

Pengukuran Kualitas Air Irigasi Terhadap Tanaman Menggunakan Algoritma Sistem Pakar

(Quality Measurement of Irrigation Water for Plants Using Expert System Algorithm)

Faisal Hamzah Rangkuti^[1], Anton Siswo Raharjo^[2], Casie Setia Ningsih^[3]

Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Faisalrkt@student.telkomuniversity.ac.id, setiacasie.staff.telkomuniversity.ac.id,

raharjo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Standar Kualitas Air adalah Karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber – sumber air. Dengan adanya standar kualitas air, orang dapat mengukur kualitas dari berbagai macam air. Setiap jenis air dapat diukur konsentrasi kandungan unsur yang tercantum di dalam standar kualitas, dengan demikian dapat diketahui syarat kualitasnya, dengan kata lain standar kualitas dapat digunakan sebagai tolak ukur. Standar kualitas air bersih dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang memuat kriteria mutu air berbasis kelas mutu air, maka penerapannya untuk berbagai pemanfaatan menjadi kurang spesifik sehingga kualitas air baku irigasi harus memenuhi kelas II, kelas III dan/atau kelas IV.

Pada tugas akhir ini akan dirancang sistem pengukur kualitas air yang berbasis sensor terintegrasi IoT. Pada teknologi pengukuran kualitas air yang masih konvensional, sering ditemui kendala dalam pengumpulan data dari kualitas, serta adanya ketergantungan pada tenaga manusia dalam mengoperasikan alat konvensional tersebut. Hal ini menjadi penting untuk dikembangkan, mengingat kualitas air merupakan faktor penting dalam perkembangan dan produktivitas suatu tanaman.

Dengan adanya sistem sensor terintegrasi IoT ini dapat mempermudah dalam pengukuran data lapangan, serta memberikan suatu sistem pengukuran kualitas air yang lebih efektif, karena dapat dilakukan pada jarak yang jauh, serta tanpa perantara kabel. Alasan lain dalam penggunaan teknologi sensor terintegrasi IoT ini antara lain fleksibilitas dalam komunikasi jarak jauh dari titik letak sensor dan peningkatan akurasi secara menyeluruh dan terus-menerus (*real-time*).

Kata Kunci: IoT, Kualitas air, Perkembangan dan produktivitas tanaman, Sistem sensor terintegrasi.

Abstract

Water Quality Standards are Quality characteristics required for certain uses of water sources. With the existence of water quality standards, people can measure the quality of various kinds of water. Each type of water can be measured the concentration of the element contained in the quality standard, thus the quality requirements can be known, in other words the quality standard can be used as a benchmark. Clean water quality standards can be interpreted as provisions based on Government Regulation No. 82 of 2001 concerning Water Quality Management and Water Pollution Control which contains water quality criteria based on water quality classes, the application for various uses is less specific so that the quality of irrigation raw water must meet class II, class III and / or class IV.

In this final project a water quality measurement system based on an integrated IoT sensor will be designed. In conventional water quality measurement technology, there are often obstacles in collecting data from quality, and there is a dependence on human labor in operating these conventional tools. This becomes important to be developed, considering that water quality is an important factor in the development and productivity of a plant.

With this IoT integrated sensor system it can facilitate the measurement of field data, as well as provide a more effective water quality measurement system, because it can be done over long distances, and without cable intermediaries. Other reasons for using this IoT integrated sensor technology include flexibility in remote communication from the location of the sensor and an increase in overall accuracy continuously (*real-time*).

Keywords: *IoT, water quality, plant development and productivity, integrated sensor system.*

1. Pendahuluan [10 pts/Bold]

1.1 Latar Belakang

Air merupakan hal yang sangat penting bagi keberlangsungan makhluk hidup di dunia ini. Jadi dengan kata lain air merupakan suatu hal yang sangat berharga sekali. Air dapat dimanfaatkan untuk keperluan di berbagai bidang, contohnya untuk keperluan sehari-hari untuk transportasi air, pembangkit tenaga listrik keperluan irigasi. Dengan kata lain air dapat membawa kesejahteraan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dalam kehidupan sehari-hari sering kita dapati areal persawahan atau perkebunan yang terletak berdampingan dengan daerah industri. Hal ini menimbulkan resiko terkontaminasinya hasil pertanian melalui limbah industri pada sumber air irigasi.

Aktivitas pertanian memiliki hubungan timbal balik dengan kualitas air. Aktivitas pertanian yang kurang bijaksana dapat menurunkan kualitas air yang ada di sekitarnya maupun daerah di bagian hilirnya. Pada sisi lain untuk mendapatkan produk pertanian yang berkualitas dan aman dikonsumsi diperlukan kualitas air tertentu. Dengan demikian, keberlanjutan sektor pertanian sangat tergantung kepada keberadaan air dari sudut kualitas maupun kuantitas.

Teknologi diterapkan untuk mempermudah dan menyederhanakan setiap sarana yang diperlukan bagi kelangsungan hidup manusia. Secara tidak langsung teknologi telah mengurangi keterlibatan manusia dalam beberapa aktivitas rutin yang biasa dilakukan. Perkembangan teknologi yang semakin pesat dan penerapannya dalam semua bidang dapat menjadi solusi untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi manusia, salah satunya yaitu permasalahan dalam bidang pertanian. Oleh karena itu alat pendeteksi kualitas air minum yang akan dibuat menggunakan sensor - sensor dengan Arduino uno sebagai kontrolernya, terintegrasi dengan jaringan internet dan menggunakan fasilitas web sebagai antar muka penggunaannya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut.

1. Merancang suatu sistem analisa kualitas air menggunakan metode sistem pakar.
2. Merancang sistem antar muka berbasis web.
3. Analisa dampak kualitas air irigasi terhadap tanaman.

1.3 Tujuan Adapun tujuan dibuatnya alat ini adalah sebagai berikut.

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan sistem pengujian kualitas air pada tanaman.
2. Implementasi sistem pakar dalam menilai kualitas air.
3. Mengetahui dampak kualitas air irigasi terhadap tanaman.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi meluasnya bahasan masalah yang akan diteliti, maka dibatasilah masalah yang berkaitan dengan perancangan dan implementasi sistem irigasi ini, yaitu sebagai berikut:

1. Penentuan kualitas air ditentukan menggunakan metode sistem pakar.
2. Analisis dampak air tercemar terhadap jenis tanaman tertentu.
3. Fokus pengerjaan hanya kepada penerapan sistem pakar terhadap penilaian kualitas air.
4. Penggunaan sumber air diambil dari sungai tertentu.

1.5 Hipotesis

Dalam tugas akhir ini terdapat hipotesis bahwa penggunaan air tidak layak irigasi atau dalam peraturan pemerintah No. 82 Tahun 2001 dimana kualitas air diluar kategori IV dapat mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman, menurunkan tingkat produktifitas tanaman, menurunkan kualitas gizi hasil produk tanaman bahkan dapat memperpendek umur tanaman, sehingga dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisis dengan membandingkan pertumbuhan antara dua tanaman yang diberi air yang berbeda dalam usaha untuk membuktikan hipotesis tersebut. Sehingga diharapkan setelah pengaplikasian sistem pengukur kualitas air diterapkan maka pertumbuhan tanaman dapat naik 11%, berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai dampak industri pada kualitas irigasi di daerah Bekasi pada tahun 1994.[6]

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Irigasi

Irigasi adalah usaha penyediaan pengaturan, dan pembuangan air untuk menyokong kegiatan pertanian yang memiliki beberapa jenis seperti irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, irigasi perpipaan dan irigasi tambak. Sedangkan penyediaan air irigasi adalah penentuan banyaknya air dalam waktu tertentu yang dialokasikan dari suatu sumber air untuk suatu daerah irigasi yang didasarkan waktu, jumlah, dan mutu sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang pertanian dan keperluan lainnya. Terkait dengan peraturan yang telah dituangkan dalam Undang-undang No. 7 tentang Sumber Daya Air, dalam pasal 23 ayat (4) menyatakan bahwa ketentuan mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air diatur lebih lanjut dengan peraturan pemerintah. Meskipun Undang-undang No. 7 Tahun 2004 dan kemudian Undang-undang No.

32 Tahun 2009 terbitnya belakangan, namun Jurnal Irigasi – Vol.9, No.1, Mei 2014 3 peraturan pemerintah yang dimaksud yang berlaku saat ini adalah Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang berbasis kelas mutu air di dalamnya memuat kualitas mutu air untuk berbagai pemanfaatan. [1]

Kualitas Mutu Air (KMA) di Indonesia, kualitas irigasi tidak dijabarkan secara spesifik berdasarkan aspek pemanfaatannya, yaitu dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang disusun berbasis kelas mutu air sebagai berikut:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Dalam peraturan ini untuk kelas II terdapat 28 parameter kualitas air yaitu adalah: FISIKA (Temperatur, Residu Terlarut, Residu Tersuspensi); KIMIA ANORGANIK (pH, BOD, COD, DO, Total fosfat, Nitrat, Arsen, Kobalt, Boron, Selenium, Kadmium, Khrom 6+, Tembaga, Timbal, Air Raksa, Seng, Sianida, Fluorida, Nitrit-N, Klorin Bebas, Belerang sbg H₂S), MIKROBIOLOGI (Fecal coliform, Total Coliform). Terkait dengan pemanfaatan air irigasi disebutkan bahwa air untuk mengairi pertanaman adalah KMA kelas II sampai dengan kelas IV yang berarti tidak dijelaskan secara spesifik dan bahkan ada beberapa parameter kunci yang seyogianya diperlukan malah tidak dipersyaratkan seperti %Na atau SAR (Sodium Absorption Ratio) dan RSC (Residual Sodium Carbonate).[1]

Dengan melihat kembali pada peraturan sebelumnya yaitu Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air yang diberlakukan tahun 1990-2001 yaitu yang kemudian digantikan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Peraturan ini terbagi dalam 4 golongan yang berbasis pemanfaatan air sebagai berikut:

- Golongan A: Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu;
- Golongan B: Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum;
- Golongan C: Air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan;
- Golongan D: Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, pembangkit listrik tenaga air.

2.2. Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah sistem informasi yang berisi pengetahuan seorang pakar sehingga dapat digunakan untuk konsultasi. Pengetahuan seorang pakar yang dimiliki oleh Sistem Pakar ini digunakan sebagai dasar untuk menjawab pertanyaan (konsultasi). Kepakaran adalah pengetahuan yang ekstensif dan spesifik, yang diperoleh melalui rangkaian pelatihan, membaca atau menerima informasi, dan pengalaman. Pengetahuan inilah yang bisa membuat sebuah Sistem Pakar bisa mengambil keputusan secara lebih tepat dan lebih cepat daripada sistem non-pakar dalam memecahkan permasalahan yang bersifat kompleks.

Secara umum, sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem pakar ini juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman. Ada beberapa definisi tentang sistem pakar, antara lain :

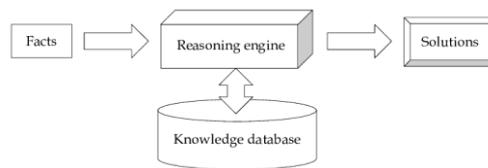
1. Menurut Durkin : Sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan seorang pakar. [4]
2. Menurut Ignizio : Sistem pakar adalah suatu model dan prosedur yang berkaitan, dalam suatu domain tertentu, yang mana tingkat keahliannya dapat dibandingkan dengan keahlian seorang pakar. [4]

- Menurut Giarratano dan Riley : Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang bisa menyalin atau meniru kemampuan seorang pakar. [4]

Sistem pakar terdiri-dari dua bagian pokok, yaitu: lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan sebagai pembangunan sistem pakar baik dari segi pembangunan komponen maupun basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh seorang yang bukan ahli untuk berkonsultasi.

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu saja di dalam domain tertentu. Ada 2 bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu :

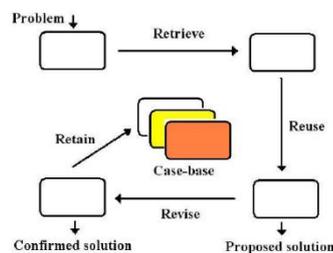
- Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*). Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk : IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu, dan si pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah-langkah) pencapaian solusi.



Gambar 2.4 Rule-Based Reasoning

Sumber : www.ReaserchGate.com

- Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*). Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.[4]



Gambar 2.5 Case-Based Reasoning

Sumber : www.ReaserchGate.com

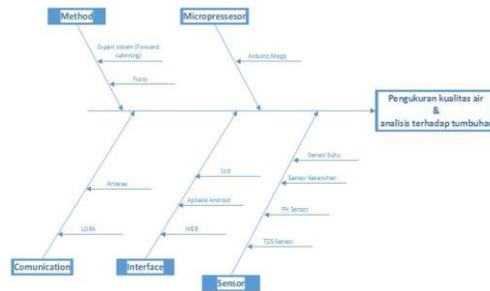
3. Pembahasan

3.1 Gambaran Umum

Dalam perancangan sistem ini terbagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras dan antar muka. Pada perangkat keras sistem akan menggunakan modul *microcontroler* Arduino mega sebagai pusat pengendaliannya, untuk pembacaan data yang diperlukan perangkat keras menggunakan empat sensor yaitu, sensor suhu, sensor kekeruhan (*turbidity*), sensor tingkat keasaman (ph), dan sensor tingkat kepekatan zat padat dalam air (tds). Sedangkan dalam komunikasi antara perangkat keras dan antar muka sistem menggunakan module LoRa, dan Antares sebagai API.

Pada antar muka pada sistem terbagi menjadi dua yaitu berbasis web dan Android, dimana pada web pengolahan data bacaan sensor akan menggunakan metode sistem pakar *forward channing*, sedangkan pada antar muka berbasis Android menggunakan metode fuzzy. Pada tampilan akan berisikan hasil kualitas air, diagram

komponen-komponen kandungan air, dan catatan analisa kualitas air. Hal tersebut dapat dilihat dari gambar dibawah sebagai berikut:

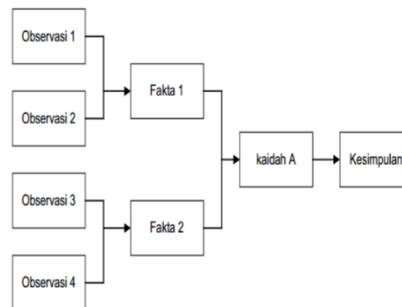


Gambar 3.1 FishBone Diagram-

Sumber: Dokumentasi Pribadi

3.2 Perancangan Sistem Pakar

Forward channing adalah metode pengambilan keputusan yang pelacakannya dimulai dari informasi awal bergerak maju untuk mencocokkan informasi dengan kaidah yang akhirnya menemukan suatu kesimpulan dan tujuan.



Gambar 3.2 Metode *Forward Channing*

Perancangan sistem pakar akan dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah dan kebutuhan

Agar pembuatan sistem pakar dapat dibenarkan, maka harus ada satu masalah yang harus dipecahkan atau harus dicocokkan. Untuk ini maka langkah pertama yang harus dilakukan mengkaji situasi dan memutuskan dengan pasti tentang masalah yang akan dikomputerisasi dan apakah dengan sistem pakar bisa lebih membantu atau tidak. Dalam usaha untuk memperoleh suatu hasil yang memuaskan, sering dihadapkan kepada problema, yaitu problema waktu, produktivitas dan problema manusia. Problem yang diidentifikasi harus benar-benar cocok untuk solusi sistem pakar. Dalam identifikasi dibahas tentang prosedur-prosedur seperti memahami keadaan gangguan, pengandaian blok-blok yang rusak serta membagi sebuah blok yang rusak dan menemukan bagian-bagian yang rusak serta pencarian gangguan kerusakan/kesalahan utama dan pakar yang terlibat.

2. Menentukan kesesuaian masalah

Jika masalahnya telah diidentifikasi dengan jelas, kemudian dilakukan pengkajian lebih mendalam untuk mengetahui apakah tepat menggunakan sistem pakar atau tidak. Hal penting yang harus diingat adalah hanya masalah tertentu yang bisa dipecahkan secara baik dengan menggunakan sistem pakar.

3. Mempertimbangkan alternatif

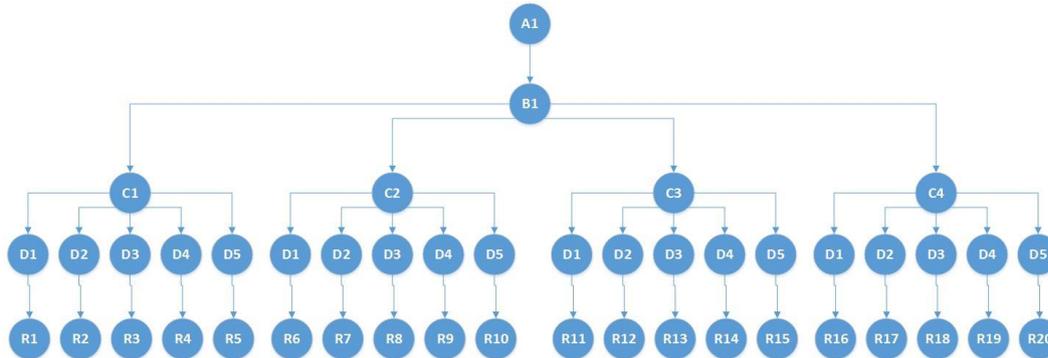
Apabila sudah bisa mendapatkan masalah yang dianggap cocok untuk diterapkan dalam sistem pakar, perlu adanya pengkajian terlebih dahulu tentang alternatif-alternatif lain yang lebih mudah, cepat dan sesuai dengan masalah yang ingin diselesaikan.

4. Menyeleksi alat pembuatan

Alat pengembangan sistem pakar adalah paket *software* dan *hardware* yang memungkinkan dan cocok untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam komputer. Yakni melalui suatu proses analisis dan desain yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan suatu prototipe.

5. Melaksanakan rekayasa pengetahuan

Adapun cara atau teknik-teknik untuk memperoleh pengetahuan dari pakar misalnya observasi, diskusi masalah, diskripsi masalah, analisis masalah dan tata cara perbaikan. Format atau bentuk pengetahuan akan menuntun dan mengarahkan dalam memilih skema penampilan pengetahuan yang diperlukan. Jika itu merupakan pengetahuan yang luar biasa, maka dapat digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan dalam bentuk kaidah produksi.



Gambar 3.3 Pohon Pakar

*gambar selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Disusun Berdasarkan:

- (Iskandar, 2014) KAJIAN KRITERIA MUTU AIR IRIGASI.
- Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air.
- Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2006 Tentang Irigasi.
- Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Republik Indonesia, Undang-undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Republik Indonesia, Undang-undang No. 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air.

Tervalidasi oleh:

- Lab Lingkungan Hidup Institut Teknologi Bandung.
- Lab Mutu Air Setia Budi.
- Pelaku Usaha Tanaman Hias & Tumbulampot(Tanaman Buah Dalam Pot).
- Petani Suka Birus, Bojongsoang, Kab. Bandung, Jawa Barat.

4. Kesimpulan

4.1. Simpulan

Dari implementasi dan percobaan di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat melakukan pengambilan data dari sebuah perangkat keras melalui Antares sebagai perantaranya.
2. Sistem dapat menerapkan sistem pakar dalam perumusan kualitas air menjadi keluaran klasifikasi kualitas air yang telah tervalidasi.
3. Dalam percobaan pada tanaman dimana beberapa tanaman disiram dengan kualitas air yang berbeda terlihat bahwa tanaman yang disiram dengan air kualitas baik mengalami pertumbuhan 5-7cm sedangkan pada tanaman yang diberi air kotor hanya tumbuh 2cm, dengan ini dapat disimpulkan bahwa kualitas air memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

4.2. Saran

Saran penulis terhadap Tugas akhir ini untuk dapat dikembangkan lebih baik adalah sebagai berikut:

1. Adanya hubungan dari sistem yang telah dibentuk dengan sistem kontrol.

2. Penggunaan sensor dengan kualitas yang lebih baik.
3. Peningkatan jumlah parameter untuk mendukung kualitas keluaran yang lebih presisi.

Daftar Pustaka:

- [1] Iskandar, A, Y., 2014, Kajian Kriteria Mutu Air, Jakarta, Kementerian Pekerjaan Umum.
- [2] Anggi, 2016, Komputasi Awan, Jakarta, www.Pusatteknologi.com
- [3] Greiner, 2014, Cloud Computing System, Westham, www.robertgrainer.com
- [4] Fadli, A., 2013, Sisem Pakar, Jakara
- [5] Hanisa, E., 2017, Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeksualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-NSF) Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan, Bandung, <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 1 (2017)
- [6] Maruas, R, U., 1994, Dampak Industri pada Kualitas Irigasi pada Daerah bekasi, Jakarta, Universitas Indonesia Library
- [7] Sulaiman, O, K., 2016, SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS CLOUD COMPUTING DALAM CAMPUS AREA NETWORK, Medan, Arsip Jurnal UISU
- [8] Peraturan Pemerintah NO.82 Tahun 2001
- [9] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Tahun 2014
- [10] Wahyudi, K., 2010, Sistem Pakar Identifikasi Limbah Cair Organik dan Cara Pengolahannya Menggunakan Metode Forward Channing, Surabaya, Arsip Jurnal ITATS Surabaya.
- [11] Nafiadi, N, M., 2013, PENCEMARAN AIR SUNGAI GARUDAAKIBAT PEMBUANGAN LIMBAH INDUSTRI TAHU DI KECAMATAN SRAGEN KABUPATEN SRAGEN, Seragen, Arsip Jurnal Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- [12] Shopatsathit, N., 2018, An IoT Solution for Reliable Internet-Based Services, Bangkok, Archive of Suan Sunandha Rajabhat University.
- [13] Sujono, Matsuo, Hiramatsu, Mochizuki, 2011, Improving the water productivity of paddy rice (*Oryza sativa*L.) cultivation through water saving irrigation treatments, Fukuoka, Archive of Fukuoka University.
- [14] Lu, D., Teng, Q., 2021, Application of Cloud Computing and IOT in Logistics, Nanchang, Archive of Nanchang University
- [15] Sultana Z., Ali M, E., Salaudin Md., Haque Md., 2013, Implementation of Effluent Treatment Plants for Waste Water Treatment, Rajashashi, Archive of Rajashashi University.
- [16] Liu, W., Sun, Z., 2012, Rule-Based Expert System for Industrial Training, Beijing, Archive of China University of Petroleum-Beijing.