



**SISTEM KONTROL SENSOR KADAR KEASAMAN DAN
TURBIDITY PADA LIMBAH CAIR IRIGASI BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT) DI DESA SUKOANYAR,
KECAMATAN TUMPANG**

SKRIPSI

*“Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata I (SI) Teknik Sipil”*



Oleh :

Nadhea Salsabella

216.010.511.22

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2021



**SISTEM KONTROL SENSOR KADAR KEASAMAN DAN
TURBIDITY PADA LIMBAH CAIR IRIGASI BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT) DI DESA SUKOANYAR,
KECAMATAN TUMPANG**

SKRIPSI

*“Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata I (SI) Teknik Sipil”*



Oleh :
Nadhea Salsabella

216.010.511.22

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2021

ABSTRAK

Nadhea Salsabella, 216.0105.1.122. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Sistem Kontrol Sensor Kadar Keasaman dan Turbidity Pada Limbah Cair Irigasi Berbasis Internet of Things (IoT), Dosen Pembimbing: (I) **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** dan (II) **Ir. Bambang Suprpto, M. T.**

Limbah cair merupakan permasalahan lingkungan yang sering kali terjadi yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan industri. Pengolahan limbah cair dapat meminimalisir pencemaran yang terjadi akibat dari limbah tersebut, serta dapat menurunkan kadar bahan pencemar yang ada. Kriteria air yang dapat digunakan untuk memenuhi kegiatan sehari-hari adalah air yang tidak memiliki rasa, tidak berbau, dan tidak berwarna. Dalam penelitian ini parameter yang digunakan adalah keasaman (pH), *turbidity* (kekeruhan), suhu, BOD, COD, Nitrat, dan Fosfat. Untuk mengatasi pencemaran ini akan dilakukan proses fitoremediasi dan aerasi. Dalam proses fitoremediasi digunakan tiga tanaman diantaranya, Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*), Apu-apu (*Pistia Stratiotes*), dan Teratai (*Nymphaea sp.*). Penelitian ini menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan menggunakan aplikasi *Blynk* yang digunakan untuk memonitor air limbah selama proses fitoremediasi dan aerasi berlangsung. Hasil dari penelitian ini diantaranya, penurunan kadar pH sebesar 7-8 dan kadar COD mengalami penurunan menggunakan Eceng Gondok 41,55%, Apu-apu 32,77%, Teratai 32,91%. Penurunan kadar BOD menggunakan Eceng Gondok 37,82%, Apu-Apu dan Teratai 31,54%. Penurunan kadar Fosfat menggunakan Eceng Gondok, Apu-apu, dan Teratai 3,55%. Penurunan kadar Nitrat menggunakan Eceng Gondok 13,83%, Apu-apu 9,61%, Teratai 19,61%.

Kata kunci: Keasaman, Turbidity, Limbah Cair Irigasi, *Internet of Things* (IoT)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan bagian penting bagi semua makhluk hidup. Manusia memerlukan air untuk hidup, begitu pula hewan dan tumbuhan. Namun, dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, populasi hewan dan tumbuhan, akibatnya sumber daya air semakin habis (Noerhayati, Rahmawati & Wahyudi 2020). Akan tetapi kepedulian terhadap air bersih semakin menurun, hal ini disebabkan banyaknya kegiatan manusia yang mencemari perairan. Pencemaran air ditandai dengan adanya perubahan fisik, kandungan kimia, dan biologis yang ada diperairan. Semakin banyaknya aktivitas manusia tentu saja akan menghasilkan limbah yang akan menimbulkan pencemaran. Limbah-limbah yang ada akan menimbulkan kerusakan lingkungan dan berbahaya bagi lingkungan ataupun makhluk hidup (Siswandari 2016).

Limbah cair merupakan permasalahan lingkungan yang sering terjadi dan berasal dari kegiatan rumah tangga dan industri. Limbah yang tidak dikelola akan membahayakan daerah sekitar pada perairan. Pengolahan limbah cair berguna untuk meminimalkan pencemaran yang terjadi, serta menurunkan kadar bahan pencemar yang terdapat pada perairan (Ni'am, Noerhayati, Suprpto, et al. 2021). Limbah yang dihasilkan dari setiap aktivitas manusia tidak terkecuali limbah cair irigasi, apabila limbah terakumulasi dalam jumlah yang besar akan menimbulkan dampak yang serius terhadap lingkungan. Air limbah irigasi yang langsung dibuang ke badan air tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu dapat mempengaruhi kualitas air yang terdapat pada badan air itu sendiri. Kualitas air menggambarkan kondisi umum dari kondisi air yang terdiri dari bahan kimia,

fisika, biologi dari air dengan acuan tertentu. Parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air dapat dilihat dari pH, suhu, kekeruhan air, BOD, COD, Nitrat, dan Fosfat.

Salah satu metode yang ada dimasyarakat untuk memenuhi kriteria air yang dapat digunakan untuk memenuhi kegiatan sehari-hari adalah air yang tidak memiliki rasa, tidak berbau, dan tidak berwarna. Selain hal tersebut ada kriteria lain yang harus dipenuhi air konsumsi yaitu kadar keasaman atau pH dan kekeruhan (*turbidity*). Menurut Peraturan Pemerintah Menteri Kesehatan Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, kadar keasaman atau pH air sangat penting bagi tubuh karena jika air memiliki pH air yang rendah maka kebutuhan tubuh tidak akan terpenuhi dengan maksimal. Air yang baik untuk dikonsumsi memiliki nilai pH 6,5-8,5 (Saputra, Umifadililah & Eng 2016).

Selain pH, kekeruhan (*turbidity*) juga menjadi kriteria bahwa air aman untuk dikonsumsi. Seperti yang dapat diketahui air yang keruh merupakan salah satu ciri bahwa air tidak sehat. Kekeruhan terjadi akibat adanya kandungan partikel terlarut dalam air yang bersifat organik maupun anorganik. Menurut Peraturan Pemerintah Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/SK/VII/1990 Kekeruhan dalam air tidak boleh melebihi 5 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Penurunan kadar kekeruhan sangat penting karena proses disinfeksi untuk air keruh sangat sukar, hal ini disebabkan karena penyerapan beberapa koloid dapat melindungi organisme dari disinfektan (Saputra et al. 2016).

Untuk mengatasi pencemaran yang diakibatkan oleh limbah cair adalah salah satunya dengan proses fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral, dan air) dapat mengubah zat kontaminan menjadi kurang atau tidak

berbahaya bahkan dapat berguna secara ekonomi (Anam, Kurniati & Suharto 2013). Fitoremediasi adalah pemanfaatan tanaman hijau khususnya tanaman air yang bekerjasama dengan mikrobiota, enzim, konsumsi air, perubahan tanah, dan teknik agronomi untuk menghilangkan, memuat, atau menetralkan kontaminan berbahaya dari lingkungan seperti logam berat, pestisida, xenobiotik, senyawa organik, polutan aromatik beracun, drainase pertambangan yang asam (Suresh & Gokare 2004).

Ditinjau dari permasalahan diatas, maka akan dilakukan penelitian dengan memanfaatkan beberapa tanaman air yang diantaranya, Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*), Apu-apu (*Pistia Stratiotes*), dan Teratai (*Nympaea sp.*). Tanaman air ini digunakan untuk meminimalisir pencemaran yang terjadi akibat air limbah irigasi sebelum dibuang ke badan air.

Tanaman Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) adalah salah jenis tumbuhan air yang mengapung dan biasanya sering dimanfaatkan sebagai tanaman air penyerap polutan. Tanaman ini pertama kali ditemukan oleh seorang ilmuwan berkebangsaan Jerman pada tahun 1824 bernama Carl Friedrich Philipp von Martius di Sungai Amazon Brazil. Walaupun tanaman ini sering dianggap gulma, namun ia dapat berperan dalam menangkap polutan logam berat yang terdapat pada air limbah (Rahmawati 2020). Tanaman Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) dapat menyerap unsur hara baik dalam senyawa organik maupun anorganik yang terdapat pada air limbah (Gumelar, Hendrawan & Yulianingsih 2015).

Apu-apu (*Pistia Stratiotes*) merupakan salah satu tanaman fitoremediator yang dapat mengolah air limbah baik logam berat dan zat organik maupun anorganik. Tanaman ini dapat mengakumulasi polutan sianida (CN) dalam

pertambangan emas di wilayah pesisir sungai di areal tambang Bulawa, Gorontalo sebanyak 63,96% dengan proses fitoremediasi (Mamonto 2013).

Teratai (*Nymphaea sp.*) merupakan tanaman air yang akarnya berada didasar perairan sedangkan daunnya berada di permukaan air. Tanaman ini telah banyak digunakan untuk penelitian sebagai fitoremediasi. Seperti yang telah dilakukan oleh Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI Universitas Pakuan Bogor pembuatan lahan basah buatan sistem aliran permukaan dan aliran bawah permukaan yang ditanami dengan Teratai dan Ganggang mampu menurunkan kadar total nitrogen (TN) dan total fosfor (TP) air limbah pencucian laboratorium analisis kimia hingga hampir 100% (Khaer & Nursyafitri 2017).

Untuk mengatasi pencemaran yang disebabkan oleh air limbah irigasi, maka perlu dilakukan monitoring untuk pengolahan air limbah irigasi. Monitoring kualitas air adalah sebuah metode pengambilan sampel air secara berkala untuk menganalisa kondisi air sungai dan karakteristiknya. Monitoring ini dilakukan agar sumber air tersebut dapat digunakan manusia dan hewan dalam kehidupan sehari-hari. Sistem monitoring menggunakan alat berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) yang terdiri dari sensor keasaman (pH), sensor turbidity (kekeruhan), sensor temperatur (suhu) dan aplikasi *Blynk* yang akan dipantau melalui *handphone* dengan parameter pengukuran pH, suhu, dan kekeruhan air melalui jaringan internet.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat identifikasi masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berkurangnya air bersih pada daerah irigasi Desa Sukoanyar, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang, mengakibatkan penduduk setempat melakukan kegiatan MCK (mandi, cuci, kakus) dan kegiatan irigasi di sungai yang telah tercemar oleh air limbah.
2. Tercemarnya air limbah irigasi dapat mengganggu kesehatan penduduk yang menggunakan air tersebut untuk kegiatan sehari-hari dan pengairan irigasi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dapat disimpulkan masalah dalam penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Berapa nilai reduksi penurunan BOD, COD, Fosfat, Nitrat, pH, kekeruhan dan suhu dalam pengolahan air limbah irigasi menggunakan tanaman air Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*), Apu-apu (*Pistia Stratiotes*), dan Teratai (*Nymphaea sp.*)?
2. Apakah kinerja sensor *Internet of Things* (IoT) dapat mengukur suhu, keasaman, dan *turbidity* (kekeruhan) pada air limbah irigasi?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, agar pembahasan penelitian ini tidak meluas maka dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas air limbah irigasi.

2. Air limbah irigasi yang sudah diolah dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pengairan. Sedangkan untuk kegiatan cuci, mandi, kakus tidak dibahas lebih lanjut.

1.5 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui berapa reduksi penurunan kadar pH, turbidity, suhu, BOD, COD, Nitrat, dan Fosfat menggunakan tanaman air Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*), Apu-apu (*Pistia Stratiotes*), dan Teratai (*Nymphaea sp.*) dalam pengolahan limbah irigasi.
2. Mengetahui nilai penurunan kadar suhu, keasaman, dan *turbidity* (kekeruhan) pada air limbah irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT).

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memberikan pengetahuan tentang manfaat Tanaman air Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*), Apu-apu (*Pistia Stratiotes*), dan Teratai (*Nymphaea sp.*) dalam pengolahan limbah cair irigasi.
2. Sebagai referensi tentang teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai sensor pengukur suhu, pH, dan *turbidity* (kekeruhan) air limbah sebelum air limbah dibuang ke badan air penerima.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Karakteristik limbah irigasi sebelum diolah yaitu, pH = 6, COD = 61,44 mg/L, BOD = 23,11 mg/L, Fosfat = 0,7664 mg/L, Nitrat = 10,03 mg/L. Setelah diolah dengan uji fitoremediasi menggunakan tanaman air Eceng Gondok, Apu-apu, dan Teratai, lalu dilanjutkan dengan aerasi pada air limbah. Maka, didapatkan peningkatan pH = 7-8 dan penurunan COD dengan Eceng Gondok = 41,55%, dengan Apu-apu = 32,77%, dengan Teratai = 32,91%. Penurunan BOD dengan Eceng Gondok = 37,82%, dengan Apu-apu dan Teratai = 31,54%. Penurunan Fosfat menggunakan tanaman Eceng Gondok, Apu-apu dan Teratai = 3,55%. Penurunan Nitrat menggunakan tanaman Eceng Gondok = 13,83%, dengan Apu-apu = 9,61%, dengan Teratai = 19,61%. Dari ketiga tanaman yang digunakan, tanaman Eceng gondok mampu mereduksi zat yang terkandung pada air limbah dengan persentasi paling tinggi. Dari hasil diatas, air limbah setelah pengolahan dapat digunakan lagi untuk air irigasi.
2. Pada penelitian ini sensor dapat bekerja dengan baik, Hasil pengukuran dan pengujian pH sensor didapat akurasi data = 92,75%. Hasil pengukuran dan pengujian sensor suhu didapat akurasi data = 97,23%. Dan, hasil pengukuran dan pengujian sensor turbidity didapat akurasi data = 93,06%.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya pada reaktor agar ditambahkan menggunakan media filter, agar air hasil pengolahan lebih jernih.

2. Untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan metode pengujian lain pada parameter Fosfat, karena pada metode uji SNI 06-6989.31-2005 angka terendah yang tertera pada pengujian hanya 0,0272.



DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M.M., Kurniati, E. & Suharto, B., 2013, 'Penurunan Kandungan Logam Pb Dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dan Zeolit (In Press, JKPTB Vol 1 No 2)', *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1(2).
- Arief, L.M., 2016, *Pengolahan Limbah Industri: Dasar-dasar pengetahuan dan aplikasi di tempat kerja*, Penerbit Andi.
- Barcelo, M., Correa, A., Llorca, J., Tulino, A.M., Vicario, J.L. & Morell, A., 2016, 'IoT-cloud service optimization in next generation smart environments', *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 34(12), 4077–4090.
- Bary, M.A., Syuaib, M.F. & TIP, M.R., 2013, 'Analisis Beban Kerja Pada Proses Produksi Crude Palm Oil (CPO) di PABRIK Minyak Sawit dengan Kapasitas 50 Ton TBS/Jam', *Journal of Agroindustrial Technology*, 23(3).
- Cirani, S., Picone, M., Gonizzi, P., Veltri, L. & Ferrari, G., 2014, 'Iot-oas: An oauth-based authorization service architecture for secure services in iot scenarios', *IEEE sensors journal*, 15(2), 1224–1234.
- Dewi, F. & Faisal, M., 2015, 'Efisiensi penyerapan fosfat limbah laundry menggunakan kangkung air (*Ipomoea aquatic* Forsk) dan jeringau (*Acorus calamus*)', *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 7–10.
- Gumelar, D., Hendrawan, Y. & Yulianingsih, R., 2015, 'Pengaruh aktivator dan waktu kontak terhadap kinerja arang aktif berbahan eceng gondok (*eichornia crossipes*) pada penurunan COD limbah cair laundry', *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(1), 15–23.
- Hartini, E., 2012, 'Cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali', *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 41–50.
- Jalu, P.U., 2018, 'Penurunan Kadar BOD Pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Rotating Biological Contactor (RBC) di Kelurahan Banjarejo Kota Madiun'.
- Khaer, A. & Budirman, B., 2019, 'Kemampuan Media Filter Ion Exchange Dalam Menurunkan Kadar Nitrat Air Sumur Gali Di Daerah Kawasan Pesisir', *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 19(1), 102–108.
- Khaer, A. & Nursyafitri, E., 2017, 'Kemampuan Metode Kombinasi Filtrasi Fitoremediasi Tanaman Teratai dan Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah Industri Tahu', 17, 8.

- Komala, R. & Aziz, S., 2019, 'Pengaruh Proses Aerasi terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di PTPN VII Secara Aerobik', *Jurnal Redoks*, 4(2), 7–16.
- Lu, Q., He, Z.L., Graetz, D.A., Stoffella, P.J. & Yang, X., 2010, 'Phytoremediation to remove nutrients and improve eutrophic stormwaters using water lettuce (*Pistia stratiotes* L.)', *Environmental Science and Pollution Research*, 17(1), 84–96.
- Luluk, S., 2018, 'Efektivitas Kulit Pisang Nangka Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Sumur Gali "X" di Desa Bubakan Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan'.
- Mamonto, H., 2013, 'Uji Potensi Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) Dalam Penurunan Kadar Sianida (CN) Pada Limbah Cair Penambangan Emas', *Skripsi*, 1(811409083).
- Mariato, L.A., 2001, 'Merawat dan Menata Tanaman Air', *AgroMedia Pustaka. Jakarta*.
- Muhajir, M.S., 2013, 'Penurunan limbah cair BOD dan COD pada industri tahu menggunakan tanaman cattail (*Typha Angustifolia*) dengan sistem constructed wetland'.
- Muslim, A. & ST M, E., 2020, *Merkuri dan Keberadaannya*, Syiah Kuala University Press.
- Nehru, F., 2018, 'Penerapan IoT (Internet of Things) Pada Pengecekan Level Ketinggian Air Sungai Berbasis Arduino'.
- Ni'am, M.K., Noerhayati, E. & Suprpto, B., 2021, 'Pengolahan Limbah Cair Domestik untuk Pemenuhan Air Bersih dengan Metode Filter serta Penetralan dengan Eceng Gondok', *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(1), 78–86.
- Ni'am, M.K., Noerhayati, E., Suprpto, B. & Rahmawati, A., 2021, 'Pengolahan Limbah Cair Domestik untuk Pemenuhan Air Bersih dengan Metode Filter serta Penetralan dengan Eceng Gondok', 9.
- Nindra, D.Y. & Hartini, E., 2015, 'Efektivitas tanaman teratai (*Nymphaea firecrest*) dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam menurunkan kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand) pada limbah cair industri tahu', *VISIQUES: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 14(2).
- Noerhayati, E., Rahmawati, A. & Wahyudi, S.Y., 2020, 'Water Spread Test On IoT (Internet Of Things) Based Automatic Irrigation System', *JICE Journal Innovation of Civil Engineering*, 1(1), 1–6.
- Notoatmodjo, S., 2007, 'Pendidikan dan Perilaku Kesehatan, Cetakan 2', *Rineka Cipta: Jakarta*.

- Pohan, N., 2008, 'Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofilter Aerobik', *Jurnal dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.*
- Rahmawati, A., 2020, 'Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang', *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 4(1), 1–8.
- Raissa, D.G., 2017, 'Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)'.
- Ramdyasari, I., 2014, 'Pengolahan Air Sumur Menjadi Air Siap Minum Melalui Proses Reverse Osmosis'.
- Rosada, M., 2020, 'Komparasi variasi jumlah tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) dalam menurunkan total dissolve solid limbah cair industri menggunakan sistem resirkulasi'.
- Saputra, A., Umifadililah, S. & Eng, M., 2016, 'Pengukur kadar keasaman dan kekeruhan air berbasis arduino'.
- Sinaga, K., 2017, 'Penentuan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD), Fosfat, dan Sulfat pada Air Limbah'.
- Siswandari, A.M., 2016, 'Fitoremediasi Phospat Limbah Cair Laundry Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Paleafolius*) Dan Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) Sebagai Sumber Belajar Air'.
- Sulaiman, O.K. & Widarma, A., 2017, 'Sistem Internet of Things (IoT) Berbasis Cloud Computing Dalam Campus Area Network'.
- Suresh, B. & Gokare, R., 2004, 'Phytoremediation—A Novel and Promising Approach for Environmental Clean-up', *Critical reviews in biotechnology*, 24, 97–124.
- Suyarto, R., 2016, *Kajian Air Irigasi Di Subak Sembung, Kel. Peguyangan, Kec. Denpasar, Kota Denpasar.*
- Yusuf, I.A., 2014, 'Kajian kriteria mutu air irigasi', *Jurnal Irigasi*, 9(1), 1–15.