**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM REKOMENDASI KUALITAS AIR UNTUK BUDIDAYA IKAN NILA**

**TUGAS AKHIR**

****

**ERNANDA KUSUMA WARDHANA**

**NIM : 312110022**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS MA CHUNG**

**MALANG**

**2022**

**Bab I**

**Pendahuluan**

1. **Latar Belakang**

Indonesia memiliki sumber daya alam air yang berlimpah. Melimpahnya sumber daya air yang dimiliki dapat membuka peluang bagi masyarakat yaitu dengan membuka usaha budidaya ikan. Ikan juga digemari oleh masyarakat dengan harga yang terjangkau namun juga memiliki kandungan gizi yang tinggi. Beberapa ikan juga dapat digunakan sebagai bahan baku serum *Albumin* berbasis *Fish Serum Albumin (FSA)* dalam dunia kesehatan. Ikan-ikan seperti ikan lele, ikan mas, dan ikan nila memiliki kosentrasi *FSA* yang baik dan seringkali digunakan menjadi sumber bahan baku untuk *Albumin*. (Susilowati, Januar, Fithriani, & Chasanah, 2015)

Dalam pembudidayaan ikan dibutuhkan proses khusus untuk ikan sebagai bahan makanan ataupun sebagai ikan hias. Selain pangan dan cuaca yang perlu diperhatikan adalah kualitas air. Kualitas air meliputi kandungan amoniak, kandungan oksigen, suhu air, kepadatan ikan serta cahaya matahari. Kualitas air yang buruk akan menyebabkan munculnya senyawa racun, sisa pakan, bahan organik dan zat-zat yang menyebabkan munculnya penyakit pada ikan. Begitu juga sebaliknya, kualitas yang baik dapat mengurangi tingkat kekeruhan air, sehingga cahaya matahari dapat mencukupi atau bahkan meningkatkan produktivitas ikan.

Sumber daya air yang ada di Indonesia sendiri banyak mengalami pencemaran lingkungan baik di lingkungan perkotaan maupun lingkungan pedesaan. Pada lingkungan perkotaan, air seringkali tercemar karena limbah-limbah pabrik, penanganan yang kurang baik dalam penanganan sampah pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang menyebabkan tercemarnya sumber-sumber air. Sumber-sumber air pada lingkungan pedesaan juga mengalami pencemaran seperti sampah-sampah yang tidak dibuang pada tempatnya dan limbah deterjen rumah tangga. Sumber air sisa limbah rumah tangga yang terkontaminasi deterjen sebesar 5% dapat melumpuhkan benih ikan yang berada di dalam kolam ikan.(Wulansari, n.d.)

Sistem pakar merupakan sistem komputer yang menyamai kemampuan pengambilan keputusan dari seorang pakar. Sistem pakar dibagi menjadi 2 komponen utama, yaitu *knowledge base* dan mesin inferensi. Penelitian menggunakan sistem pakar ini juga telah dilakukan, seperti pendeteksian kualitas air dengan metode *Forward Chaining* yaitu metode penarikan kesimpulan yang dimulai dari premis menuju konklusi (Bahrin, 2020) dan penerapan metode AHP dalam pengendalian persediaan barang suatu perusahaan. AHP adalah Analytical Hierarchy Process, yaitu metode pengambilan keputusan dengan melakukan perbandingan berpasangan antara kriteria pilihan dan juga perbandingan berpasangan antara pilihan yang ada. (Sumarsono, 2016) Metode AHP ini yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

Penelitian terkait dengan kualitas air ini juga telah dilakukan. Penelitian terdahulu yang pertama telah dilakukan dengan menggunakan parameter suhu, kesadahan, dan salinitas yang menggunakan sistem *web localhost* dengan harus terhubung dalam jaringan kabel *LAN* yang kemudian akan menampilkan hasil pembacaan dari sensor setiap 20menit. (Agustiningsih, 2016) Kemudian penelitian kedua yang telah dilakukan yaitu menggunakan sensor *pH* dan kekeruhan air untuk mengukur kualitas air. Hasil dari pengujian sistem ini menunjukkan jika larutan asam semakin tinggi, maka nilai *pH* dari sensor akan menunjukkan penurunan. Dari dua penelitian terdahulu tersebut sensor-sensor yang dipergunakan dalam pengujian belum mengukur untuk parameter kualitas secara menyeluruh. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian yang dapat mempengaruhi kualitas air seperti kandungan *pH* air, kekeruhan air, suhu air, dan kandungan ammonia dengan menggunakan metode AHP.

1. **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat permasalahan, yaitu kurangnya faktor-faktor yang diperhatikan terkait kualitas air dalam budidaya ikan nila.

1. **Batasan Masala**h

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Menggunakan mikrokontroller Arduino Nano A Tmega-328.
2. Menggunakan bahasa pemrograman C++.
3. Tidak mengulas faktor selain kualitas air dalam proses budidaya.
4. Penelitian difokuskan pada budidaya ikan nila di kolam berukuran kecil yang biasa digunakan dengan tipe air tawar di UMKM.
5. Melakukan pengukuran kadar pH air, kekeruhan air, suhu air, dan kandungan ammonia pada air kolam ikan.
6. Tidak memperhatikan kadar oksigen.
7. **Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan tersebut, diambil kesimpulan rumusan masalah yaitu bagaimana mengetahui kualitas air dalam budidaya ikan nila dan merekomendasikan kadar air yang baik.

1. **Tujuan**

Tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis kualitas air yang akurat dengan memberikan sistem rekomendasi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam budidaya ikan nila.

1. **Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagi Ma Chung Human-Machine Interaction Research Center yaitu dapat menjadi penelitian untuk tugas akhir mahasiswa.
2. Bagi mahasiswa yaitu dapat memahami cara kerja dan dapat mengoperasikan.
3. Bagi pembudidaya ikan nila, yaitu dapat mengetahui kualitas air kolam dan mendapatkan rekomendasi mengenai kualitas air yang baik untuk budidaya ikan nila.
4. **Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan tugas akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

1. Bab I Pendahuluan

Berisi latar belakang, permasalahan, dan tujuan penelitian yang berkaitan dengan perancangan perangkat penunjuk kualitas air dari faktor-faktor yang mempengaruhi seperti kualitas kandungan *pH* air, kekeruhan air, suhu air, kandungan amonia, serta kandungan oksigen.

1. Bab II Tinjauan Pustaka

Berisi teori-teori mengenai alat dan bahan yang akan digunakan dalam melakukan penelitian seperti kualitas air, sensor amonia, sensor *pH* air, sensor kekeruhan, sensor oksigen, sensor suhu.

1. Bab III Analisis dan Perancangan Sistem

Berisi analisis dan alur perancangan sistem yang menjelaskan tahapan-tahapan dalam perancangan dengan rinci beserta instrumentasi penilaian yang digunakan.

1. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Berisi pembahasan dan hasil dari pembuatan serta pengujian alat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat dalam mengetahui tingkat kandungan *pH* air, kekeruhan air, suhu air, kandungan amonia, serta kandungan oksigen.

1. Bab V Penutup

Berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk peneliti selanjutnya yang akan menindaklanjuti atau mengembangkan hasil penelitian ini ke tingkat berikutnya.

1. **Jadwal Kegiatan**

Kegiatan penelitian dilakukan dalam jangka waktu 4 bulan sejak bulan Maret 2022 sampai dengan bulan Juni 2022. Rincian kegiatan dimuat pada tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Kegiatan | Maret | | | | April | | | | Mei | | | | Juni | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Pengajuan Proposal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Seminar Proposal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Perancangan Prototipe |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Pengujian dan Pemutakhiran Prototipe |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Evaluasi Perangkat |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Presentasi Tugas Akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | Penyusunan Laporan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Bab II   
Tinjauan Pustaka**

**2.1 Budidaya Ikan Nila**

**A picture containing water, river, swimming

Description automatically generated**

Gambar 2.1 Budidaya Ikan Nila

(sumber: https://economy.okezone.com)

Budidaya ikan nila merupakan usaha pemeliharaan serta pengembangbiakan ikan yang sudah tidak asing di negara Indonesia. Ikan nila merupakan ikan yang memiliki pertumbuhan dan perkembangbiakan yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan ikan-ikan lainnya. Untuk pembudidayaan ikan nila ini dapat menggunakan berbagai cara, seperti menggunakan tambak, kolam semen, kolam terpal, keramba, jaring apung, dan bahkan sawah. Pertumbuhan ikan nila bisa mencapai 1 kilogram per ekornya serta memiliki harga jual yang cukup tinggi di pasaran. Ikan nila memiliki tekstur daging yang enak sehingga menjadi ikan favorit bagi para peternak serta bagi para pembeli untuk dikonsumsi.

Pada pembudidayaan ikan nila kolam yang digunakan fleksibel. Namun yang paling banyak digunakan kolam yang terbuat dari tanah. Pemilihan kolam tanah sebagai budidaya ikan banyak dipilih oleh peternak dikarenakan biaya untuk pembangunan kolam tanah memerlukan biaya yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan kolam berbahan dasar lain seperti menggunakan semen dan menggunakan terpal. Kolam dari tanah ini juga memiliki kelebihan-kelebihan, seperti terdapat hewan-hewan yang hidup didalam tanah yang juga bermanfaat sebagai pakan ikan nila selain pakan yang diberikan oleh peternak. Selain itu, dengan pembudidayaan ikan nila menggunakan kolam yang terbuat dari tanah membuat ikan tumbuh lebih cepat dan lebih sehat.

Pemilihan benih ikan nila juga merupakan faktor yang menentukan keberhasilan dalam pembudidayaan ikan nila. Untuk hasil yang maksimal maka dipilih benih ikan nila berjenis kelamin jantan dikarenakan benih ikan nila berjenis jantan akan memiliki pertumbuhan lebih cepat dibandingkan ikan nila berjenis betina. Dalam pembudidayaan ikan nila sendiri akan lebih produktif jika membudidayakan dengan satu jenis kelamin dibandingkan dengan dicampur antara jantan dan betina dikarenakan ikan nila memiliki sifat melakukan perkawinan yang jika dilakukan percampuran maka akan membuat ikan nila kehabisan energi untuk melakukan perkawinan dan bobot ikan akan sedikit terhambat.

**2.1.1 Kolam Ikan**

**A picture containing grass, outdoor, water, river

Description automatically generated**

Gambar 2.2 Kolam Ikan

(sumber: https://www.ikannila.com/)

Kolam ikan merupakan perairan terkendali yang bisa disebut juga danau buatan atau reservoir air yang digunakan untuk memelihara ikan yang dipergunakan untuk banyak aktivitas seperti, budidaya ikan, pemancingan ikan dan untuk sebagai hiasan. Untuk membuat kolam ikan yang baik diperlukan kondisi tanah yang berpengaruh terhadap kemiringan serta besar kecilnya pematang. Pematang dalam kolam ikan sangat berpengaruh dalam pemeliharaan ikan untuk menahan volume air. Ketinggian air dapat dipertahankan ketika tanah dasar dan pematang dapat menahan air dan tidak memiliki pori-pori. Untuk tanah dasar pada kolam ikan seringkali menggunakan tanah liat berpasir yang memiliki sifat plastisitas dan tidak berpori. Tanah dengan tingkat plastisitas tinggi tidak mudah terputus ketika dibentuk memanjang dan memiliki sifat tidak banyak mengalami penyusutan saat kondisi basah dan tidak terlalu lengket apabila dalam kondisi basah.

Untuk pembuatan kolam ikan yang berasal dari tanah maka perlu memperhatikan beberapa hal seperti :

1. Tanah liat atau tanah lempung yang sedikit berpasir atau disebut *Sandy Loom*. Tanah liat ini berkadar liat 35-55% yang bersifat hidup dan mudah dibentuk.
2. Tanah lempung liat berpasir dengan kadar liat sekitar 20-35%.
3. Tanah lempung berpasir yang berfraksi kasar dengan kadar liat sekitar 30%. Jenis tanah ini awalnya akan sangat sulit untuk menahan air, namun lama kelamaan dengan pengelolaan tanah yang baik ditambah dengan adanya sedimen yang terbawa air sungai maka akan timbul daya tahan akan air.

**2.1.2 Ikan Nila**

**A pile of fish

Description automatically generated with medium confidence**

Gambar 2.3 Ikan Nila

(sumber: <https://food.detik.com/>)

Ikan nila mempunyai nama latin *Oreochromis niloticus* dan memiliki nama internasional *nile tilaphia* berasal dari sungai Nil di benua Afrika. Ikan nila menjadi populer saat pertama kali diperkenalkan ke Indonesia pada tahun 1969 dari Taiwan dan mulai disebarluaskan ke setiap provinsi pada tahun 1971. Ikan ini dikenal mudah berkembangbiak, tahan penyakit, memiliki ukuran badan yang relatif besar, dan mudah beradaptasi yang memiliki sifat *omnivorous* yaitu pemakan plankton yang tidak memerlukan pakan khusus untuk memeliharanya. Kelebihan ikan nila ini yaitu memiliki kemampuan untuk hidup dengan rentang salinitas yang lebar sehingga dapat dibudidayakan di air tawar, air payau dan air laut. (Wardoyo, 2007)

Di Indonesia, ikan nila merupakan ikan air tawar yang banyak dibudidayakan dan menjadi salah satu komoditas ekspor. Ikan nila termasuk ikan yang memiliki kandungan protein tinggi dengan nilai 16-24%, kandungan lemak berkisar antara 0,2-2,2%. Ikan nila dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik pada lingkungan perairan dengan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen)* antara 2,0-2,5 mg/l. Nilai pH air pada budidaya ikan nila antara 5-10 tetapi nilai pH optimum pada budidaya ikan nila berkisar antara 6-9. Pada umumnya ikan nila dapat hidup di perairan tawar serata memiliki salinitas yang tinggi dan dapat hidup di perairan payau dengan salinitas 20-25%. (Mulia, 2006)

**2.2 Kualitas Air**

Kualitas air adalah kondisi kalitatif air yang diukur dengan pengujian berdasarkan parameter-parameter dan metode tertentu. Parameter-parameter yang digunakan seperti suhu, tingkat keasaman air (pH air), oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*), tingkat keasaman amonia (pH amonia), derajat kekeruhan air dan TDS (*Total Dissolved Solids*). Kualitas air dapat diketahui dengan beberapa pengujian yang dilakukan seperti, uji kimia dan uji kenampakan menggunakan bau dan warna. (Masduqi, 2009)

**2.2.1 Suhu**

Suhu merupakan besaran yang menyatakan derajat panas suatu benda. Suhu menunjukkan tingkat energi panas. Satuan suhu yang digunakan di Indonesia adalah derajat Celsius(ºC). Suhu atau temperatur air berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan ikan. Apabila suhu air terlalu rendah atau suhu terlalu tinggi maka dapat menyebabkan tumbuh kembang ikan menjadi terhambat. Pertumbuhan ikan yang baik membutuhkan suhu berkisar antara 15ºC - 30ºC dan perbedaan suhu antara siang dan malam kurang dari 5ºC. Ikan tidak dapat hidup dengan baik apabila suhu pada kolam terlalu rendah atau terlalu tinggi. (Bambang, 2000).

**2.2.2 pH Air**

Diagram

Description automatically generated with medium confidence

Gambar 2.4 ph Air

(sumber: https://materiipa.com/)

pH merupakan singkatan dari *Power of Hydrogen* yang dalam istilah di Indonesia biasa disebut Derajat Keasaman dan digunakan untuk menyatakan keasaman yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hydrogen yang terlarut. Nilai pH menunjukkan apakah air memiliki memiliki padatan rendah atau tinggi. Tinggi atau rendah pH air dipengaruhi oleh senyawa dalam air tersebut. Secara umum, pH normal air berkisar antara 6,5-8,5 dan jika nilai pH lebih rendah dari 7 maka dianggap asam dan jika nilai pH lebih tinggi dari 7 maka akan dianggap basa.

**2.2.3 Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen)**

Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa serta absorbsi atmosfer udara. Faktor oksigen adalah satu faktor penting dalam budidaya ikan. Kelarutan oksigen dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu suhu, salinitas, pH dan bahan organik. Secara umum, dapat dipersepsikan jika salinitas semakin tinggi, makakelarutan oksigen akan semakin rendah. Tingkat kelarutan oksigen dan suhu pada air kolam dapat ditampilkan dengan satuan mg/L.

**2.2.4 Tingkat Keasaman Amonia**

Amonia merupakan hasil dari penguraian bakteri pengurai terhadap zat organic seperti sisa pakan, feses, dan biota akuatik yang mati. Kandungan amonia yang terlampau tinggi pada air kolam ikan dapat menyebabkan ketidakseimbangan dan menghambat pertumbuhan ikan. Amonia pada air dapat berasal dari pemupukan, ekskresi hewan dan akibat kepadatan ikan yang tinggi pada kolam. Konsentrasi amonia dapat menurun dengan berbagai cara seperti contoh bakteri pengurai yang dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrat. Amonia pada ikan akan meningkatkan konsumsi oksigen, merusak insang, serta mengurangi kemampuan darah untuk mengalirkan oksigen.

**2.2.5 Derajat Kekeruhan Air**

Kekeruhan merupakan kondisi air yang mengandung materi terlarut yang dapat menghalangi masuknya cahaya matahari sehingga jarak pandang dalam air menjadi terbatas. Kualitas air yang baik sangat diutamakan dalam budidaya ikan. Apabila kualitas air buruk atau keruh maka akan membuat ikan kesulitan bernafas dikarenakan alat pernapasan ikan terganggu dengan adanya kotoran. Selain itu air yang keruh dapat membuat daya penglihatan ikan terganggu yang berakibat pada kurangnya asupan makan. Cara pengecekan sederhana dapat dilakukan dengan memasukkan benda yang terang kedalam kolam. Apabila benda tersebut masih terlihat, maka kekeruhan air belum sampai pada tahap yang mengganggu kehidupan ikan. Tingkat kekeruhan air sering ditampilkan dengan satuan TSS (*Total Suspended Solids*) yaitu mg/l dan NTU (*Nephelometric Turbidity Units*). Standar pada kekeuruhan air kolam harus dibawah dari nilai 400 NTU dan apabila diatas dari 400 NTU maka akan menghambat pertumbuhan bagi ikan yang berada didalam kolam. (Willem H. Siegers, 2019)

**2.2.6 TDS**

TDS merupakan kepanjangan dari *Total Dissolved Solids* yaitu jumlah total larutan padat yang terkandung dalam air. Pada komponen air selalu mengandung partikel-partikel yang terlarut yang seringkali tidak tampak oleh mata. Partikel tersebut bisa berupa logam maupun mikroorganisme. Sumber utama TDS dalam perairan adalah limbah rumah tangga dan industri. TDS termasuk dalam parameter fisik yang tingkat konsentrasi atau jumlahnya ditetapkan dalam Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu terkait syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih. (Kemenkes RI, 1990)

**2.3 Sensor**

Sensor merupakan elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu output dalam bentuk tertentu tergantung pada inputan variabel dan dapat digunakan bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. Sistem instrumentasi yang digunakan untuk melakukan pengukuran memiliki masukan berupa nilai sebenarnya dari variabel yang sedang diukur dan keluaran berupa nilai variabel yang terukur.

**2.3.1 Sensor Suhu**

Sensor suhu adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas ataupun dingin yang dihasilkan oleh suatu objek sehingga memungkinkan untuk diketahui gejala perubahan suhu yang terjadi.



Gambar 2.5 Sensor Suhu

Model sensor suhu menggunakan IC DS8B20 yang dicelupkan kedalam kolam sehingga dapat melakukan pengukuran dalam air. Kemudian keluaran dari sensor diterima oleh rangkaian pengkondisian sinyal untuk kemudian diberi penguat sehingga nilai dari hasil pembacaan dapat terbaca untuk proses konversi tegangan ke nilai suhu dalam Celsius.

**2.3.2 Sensor pH**

A picture containing floor, indoor, laying

Description automatically generated

Gambar 2.6 Sensor Suhu

Sensor pH adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH dari air dan larutan. Sensor pH meter terdiri dari elektroda yang mengukur dan menampilkan pembacaan pH. Bagian yang paling penting dalam sensor ini adalah probe atau elektroda. Cara kerja modul ini adalah rangkaian sensor pH akan membaca nilai pH dari elektroda sensor yaitu berupa nilai tegangan analog.

**2.3.3 Sensor *Dissolved Oxygen***

A picture containing indoor, accessory, key, opened

Description automatically generated

Gambar 2.7 Sensor *Dissolved Oxygen*

Sensor *Dissolved Oxygen* merupakan suatu sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kadar oksigen yang terlarut dalam air yang kemadian akan dikirimkan ke Arduino sebagai nilai input dan sekaligus menjadi sinyal perintah untuk menyalakan dan mematikan perangkat output. Pada sensor ini terdapat 3 buah pin yang akan dihubungkan ke perangkat Arduino yaitu Gnd, Vcc, dan Data.

**2.3.4 Sensor Amonia**

****

Gambar 2.8 Sensor Amonia

Sensor Amonia adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur kadar amonia yang ada dipermukaan air. Karena apabila kandungan amonia yang terlampau tinggi pada permukaan air kolam ikan dapat menandakan bahwa kadar amonia di air yang terlampau tinggi menyebabkan ketidakseimbangan dan menghambat pertumbuhan ikan. Amonia pada ikan akan meningkatkan konsumsi oksigen, merusak insang, serta mengurangi kemampuan darah untuk mentransportasi oksigen.

**2.3.5 Sensor Kekeruhan**

A picture containing indoor

Description automatically generated

Gambar 2.9 Sensor Kekeruhan

Sensor kekeruhan digunakan sebagai pengukur untuk tingkat kekeruhan air yang ada didalam kolam air. Cara kerja dari sensor ini adalah LED inframerah memancarkan cahaya yang kemudian diterima oleh rangkaian sensor fotodiode. Kemudian nilai dari pembacaan sensor fotodiode ini akan mengikuti dengan tingkat kekeruhan didalam air.

**2.3.6 Sensor TDS**

**A picture containing indoor, connector, cable, adapter

Description automatically generated**

Gambar 2.10 Sensor TDS

Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) merupakan alat elektronik yang digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam air. Unsur kimia yang paling umum yang dapat mempengaruhi tingkat TDS dalam air adalah fosfat, kalsium, natrium, kalium, dan timbal. Sumber utama untuk TDS dalam perairan adalah limpahan kimbah dari pertanian, limbah rumah tangga, dan industri.

**2.4 Arduino Nano ATmega-328**

A picture containing text, electronics, circuit

Description automatically generated

Gambar 2.11 Arduino Nano ATmega-328

Arduino adalah sebuah platform yang bersifat *open source*. Arduino merupakan kombinasi dari hardware, Bahasa pemrograman, dan IDE. IDE adalah singkatan dari *Integrated Development Environment* yang merupakan software yang digunakan untuk menulis hal-hal yang akan diprogram kemudian melakukan proses *compile* dan melakukan upload kedalam mikrokontroler. Berikut adalah table spesifikasi dari Arduino Nano ATmega-328.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Nano ATmega-328

|  |  |
| --- | --- |
| Komponen | Keterangan |
| Microcontroller | ATmega328P – 8-bit AVR family microcontroller |
| Operating Voltage | 5V |
| Recommended Input Voltage  for Vin pin | 7-12V |
| Analog Input Pins | 6 (A0 – A5) |
| Digital I/O Pins | 14 (Out of which 6 provide PWM output) |
| DC Current on I/O Pins | 40 mA |
| DC Current on 3.3V Pin | 50 mA |
| Flash Memory | 32 KB (2 KB is used for Bootloader) |
| SRAM | 2 KB |
| EEPROM | 1 KB |
| Frequency (Clock Speed) | 16 MHz |
| Communication | IIC, SPI, USART |

Arduino Nano ATmega-328 adalah board mikrokontroller yang berukuran kecil dengan basis ATmega328. Arduino Nano tidak menyertakan port untuk DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Pada Arduino Nano terdapat 30 pin dan berikut adalah struktur gambaran struktur beserta konfigurasi pin Arduino Nano yang tertera pada Gambar 2.12 dan Tabel 2.2.

Diagram

Description automatically generated with medium confidence

Gambar 2.12 Struktur Pin pada Arduino Nano ATmega-328

Tabel 2.2 Penjabaran Fungsi Pin pada Arduino Nano ATmega-328

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pin Category | Pin Name | Details |
| Power | Vin, 3.3V, 5V, GND | Vin: Tegangan input ke Arduino saat menggunakan sumber daya eksternal (6-12V).  5V: Catu daya yang diatur dan digunakan untuk memberi daya pada mikrokontroler dan komponen lain.  3.3V: 3.3V Suplai yang dihasilkan oleh regulator tegangan on-board. Penarikan arus maksimum adalah 50mA.  GND: Ground pins. |
| Reset | Reset | Reset mikrokontroler. |
| Analog Pins | A0 – A7 | Digunakan untuk mengukur tegangan analog dengan kisaran 0-5V |
| Input/Output Pins | Digital Pins D0 - D13 | Dapat digunakan sebagai input dan output. 0V (rendah) and 5V (tinggi) |
| Serial | Rx, Tx | Digunakan untuk menerima dan mengirimkan TTL serial data. |
| External Interrupts | 2, 3 | Digunakan untuk proses interrupt. |
| PWM | 3, 5, 6, 9, 11 | Menyediakan 8-bit PWM output. |
| SPI | 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) and 13 (SCK) | Digunakan untuk komunikasi SPI. |
| Inbuilt LED | 13 | Untuk menyalakan inbuilt LED. |
| IIC | A4 (SDA), A5 (SCA) | Digunakan untuk komunikasi TWI . |
| AREF | AREF | Referensi tegangan untuk input analog. Menggunakan fungsi analogReference(). |

**2.5 LCD**

**A picture containing text, electronics, circuit

Description automatically generated**

Gambar 2.13 LCD

LCD adalah singkatan dari *Liquid Crystal Display* yang merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data baik itu dalam bentuk karakter, huruf, ataupun grafik. LCD banyak digunakan karena fungsinya yang bervariasi. Untuk dapat menghubungkan LCD dengan mikrokontroler, Port pada LCD perlu dihunungkan dengan port pada mikrokontroler. Port pada mikrokontroler tidak dapat digunakan untuk fungsi yang lain, tetapi didedikasikan untuk fungsi LCD. LCD dibuat dengan teknologi yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit.*

**2.6 I2C**

Modul I2C merupakan standar komunikasi serial dua arah yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL(*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*). Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C *Bus* dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. Master adalah piranti yang melakukan transfer data pada I2C *Bus* dengan membentuk sinyal *Stop*, dan mengaktifkan sinyal *Clock*. Sedangkan, *Slave* adalah piranti yang diberi alamat oleh *Master*.

**2.7 Serial Communication**

Komunikasi serial adalah komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit, sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel. Terdapat dua macam cara komunikasi data serial yaitu komunikasi data serial sinkron dan komunikasi data serial asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, *Clock* dikirimkan bersama data serial. Sedangkan pada komunikasi serial asinkron, tidak diperlukan *Clock* karena data dikirimkan dengan kecepatan yang sama baik dengan pengirim ataupun penerima.

**2.8 Forward Chaining**

Forward Chaining adalah salah satu metode pencarian atau teknik pelacakan ke depan yang dimulai dengan informasi yang ada dan penggabungan rule untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau tujuan. *Forward Chaining* menggunakan pendekatan berorientasi data.

Hierarki merupakan representasi dari permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur dengan beberapa level. Level pertama adalah tujuan, dilanjutkan dengan level kriteria, subkriteria, hingga level terakhir adalah alternatif.

Diagram

Description automatically generated

Gambar 2.14 Struktur Dasar Hierarki AHP

Perbandingan berpasangan digunakan untuk menggambarkan kontribusi relative atau pengaruh suatu elemen terhadap tujuan atau kriteria yang berada satu tingkat diatasnya. Perbandingan berdasarkan penilaian dan pengambilan keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Sintesis prioritas dilakukan dengan menggunakan *eigen vector method*  untuk mendapatkan bobot relatif pada masing-masing elemen pada suatu matrik perbandingan berpasangan.(Dewi, 2017)

Uji konsistensi dilakukan pada tiap matrik berpasangan untuk memeriksa konsisten atau tidaknya penilaian yang diberikan. Indeks konsistensi dari matriks berordo n beserta rasio konsistensi dapat diperoleh dengan persamaan 2-1 dan persamaan 2-2 berikut,

(2-1)

CI = Rasio deviasi konsistensi

λ max = Nilai *eigen* terbesar dari matriks berordo n

n = Orde Matriks

Apabila CI bernilai 0, maka matriks berpasangan berganda konsisten. Batas untuk *inconsistency* telah ditetapkan dengan menggunakan Konsistensi Rasio (CR). Konsistensi Rasio adalah perbandingan antara nilai konsistensi indeks dengan nilai random index yang dituliskan pada persamaan 2-2 berikut.

(2-2)

CR = Konsistensi Rasio

CI = Konsistensi Index

RI = Random Index

**2.8.1 Langkah-langkah Dalam Penerapan AHP**

Sebelum melakukan penerapan AHP terdapat langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam pengerjaan AHP yaitu sebagai berikut :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi.

2. Membuat struktir hierarki yang diawali dengan tujuan umum.

3. Membuat matrik perbandingan berpasangan yang menunjukkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat diatasnya.

4. Menormalkan data dengan membagi nilai dari setiap elemen didalam matrik yang berpasangan.

5. Melakukan perhitungan nilai *eigen vector* dan menguji konsistensi.

6. Melakukan kembali Langkah pada poin 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hierarki.

7. Melakukan perhitungan *eigen vector* dari setiap matrik untuk perbandingan.

8. Menguji konsistensi hierarki. Jika tidak memenuhi dengan CR ≤ 0,1 maka penilaian harus dilakukan kembali.

**2.8.2 Keunggulan dan Kekurangan AHP**

Pada penggunaan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) terdapat beberapa keunggulan dan kekurangan. Keunggulan dari metode AHP ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat permasalahan yang luas dan kurang atau tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.

2. Memecahkan permasalahan yang kompleks dengan system dan integrasi secara deduktif.

3. Dapat digunakan pada elemen-elemen system yang saling bebas dan tidak memerlukan hunbungan linier.

4. Elemen-elemen dikelompokkan ke sistem level.

5. Terdapat skala pengukuran dan metode untuk menentukan prioritas.

6. Mempertimbangkan konsistensi logis dalam keputusan untuk menentukan prioritas.

7. Mengarahkan pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.

8. Mempertimbangkan prioritas relative faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.

9. Tidak mengharuskan adanya suatu consensus, tapi dengan menggabungkan hasl penilaian yang berbeda.

10. Mampu menyaring definisi suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian melalui proses pengulangan.

Adapun kekurangan dari penggunaan metode AHP adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan skala estimasi yang tidak seimbang.

2. Tidak mempertimbangkan risiko dan ketidakpastian dalam perhitungannya.

3. Penilaian yang subjektif.

4. Membutuhkan banyak partisipasi banyak pihak yang benar-benar mengetahui permasalahan yang ada.

5. Tidak dapat ditinjau dari segi statistic murni atau distribusi peluang.

**Bab III**

**Analisis dan Perancangan Sistem**

1. **Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian dalam perancangan prototipe tercantum pada gambar 3.1 berikut.

Diagram

Description automatically generated

Gambar 3.1 Tahapan Perancangan Prototipe

Penelitian dimulai dengan melakukan analisis terhadap permasalahan yang ada dan kebutuhan yang diperlukan terkait alat dan bahan guna rekomendasi kualitas air pada budidaya ikan nila. setelah permasalahan dan kebutuhan ditentukan, dilakukan perancangan sistem dengan melakukan pemilihan sensor dan sistem rekomendasi yang akan digunakan dengan mempertimbangkan keluaran yang mudah dicerna oleh pengguna sehingga pengguna dapat melakukan tindakan jika air perlu ditingkatkan kualitasnya. Kalibrasi perangkat keras akan dilakukan setelah rancangan sistem selesai, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh data yang sesuai untuk dimasukkan kedalam algoritma sistem pakar forward chaining. proses selanjutnya adalah melakukan implementasi guna mengetahui kinerja prototipe, jika prototipe bekerja dengan baik, maka akan dilakukan uji akurasi untuk mendapatkan nilai variabel yang akurat, jika prototipe tidak bekerja dengan baik, maka akan kembali pada tahap kalibrasi perangkat keras.

1. **Analisis Kebutuhan**

Pembudidayaan ikan nila membutuhkan banyak hal untuk diperhatikan, salah satunya adalah kualitas air. Kualitas air yang baik tentunya dapat membuat ikan nila semakin sehat. Parameter yang mempengaruhi kualitas air terdiri dari kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen / DO*), kadar padatan terlarut (*Total Dissolved Solids / TDS*), pH air, tingkat kekeruhan air, suhu air, dan kadar amonia.

Prototipe dibuat dengan tujuan untuk melakukan pengukuran kadar-kadar yang berkaitan dengan kualitas air dan memberikan keluaran berupa data kualitas air berdasarkan parameter parameter di atas dan memberikan rekomendasi jika kualitas air tidak sesuai kebutuhan dalam pembudidayaan ikan nila pada air tawar.

1. **Desain Sistem**

Sistem didesain menggunakan komputer dengan spesifikasi yang dimuat pada tabel 3.1. desain sistem yang telah dirancang dimuat pada gambar 3.2 berikut.

Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer

|  |  |
| --- | --- |
| Komponen | Keterangan |
| Sistem operasi | Windows 10 Home Single Language 64-bit (10.0 build 18363) |
| Prosesor | Intel® Core™ i5-8250U CPU @ 1.60 GHz (8 CPUs), ~1.8 GHz |
| Memori | 8196 MB |
| Resolusi layar | 1920 x 1080 |

Diagram

Description automatically generated

Gambar 3.2 Desain Kinerja Sistem Prototipe

Sistem akan bekerja setelah tombol ditekan oleh operator, terdapat tombol untuk masing-masing sensor. Setelah tombol ditekan, sensor akan mengambil data selama 10 detik dan menampung data-data yang ada pada sebuah variable untuk diambil rata-ratanya. Setelah rata-rata diperoleh, sistem akan melakukan perbandingan data pada ketentuan kadar parameter tersebut sesuai dengan yang telah ditentukan untuk menghasilkan data kadar parameter tersebut dan rekomendasi yang akan diberikan berdasarkan tingkat kualitas air yang diperoleh dari keluaran algoritma sistem pakar Forward Chaining.

* + 1. **Prototipe Alat**

Prototipe disusun menggunakan 4 elemen yang terdiri dari perangkat keras masukan (sensor) berupa sensor amonia, sensor pH air, sensor kekeruhan air, dan sensor total padatan terlarut (TDS) , sebuah pengendali mikro dari Arduino dengan tipe Arduino Nano ATmega-328, sebuah perangkat keras keluaran berupa layar LCD 20x4, dan sebuah program perangkat lunak yang ditanamkan pada Arduino Nano ATmega-328 sebagai jembatan antara perangkat lunak dan perangkat keras agar dapat berkomunikasi dengan baik.

Diagram sambungan rangkaian prototipe dimuat pada Gambar 3.3. Pada diagram tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 6 sensor yang berfungsi untuk mengukur parameter kualitas air sesuai dengan fungsi sensor masing-masing. Data hasil pengukuran sensor kemudian akan dikirim ke pengendali mikro Arduino Nano ATmega-328 untuk dibandingkan dengan standar kualitas air dalam pembudidayaan ikan nila pada kolam air tawar. Data yang telah dibandingkan akan dijadikan acuan untuk memberikan rekomendasi perihal kualitas air pada kolam. LCD akan menampilkan hasil dari data yang telah diolah oleh pengendali mikro Arduino Nano ATmega-328 dalam tampilan teks.

Komunikasi data antara pengendali mikro dan perangkat keras lainnya dijalin melalui pin digital dan pin analog.

Diagram

Description automatically generated

Gambar 3.3 Prototipe Alat

* + 1. **Translasi Data**

Data yang diperoleh dari sensor berupa data digital (0 - 1), dan data analog 10 bit (0 - 1023) akan melalui proses translasi menjadi berbagai macam data sesuai sensor yang digunakan, proses translasi pada setiap sensor akan berbeda karena setiap sensor memiliki *library* masing-masing dan ada juga yang tidak memiliki *library.* Berikut tabel sensor dan tipe data keluarannya.

Tabel 3.2 Nama Sensor dan Data Keluaran

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No |  | Sensor | Tipe Data Keluaran |
| 1. |  | Amonia | Analog |
| 2. |  | pH Air | Analog |
| 3. |  | Kekeruhan Air | Analog |
| 4. |  | Total Padatan Terlarut | Analog |
| 5. |  | Suhu Air | Digital |
|  |  |  |  |

* + 1. **Pengolahan Data**

Data yang ada diterima dari sensor akan dibandingkan langsung dengan ketetapan-ketetapan kadar yang ada sesuai keperluan dan akan diperiksa kembali apakah data tersebut berada pada kadar yang tepat sesuai kebutuhan. Terdapat 3 hasil keluaran yang dikeluarkan yakni air kekurangan kadar pada parameter tertentu, air memiliki kadar yang baik pada parameter tertentu, dan air memiliki kelebihan kadar pada parameter tertentu. Ketiga data tersebut akan digunakan sebagai tolak ukur pembuatan rekomendasi.

* 1. **Rancangan Alur Penggunaan Sistem**

Prototipe yang dirancang menggunakan sumber daya dengan tegangan 5 volt. Prototipe ini dilengkapi tombol-tombol dalam pengoperasiannya, setiap sensor memiliki tombol masing-masing untuk melakukan pengukuran kadar kualitas air dengan konfigurasi 4 sensor dicelupkan ke dalam air, yaitu sensor suhu, sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor TDS, sedangkan untuk sensor ammonia peletakannya diletakkan berdekatan dengan air yang akan diuji. Gambar 3.4 memuat diagram alur penggunaan sistem

Diagram

Description automatically generated

Gambar 3.4 Alur Penggunaan Sistem

Saat prototipe telah dinyalakan, prototipe akan berada pada status *standby* dan menunggu tombol untuk ditekan. Kemudian saat tombol ditekan sesuai sensor yang ada, maka sensor akan mengambil data selama 10 detik untuk diambil rata-ratanya, kemudian data akan dianalisa menggunakan *Forward Chaining* untuk diketahui bagaimana status kadar kualitas air dari hasil pembacaan sensor tersebut. Data yang telah dianalisa dan diproses menggunakan algoritma sistem pakar forward chaining akan dijadikan acuan untuk memberikan rekomendasi mengenai kadar kualitas air tersebut dan apa yang harus dilakukan untuk membuat kualitas air lebih baik terkait parameter kadar yang telah diukur.

* 1. **Rancangan Pengujian**

Rancangan pengujian dibagi menjadi dua bagian yakni pengujian konsistestensi data sensor dan pengujian akurasi sensor.

**3.5.1 Pengujian Konsistensi Data Sensor**

Setiap pengambilan data sebuah sensor, sensor akan mengambil data selama 10 detik, semua data yang diperoleh akan disimpan untuk ditampilkan ke dalam bentuk grafis guna mengetahui konsistensi laju pembacaan sensor untuk menghindari anomali pada data agar akurasi tetap terjaga.

Tabel 3.3 Rancangan Pengujian Konsistensi Data Sensor

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Amonia | pH Air | Kekeruhan | Total Padatan Terlarut | | Suhu Air |
| 1 |  |  |  |  |  | |
| 2 |  |  |  |  |  | |
| 3 |  |  |  |  |  | |
| 4 |  |  |  |  |  | |
| 5 |  |  |  |  |  | |
| 6 |  |  |  |  |  | |
| 7 |  |  |  |  |  | |
| … |  |  |  |  |  | |
| n |  |  |  |  |  | |  |

**3.5.2 Pengujian Akurasi Sensor**

Pengujian data sensor dilakukan dengan mengambil sampel air dan diuji menggunakan sensor-sensor yang ada dan alat penguji kualitas air konvensional yang biasa digunakan di laboratorium kimia. Pengujian akan dilakukan sebanyak 10 kali. Tabel rancangan pengujian adalah sebagai berikut.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parameter | Data Sensor | Data Alat Lain | Selisih |
| 1. | Amonia |  |  |  |
| 2. | pH Air |  |  |  |
| 3. | Kekeruhan Air |  |  |  |
| 4. | Total Padatan Terlarut |  |  |  |
| 5. | Suhu Air |  |  |  |

**DAFTAR PUSTAKA**

Susilowati, R., Januar, H. I., Fithriani, D., & Chasanah, E. (2015). Potensi Ikan Air Tawar Budidaya sebagai Bahan Baku Produk Nutraseutikal Berbasis Serum Albumin Ikan. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, *10*(1), 37. https://doi.org/10.15578/jpbkp.v10i1.243

Wulansari, F. D. (n.d.). Pengaruh Detergen Terhadap Mortalitas Benih Ikan Patin Sebagai Bahan Pembelajaran Kimia Lingkungan. *EduSains Volume*, *1*(2).

Agustiningsih, E. D. (2016). Perancangan Perangkat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Budidaya Berbasis Web Localhost. *Jurnal UMRAH*, 1–15.

Mulia, D.S. 2006. *Tingkat Infeksi Ektoparasit Proozoa Pada Benih Ikan Nila*

*(Oreochromis niloticus) di Balai Benih Ikan (BBI) Pandak dan*

*Sidabowa, Kabupaten Banyumas*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu

Kelautan Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.

Masduqi, A dan A. Slamet. 2009. Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air Surabaya:

Jurusan Teknik Lingkungan FTSPITS Maladi, Irham, dkk.(2013). Analisis

Uji Fisik Amonia (NH3), Nitrit (NO2), penentuan kadar besi (FE) mangan

(Mn) clorin (cl) dalam sampel air minum Nestle dan Cleo UIN Syrif

Hidayatullah. Jakarta

Bambang, C. 2000. Budidaya Ikan Air Tawar, Kanisius, Yogyakarta

Ihsanto, Eko dan Hidayat, Sadri. 2014. Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph

Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno.Vol:5. No:3. Hal:131.

Willem H. Siegers, Y. P. dan A. S. (2019). PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA NIRWANA ( Oreochromis sp . ) PADA TAMBAK PAYAU, *3*(11), 95–104.

Wardoyo, S. E. (2007). Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Mempunyai Potensi yang Besar untuk Dikembangkan. *Media Akuakultur*. Retrieved from <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma/article/view/2805>Agustiningsih, E. D. (2016). Perancangan Perangkat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Budidaya Berbasis Web Localhost. *Jurnal UMRAH*, 1–15.

Bahrin, B. (2020). Sistem Pakar Deteksi Kualitas Air Dengan Metode Forward Chaining Pada Laboratorium “Aquaryan” Marisa. *Simtek : Jurnal Sistem Informasi Dan Teknik Komputer*, *5*(1), 12–20. https://doi.org/10.51876/simtek.v5i1.66

Dewi, Y. P. (2017). Pemilihan Metode Pemotongan Kaki Jacket pada Proses Pembongkaran (Decommissioning): Studi Kasus Attaka H Platform di Selat Makassar, 14.

Kemenkes RI. (1990). Permenkes No. 416 Tahun 1990 Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. *Hukum Online*, (416), 1–16. Retrieved from www.ptsmi.co.id

Sumarsono, E. (2016). PENERAPAN METODE AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) DALAM PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG PADA PT. SUMBER REZEKI BERSAMA.

Susilowati, R., Januar, H. I., Fithriani, D., & Chasanah, E. (2015). Potensi Ikan Air Tawar Budidaya sebagai Bahan Baku Produk Nutraseutikal Berbasis Serum Albumin Ikan. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, *10*(1), 37. https://doi.org/10.15578/jpbkp.v10i1.243

Wardoyo, S. E. (2007). Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Mempunyai Potensi yang Besar untuk Dikembangkan. *Media Akuakultur*. Retrieved from http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma/article/view/2805

Willem H. Siegers, Y. P. dan A. S. (2019). PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA NIRWANA ( Oreochromis sp . ) PADA TAMBAK PAYAU, *3*(11), 95–104.

Wulansari, F. D. (n.d.). PENGARUH DETERGEN TERHADAP MORTALITAS BENIH IKAN PATIN SEBAGAI BAHAN PEMBELAJARAN KIMIA LINGKUNGAN. *EduSains Volume*, *1*(2).