji coba di antaranya Air Sumur, Air Kopi, Air Teh Basi, dan Air Betadine. Selain pengukuran analisis limbah buatan kami juga melakukan pengukuran pengelolaan limbah cair di RS Kartini Jepara mulai dari Input (1 lubang) Proses dan Output. Cara kerja alat kami :

1. Alat di masukkan ke dalam lobang limbah
2. Hidupkan alat dengan menekan tombol on/off

3. Setelah tampil data, maka tekan tombol hijau untuk mengambil data.
4. Kemudian tekan tombol merah untuk mengetahui hasil pengukuran di atas normal atau tidak normal.
5. Ketika LED berwarna hijau maka kondisi limbah di katakan sangat normal.
6. Ketika kondisi LED kuning maka kondisi normal
7. Jika kondisi LED merah maka di nyatakan tidak normal.

		
1. Pengukuran Air Kran Sumur	2. Pengukuran Air Kopi	3. Pengukuran Teh Basi
		
4. Pengukuran Air Betadine	5. Pengukuran dari 4 Jenis Air	6. Hasil Ukur Ph,Tds Dan Tss

Gambar 4.14. Proses Pengukuran 4 Jenis Air

Pengukuran air kran sumur, pengukuran air kopi, pengukuran teh air basi, pengukuran betadine, pengukuran jenis air baik PH air ,TDS air dan TSS air masing masing mempunyai perbedaan untuk memudahkan pemetaan hasil dari proses pengukuran

Tabel 2. Pengukuran 4 Jenis Air

NAMA	1.AIR KRAN SUMUR	2. AIR KOPI	3. AIR TEH	4. AIR BETADHIN
pH	6,89	5,41	4,56	4,24
TDS	179,71 ppm	279,41 ppm	246,11 ppm	1129,54 ppm
TSS	1,00 ntu	16,00 ntu	7,00 ntu	13,00 ntu
Hasil	Normal	Normal	Tidak normal	Tidak Normal

Sensor pH,TDS,TSS mampu mendeteksi kondisi air normal pada air kran dan kopi dengan nilai pH 6,89 s/d 5,41 TDS 179,71 s/d 279,41 ppm dan TSS 1,00 ntu s/d 16,00 ntu. Sensor pH,TDS,dan TSS juga mampu mendeteksi kondisi air tidak normal pada air teh basi dan air betadine dengan pH mulai 4,24 – 4,56 TDS 246,11 ppm – 1129,54 ppm dan TSS 7 ntu.– 13 ntu.

Tabel 3. Pengukuran Uji Terbatas

Nama	P1 Input	P2 Proses	P3	P4	P5	P6	P7 Output
pH	4,50	6,0	8,30	9	9,50	8	10
TDS	916	895	480	961	580	554	415
TSS	25,0	13	11	10	9,1	8,0	7,20
Hasil	TN	N	N	TN	N	N	N

Sensor pH,TDS,TSS mampu mendeteksi kondisi Air Normal pada pH 6,89 pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai Ph 6,0 s/d 8,30 TDS 480 s/d 895 ppm dan TSS 11,00 ntu s/d 13,00 ntu.Sensor pH,TDS,dan TSS juga mampu mendeteksi kondisi air tidak normal pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai pH mulai 4,50 – 9,00 TDS 916 ppm – 961 ppm dan TSS 10 ntu.– 25ntu.

Gambar 4.15. Proses pengukuran Limbah Cair di RS Kartini

		
Pengukuran di P1 input	Pengukuran di P 2 proses	Pengukuran di P 3
		
Pengukuran di P 4	Pengukuran di P 5	Pengukuran di P Output

Hasil analisis pengukuran Air Limbah Rumah Sakit dengan menggunakan metode pengukuran pada Pengelolaan Air limbah Rumah Sakit dengan kondisi sebagai berikut;

1. Sensor pH,TDS,TSS mampu mendeteksi kondisi Air Normal pada pH 6,89 pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai Ph 6,0 s/d 8,30 TDS 480 s/d 895 ppm dan TSS 11,00 ntu s/d 13,00 ntu.
2. Sensor pH,TDS,dan TSS juga mampu mendeteksi kondisi air tidak normal pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai pH mulai 4,50 – 9,00 TDS 916 ppm – 961 ppm dan TSS 10 ntu.– 25ntu.

Tabel 4. Pengukuran pH,TDS ,TSS serta Out Tegangan

Nama	P1 Input	P2 Proses	P3	P4	P5	P6	P7 Output	Tegangan
pH	4,50	6,0	8,30	9	9,50	8	10	5 v
TDS	916	895	480	961	580	554	415	5 v
TSS	25,0	13	11	10	9,1	8,0	7,20	5 v
Hasil	TN	N	N	TN	N	N	N	5 v

Sensor pH,TDS,TSS mampu mendeteksi kondisi Air Normal pada pH 6,89 pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai Ph 6,0 s/d 8,30 TDS 480 s/d 895 ppm dan TSS 11,00 ntu s/d 13,00 ntu. Sensor pH,TDS,dan TSS juga mampu mendeteksi kondisi air tidak normal pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai pH mulai 4,50 – 9,00 TDS 916 ppm – 961 ppm dan TSS 10 ntu.– 25ntu. Masing masing uji tegangan menghasilkan tegangan 5 volt baik itu pH,TDS maupun TSS.

4.3 . Pangujian Pengkondisian Sinyal

Pengujian pertama dilakukan pada pengkondisian sinyal kekeruhan dengan hasil seperti pada Tabel 1. Dari pengujian tersebut disimpulkan bahwa penguatan bekerja dengan baik dengan toleransi 1,49 % dengan nilai standar deviasi 0,96.

Tabel 5. Hasil pengujian pengkondisian sinyal kekeruhan

Pengujian ke -	Tegangan Ref (V)	Tegangan Input (V)	VRef -VIn (V)	Pengukuran limbah 1 (V)	Perhitungan limbah1 (V)	Pengukuran limbah 2 (V)	Perhitungan limbah 2 (V)
1.	1,006	1,039	0,003	0,0038	0,003	1,464	1 ,149

2.	1,006	1,207	0,021	1,006	1,006	1,006	1,006
3.	1,079	1,337	0,258	2,641	2,58	11,16	11,094
4.	1,946	1,957	0,011	0,1	0,11	0,483	0,473
5.	1,56	1,771	0,211	1,91	1,91	9,14	9,073
Rata – rata	1,319	1,462	0,143	1,323	1,428	6,192	6,140

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian sensor TDS, pada pengujian titik limbah satu di peroleh tegangan referensi sebesar 1,006 dan tegangan input 1,039 untuk tegangan pengukuran pada limbah satu sebesar 0,0038.

Tabel 6. Hasil pengujian pengkondisian sinyal konduktivitas

Sampel ke -	Keluaran Sensor (mV)	Konduktivitas ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (ppm)
1	151,37	73,3	49,11
2	1557,62	576	385,92
3	2387,7	989	989
4	3388,67	989	662,63
5	4091,68	1116	747,72
6	4638,67	1194	799,98

Tabel 6. Menunjukkan hasil keluaran sensor sampel ke 1 sd 6 keluaran menunjukkan 151,37 – 4638,67 sedangkan untuk konduktivitas sampel 1 s/d 6 pada konduktivitas sebesar 73,3 – 1194 yang pada TDS sampel 1 s/d 6 menunjukkan angka 49,11 – 799,98.

4.4 . Pangujian Sensor

Pengujian pertama dilakukan pada rangkaian sensor suhu dengan hasil seperti pada Tabel 3. Berdasarkan data pada tabel tersebut dapat disimpulkan nilai eror terendah 0,127 % dan tertinggi 5,4 %. Rata-rata eror adalah 2,23 % dan rata-rata standar deviasinya 1,145. Pengujian kedua dilakukan pada rangkaian sensor pH dengan hasil pada Tabel 4. Dari hasil pengujian didapatkan nilai eror maksimum 0,848 %. Rata-rata eror adalah 0,548 % dan rata-rata standar deviasinya 0,01.

Tabel 7. Hasil pengujian rangkaian sensor pH

Pengujian ke -	Nilai 40,1	Uji kertas lakmus	Hasil pengukuran	Nilai 6,86	Uji kertas lakmus	Hasil pengukuran
1	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
2	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
3	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
4	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
5	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
6	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
7	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
8	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
9	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
10	40,1	4	4,04	6,86	7	6,85
Rata rata	4,01	4	4,044	6,86	7	6,8433

Tabel 7. Menunjukkan Pengujian ketiga dilakukan pada rangkaian sensor kekeruhan dengan hasil pada Tabel 6. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa rangkaian bekerja dengan baik sesuai dengan pergeseran konversi ADC dari nilai tegangan.

Tabel 8. Hasil pengujian rangkaian sensor kekeruhan

No	Metode	Pengukuran
1	Pengukuran aquades	0
2	Pengukuran air sabun	170
3	Sensor tertutup sempurna	225

Tabel 8. Pengujian keempat dilakukan pada rangkaian sensor konduktivitas/TDS dengan hasil pada Tabel 6. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata eror adalah 0,97 % dengan rata-rata standar deviasi 6,69.

Tabel 9. Hasil pengujian rangkaian sensor konduktivitas.

TDS Ppm	Pengujian ke 1	Pengujian ke 1	Pengujian ke 1	Pengujian ke 1	Pengujian ke 1	Rata rata	Error
100	95,72	99,9	101,57	99,57	95,72	98,496	1,50
200	1,50	196,2	199,45	198,45	197,38	197,77	1,11
300	300	293,64	313,21	297,15	293,54	293,54	0,59
400	397,93	419,53	401,47	377,93	383,82	396,13	0,97
500	498,82	499,8	501,24	497,69	500,95	499,7	0,06
600	601,36	601,36	583,18	583,18	583,18	590,45	1,59

Tabel 9. Menunjukkan hasil pengujian sensor konduktifitas ,pada pengujian titik limbah satu rata rata 583,18 untuk titik error selisih 0,5 jadi bisa di simpulkan titik pengukuran normal.

4.5. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan ini dilakukan untuk menguji apakah semua rangkaian sensor berfungsi dengan baik saat bekerja bersamaan. Hasil dari pengujian keseluruhan ini adalah seperti pada Tabel 9.

Berdasarkan hasil pengukuran keseluruhan, rangkaian bekerja dengan baik dimana deviasi dari masing-masing sensor terlihat tidak terlalu signifikan.

Tabel 10. Hasil Pengujian Keseluruhan

Paramater	Pengujian ke 1	Pengujian ke 2	Pengujian ke 3	Pengujian ke 4	Pengujian ke 5
Ph	5,26	26,86	5,28	5,24	5,24
Tds	181	5,28	181	181	181
tss	70,87	70,87	70,87	70,87	70,87

Tabel 10. Hasil pengujian keseluruhan menunjukkan untuk pH air pada pengujian ke 1 – 5 menunjukkan 5,26 – 5,24 untuk TDS pada pengujian 1- 5 menunjukkan 181 – 181 dan TSS menunjukkan pengujian pada angka 1- 5 70,87 s/d 70,97 ini beraarti hasil pengukuran menghasilkan tinkta air yang normal serta tidak mencemari lingkungan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis pengukuran Air Limbah Rumah Sakit dengan menggunakan metode pengukuran pada Pengelolaan Air limbah Rumah Sakit dengan kondisi sebagai berikut;

1. Sensor pH,TDS,TSS mampu mendeteksi kondisi Air Normal pada pH 6,89 pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai Ph 6,0 s/d 8,30 TDS 480 s/d 895 ppm dan TSS 11,00 ntu s/d 13,00 ntu.
2. Sensor pH,TDS,dan TSS juga mampu mendeteksi kondisi air tidak normal pada limbah cair RS Kartini Jepara dengan nilai pH mulai 4,50 – 9,00 TDS 916 ppm – 961 ppm dan TSS 10 ntu.– 25ntu.

Saran ke depan, untuk meningkatkan akurasi,Algoritma fuzzy logic dapat di terapkan untuk akurasi yang lebih baik.

5.2 Saran

Berikut saran dalam melakukan penelitian :

Saran ke depan, untuk meningkatkan akurasi,Algoritma fuzzy logic dapat di terapkan untuk akurasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Subekti, "Pengaruh Dan Dampak Limbah Cair Rumah Sakit Terhadap Kesehatan Serta Lingkungan," *J. Univ. Pandanaran*, pp. 1–6, 2011, [Online]. Available: <http://jurnal.unpand.ac.id/index.php/dinsain/article/download/139/136>.
- [2] Mustafa, Alwathan, and R. Thahir, "Pemanfaatan Sludge Hasil Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Sebagai Bahan Baku Pembuat Biogas: Penelitian Awal," *Sains dan Terap. Kim.*, vol. 6, no. 2, pp. 130–138, 2012.
- [3] A. O. Putri and H. Harmadi, "Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Fotodiode Array Berbasis Mikrokontroler ATmega328," *J. Fis. Unand*, vol. 7, no. 1, pp. 27–32, 2018, doi: 10.25077/jfu.7.1.27-32.2018.
- [4] M. Faisal, H. Harmadi, and D. Puryanti, "Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Secara Realtime Menggunakan Sensor TSD-10," *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 8, no. 1, pp. 9–16, 2016, doi: 10.25077/jif.8.1.9-16.2016.
- [5] R. Toyib, Y. Darnita, and R. Hidayat, "Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto pada Penilaian Mutu Air Mineral (Studi Kasus PDAM Kota Bengkulu)," vol. 14, no. 1, 2018.
- [6] M. Mukhlizar, R. Hartati, and M. Murhaban, "PERANCANGAN ALAT UKUR TINGKAT KEKERUHAN DAN KADAR pH AIR BERBASIS MIKROKONTROLER," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.35308/jmkn.v5i1.1075.
- [7] M. Abdullah, E. Susanto, and I. P. D. Wibawa, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Metode Fuzzy Logic Universitas Telkom," *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 1321–1326, 2016, [Online].

Available:

<https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/home/epublication/id/90.html>.

- [8] M. N. Ainurrofiq, P. Purwono, and M. Hadiwidodo, "Studi penurunan TSS, Turbidity, dan COD dengan menggunakan kitosan dari limbah cangkang keong sawah (*Pila Ampullacea*) sebagai nano biokoagulan dalam pengolahan limbah cair PT. PHAPROS, TBK SEMARANG," *J. Tek. Lingkungan.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2017.
- [9] R. . P. M.R.G Nadi, C. Ruskandi, "Desain Sistem Deteksi Kualitas Air Berbasis Multi Sensor Ph , Dissolved Oxygen , Suhu Dan Konduktivitas," vol. 5, no. 1, pp. 48–56, 2019.
- [10] A. Prayoga, Y. Ramdhani, A. Mubarak, and S. Topiq, "Pengukur Tingkat Kekeruhan Keasaman Dan Suhu Air Menggunakan Mikrokontroler Atmega328p Berbasis Android," *J. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 248–254, 2018, doi: 10.31311/ji.v5i2.3819.
- [11] G. Mazenda, A. Andy Soebroto, and C. Dewi, "Implementasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai," *J. Enviromental Eng. Sustain. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 92–103, 2014, doi: 10.21776/ub.jeest.2014.001.02.4.
- [12] S. Oktavia, S. Musdalifah, and D. Lusiyanti, "Implementasi Sistem Inferensi Fuzzy Pada Pengambilan Keputusan Penentuan Kualitas Air PDAM," *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 17, no. 1, pp. 118–128, 2020, doi: 10.22487/2540766x.2020.v17.i1.15187.
- [13] A. Fuzzy *et al.*, "APLIKASI FUZZY LOGIC CONTROL PADA ALAT QUALITY CONTROL AIR MINUM," 1996.
- [14] V. Herian and D. Lasut, "Perancangan Alat Pengukur Kualitas Air untuk Pembuatan Es Balok di PT Eskara Jaya Utama Menggunakan Arduino

- dengan Metode Logika Fuzzy,” vol. 1, pp. 1–8, 2019.
- [15] A. Indriani, M. Fajri, and Y. Witanto, “Kontrol Kualitas Kadar Air Laut Menggunakan Fuzzy Logic Untuk Habitat Ikan Kerapu,” *Semin. FORTEI*, pp. 77–83, 2019.
- [16] F. Amani and K. Prawiroedjo, “Alat Ukur Kualitas Air Minum dengan Parameter PH, Suhu, tingkat kekeruhan dan jumlah padatan terlarut,” *JETri*, vol. 14, pp. 49–62, 2016.
- [17] M. T. Chulkamdi, “Perancangan Dan Implementasi Alat Ukur Kualitas Air Menggunakan Metode Nefelometrik,” *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 39–46, 2019, doi: 10.25047/jtit.v4i1.19.
- [18] C. P. Maryeska, D. R. Jati, and S. Pramadita, “Analisis Transisi Penerapan Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001 Versi 2015 (Studi Kasus : PT . AZ) (Transition Analysis on Application of The Environmental Management System ISO 14001 2015 Version (Case Study : PT . AZ)),” vol. 08, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [19] P. Studi *et al.*, “EVALUASI EFEKTIVITAS PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN LINGKUNGAN ISO 14001 DI PABRIK BAN XYZ- JAWA BARAT (Evaluation on The Effectiveness of Implementation ISO 14001 Environmental Management System in XYZ Tyre Factory-West Java) Departemen Teknik Sipil dan Lin,” vol. 22, no. 3, pp. 398–406, 2015.
- [20] P. Teknologi and I. Proses, “Kajian Teknologi Pengolahan Air Limbah,” vol. 5, no. 1, 2009.
- [21] M. Sapti, “濟無 No Title No Title,” *Kemamp. Koneksi Mat. (Tinjauan Terhadap Pendekatan Pembelajaran Savi)*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [22] S. Syahnandar, R. Hidayatullah, N. Rubiati, and R. Kurniawan,

- “Implementasi Fuzzy Logic Penentuan Kelayakan Karyawan Mendapat Reward Ditoko Roti Menggunakan Metode Tsukamoto,” *INFORMATIKA*, vol. 10, no. 2, p. 56, 2019, doi: 10.36723/juri.v10i2.116.
- [23] “No Title,” 2012. .
- [24] A. U. Rahmania and H. G. Ariswati, “Perancangan pH Meter Berbasis Arduino Uno,” *Elektromedik*, vol. 1, pp. 22–30, 2018.
- [25] E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, “OTOMATISASI SISTEM KONTROL pH DAN INFORMASI SUHU PADA AKUARIUM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN RASPBERRY PI 3,” *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 117–125, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.
- [26] I. Afandi and K. Amdani, “Rancang Bagun Alat Pendeteksi Kelayakan Air Minum Yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang (Amiu) Berbasis Mikrokontroler At89S51 Dan Lcd Menggunakan Inframerah Dan Photodiode Sebagai Indikator,” *EINSTEIN e-JOURNAL*, vol. 6, no. 2, 2019, doi: 10.24114/einstein.v6i2.12080.
- [27] F. Ariska, I. Hadi, and L. Lindawati, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelayakan Air Menggunakan Sensor PH,” *Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.)*, vol. 4, no. 1, p. 127, 2019, doi: 10.30645/jurasik.v4i1.125.
- [28] lutfiana dwi a, “pengertian mikrokontroler arduino,” 2015.
- [29] M. Agung and P. Negara, “Rancang Bangun Alat Pemurni Air Menggunakan Metode Fuzzy,” pp. 19–24, 2017.
- [30] L. K. Wardhani and E. Haerani, “Analisis Pengaruh Pemilihan Fuzzy Membership Function Terhadap Output Sebuah Sistem Fuzzy Logic,” pp. 326–333, 2011.

- [31] N. Ika, “Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler,” *Berk. Fis.*, vol. 16, no. 4, pp. 111–118, 2013.
- [32] F. Amani and K. Prawiroredjo, “ID alat ukur kualitas air minum dengan para,” *J. JETRI*, vol. 14, pp. 49–62, 2016.

