

Ridam Dwi Laksono, dkk.

# TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK INDONESIA TANGGUH



# **TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK INDONESIA TANGGUH**

Ridam Dwi Laksono  
Irna Tri Yuniahastuti  
Bayu Fandidarma  
Churnia Sari  
Dody Susilo



CV. AE MEDIA GRAFIKA

**Teknologi Tepat Guna  
untuk Indonesia Tangguh**

**ISBN 978-623-5516-22-6**

Cetakan ke-1 Desember 2021

**Penulis:**

Ridam Dwi Laksono  
Irna Tri Yuniahastuti  
Bayu Fandidarma  
Churnia Sari  
Dody Susilo

**Penerbit**

CV. AE MEDIA GRAFIKA  
Jl. Raya Solo Maospati, Magetan, Jawa Timur 63392  
Telp. 082336759777  
email: aemediagrafika@gmail.com  
website: www.aemediagrafika.com

Anggota IKAPI Nomor: 208/JTI/2018

Hak cipta @ 2021 pada penulis  
Hak Penerbitan pada CV. AE MEDIA GRAFIKA

---

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan  
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit*

---

## PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas Kasih dan Sayang-Nya telah melimpahkan Berkah dan Karunia-Nya sehingga buku dengan tema “Teknologi Tepat Guna untuk Indonesia Tangguh” telah terbit.

Buku ini secara garis besar yaitu mencakup materi meliputi: (1) Potensi Srambang Sebagai Laboratorium Alam Teknik Elektro, (2) *Study* Potensi Microhidro Wisata Srambang Park Ngawi Guna Implementasi Matakuliah *Renewable Energy* Sebagai Penciri Prodi Teknik Elektro UNIPMA, (3) Perancangan Pengendalian Pintu Air dengan Kontroller PI pada Pembangkit Mikrohidro *Srambang Park* berbasis *Bat Algorithm*, (4) *Mobile Robot* Pemantau Area berbasis Arduino dan IoT menggunakan ESP 32 *Cam* dan PIR *Detector*, (5) Perancangan Logika *Fuzzy* untuk Proses Pengaturan Suhu Otomatis menggunakan *Matlab Simulink*, (6) Alat Deteksi Gas Metana Pada Biogas Berbasis Arduino Uno. Semua paper yang ditulis membahas tentang *Renewable Energy* dan *Artificial Intelligence*.

Harapan kami, dengan terbitnya buku ini semoga dapat menambah referensi tentang *Renewable Energy* dan *Artificial Intelligence* dan dapat digunakan sebagai rujukan oleh para akademisi dalam bidang Teknik Elektro dan dari berbagai pihak yang membutuhkan.

Madiun, Desember 2021

Tim penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Prakata .....</b>                                                                                                                                                        | <b>iii</b> |
| <b>Daftar isi .....</b>                                                                                                                                                     | <b>v</b>   |
| <b>Bagian 1</b>                                                                                                                                                             |            |
| Potensi Srambang Sebagai Laboratorium Alam<br>Teknik Elektro .....                                                                                                          | 1          |
| <b>Bagian 2</b>                                                                                                                                                             |            |
| <i>Study</i> Potensi Mikrohidro Wisata Srambang<br>Park Ngawi Guna Implementasi Mata Kuliah<br><i>Renewable Energy</i> Sebagai Penciri Prodi<br>Teknik Elektro UNIPMA ..... | 17         |
| <b>Bagian 3</b>                                                                                                                                                             |            |
| Perancangan Pengendalian Pintu Air dengan<br>Kontroller PI pada Pembangkit Mikrohidro<br><i>Srambang Park</i> berbasis <i>Bat Algorithm</i> .....                           | 39         |
| <b>Bagian 4</b>                                                                                                                                                             |            |
| <i>Mobile Robot</i> Pemantau Area berbasis Arduino dan<br>IoT menggunakan ESP 32 <i>Cam</i> dan <i>PIR Detector</i> .....                                                   | 47         |
| <b>Bagian 5</b>                                                                                                                                                             |            |
| Perancangan Logika Fuzzy untuk Proses Pengaturan<br>Suhu Otomatis menggunakan Matlab Simulink .....                                                                         | 59         |
| <b>Bagian 6</b>                                                                                                                                                             |            |
| Alat Deteksi Gas Metana Pada Biogas Berbasis<br>Arduino Uno .....                                                                                                           | 73         |

# **Bagian 1**

## **Potensi Srambang Sebagai Laboratorium Alam Teknik Elektro**

**Ridam Dwi Laksono**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun

### **Abstrak**

Alam memberikan seluruh potensi yang ada, untuk kemakmuran manusia seutuhnya. Setiap ekosistem yang ada dalam setiap lanskap di muka bumi ini memiliki cara dalam mengalirkan energi potensial yang ada di masing – masing laskap. Secara umum, aliran energi yang di ekspresikan lewat siklus senyawa dimasing-masing lanskap. Siklus H<sub>2</sub>O di setiap alirannya membawa lanskap dan ekosistem. Energi potensial terbentuk antara aliran air dan ketinggian jatuhnya air. Gaya gravitasi membawa air jatuh dengan kemampuan energi potensial dapat memutar kincir air. Air terjun Srambang memiliki kapasitas ketersediaan air yang cukup sepanjang musim, serta debit air yang stabil. Sehingga memiliki potensi hidro power untuk *renewable* energi. Bentang alam dan ekosistem di *srambang park*, memungkinkan untuk dijadikan laboratorium alam bagi teknik elektro. Bagi akademisi adanya lab alam, akan mempermudah dalam mengenali fenomena-fenomena alam, untuk dianalisa dan dikembangkan melengkapi ilmu pengetahuan. Dampak yang dirasakan bagi masyarakat girimulyo hasil analisa di laboratorium alam yang dilakukan oleh teknik elektro,

dapat memberikan *leaping-up* efisiensi energi listrik. Sedangkan untuk pemerintah kabupaten ngawi, khususnya kecamatan jogrogo, dengan adanya laboratorium alam, membuka kesempatan kerjasama teknis. Hal ini memberikan peluang nyata lembaga akademik untuk terlibat dalam penyelesaian kesulitan di masyarakat.

**Kata Kunci:** energi potensial, laboratorium alam, *renewable energy*, srambang

### **1.1. Alam Sebagai Sumber Inspirasi Teknologi**

Alam memberikan seluruh potensi yang ada, untuk kemakmuran manusia seutuhnya. Sebagai bagian yang tak terpisahkan dalam kehidupan manusia, lingkungan dimana manusia tinggal memiliki potensi untuk dimanfaatkan oleh manusia. Di lanskap daratan, terdapat beragam ekosistem diantaranya ekosistem hutan, sungai, ngarai, gunung, lembah dan dataran tinggi. Di lanskap lautan terdapat ekosistem pantai, hutan mangrove, laut lepas, laut dalam dan palung. Sedangkan di lanskap udara, terdapat atmosfer yang berlapis-lapis dengan keunikan dan fungsi masing-masing terhadap kelangsungan kehidupan di muka bumi ini.

Setiap ekosistem yang ada dalam setiap lanskap di muka bumi ini memiliki cara dalam mengalirkan energi potensial yang ada di masing-masing lanskap. Interaksi



antar lanskap yang ada di muka bumi, membentuk biosfer secara keseluruhan. Hal ini mencerminkan interaksi yang harmoni, membentuk kesatuan alam yang saling memberikan aksi dan reaksi dari energi yang mengalir keseluruh biosfer. Secara umum, aliran energi yang di ekspresikan lewat siklus senyawa dimasing-masing lanskap. Siklus tersebut diantaranya siklus  $H_2O$ , siklus  $N_2$ , dan siklus karbon. Hampir semua siklus, tidak hanya ada pada satu ekosistem. Semua siklus melibatkan banyak lanskap dalam perputarannya. Sebagai bagian yang tidak dapat dipisah energi dan entropi saling berkaitan diantara ekosistem.

Adanya siklus  $H_2O$ , yang alirannya melibatkan laut, udara, angin, pegunungan, dataran, sungai dan terbawa kembali ke laut menunjukkan adanya keterlibatan beragam ekosistem. Air yang terbawa kembali ke laut, tidak hanya berupa air, namun juga melarutkan beragam mineral logam dan non-logam. Hal in tentu saja mengakibatkan perbedaan kandungan mineral antar laut. Terjadi proses fisika dan kimia, saat pertemuan kedua jenis air tersebut. Perbedaan kandungan tersebut, dapat menimbulkan beda potensial elektron, dan dapat diaplikasikan dalam bentuk sel volta.

$$V = k \cdot \frac{Q}{R}$$

Beda potensial satu elektron.

$$\Delta V = - \int_a^b E \cdot ds \ .$$

$$V = \sum_i V_i = k \cdot \frac{Q_1}{R_1} + k \cdot \frac{Q_2}{R_2} + \dots + k \cdot \frac{Q_i}{R_i}$$

Beda potensial beberapa elektron

$$E_{sel}^0 = E_{Katoda}^0 + E_{Anoda}^0$$

Energi potensial elektron sel Volta.

Dalam siklus H<sub>2</sub>O yang lainnya, ketika aliran sungai yang cukup besar. Air mampu menggerakkan kincir air untuk berputar. Pada siklus H<sub>2</sub>O yang melewati aliran sungai yang terputus, juga terdapat energi potensial. Energi potensial terbentuk antara aliran air dan ketinggian jatuhnya air. Gaya gravitasi yang muncul membawa air jatuh dengan kemampuan dapat memutar kincir air. Air yang bertemu dengan panas bumi membentuk uap air, memunculkan energi potensial. Perubahan wujud air menuju uap air yang secara masif dengan tekanan tinggi, dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin. Pada satu jenis siklus ini saja, ternyata interaksinya dengan ekosistem, membawa banyak energi potensial. Energi potensial

dengan beragam bentuk ini, jika dimanfaatkan untuk menyelesaikan masalah pemenuhan kebutuhan manusia.

$$E_{Potensial\ Gravitasi} = m \cdot g \cdot h$$

Energi potensial Gravitasi.

Dalam istilah energi, terdapat entropi yang dimiliki setiap komponen biotik dan abiotik yang ada di dalam ekosistem. Entropi merupakan manifestasi energi yang ada dalam setiap komponen, namun tidak dapat digunakan untuk melakukan usaha. Entropi selalu bergerak ke arah negatif, sehingga demikian selalu muncul ketidakteraturan energi di setiap ekosistem. Untuk berkembang dan beradaptasi setiap ekosistem selalu terlibat dalam menghadapi perubahan entropi. Setiap ekosistem bekerja untuk mengalirkan energi, serta menstabilkan kelangsungan elemen ekosistem yang ada didalamnya. Aliran energi potensial yang terjadi memiliki dampak nyata yang dihadapi setiap elemen. Elemen yang terdampak dalam masing-masing ekosistem akan melakukan aksi untuk menstabilkan entropi yang dikandungnya. Komponen biotik dan abiotik yang merupakan elemen dalam ekosistem, secara alami akan perubahan. Kemampuan penyesuaian yang dapat di hadapi oleh elemen ekosistem merupakan daya adaptasi

elemen ekosistem dalam mengalirkan energi dan mengendalikan entropi.

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = C_v \int \frac{dT}{T}$$
$$\Delta S = C_v \cdot \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right)$$

Entropi dalam sebuah sistem

Setiap ekosistem yang terdampak oleh perubahan energi, juga akan mempengaruhi ekosistem di sekitarnya. Secara alami, ekosistem yang tidak dapat menjaga kestabilannya akan memberikan dampak perubahan yang besar bagi lingkungan sekitar yang berfungsi sebagai ekosistem penyangganya. Dengan demikian, dampak yang muncul bagi elemen di dalam ekosistem akan lebih luas lagi. Ketika terjadi secara besar dan masif maka ekosistem akan berada dalam bencana atau wabah.

Cara-cara ekosistem dalam menghadapi perkembangan dan deviasi energi potensial tersebut menjadi referensi bagi manusia dalam memenuhi kebutuhannya. Sebagai contoh, elemen air yang mengalir. Pada aliran sungai, debit air yang besar memiliki energi potensial untuk menggerakkan bilah kincir air. Kincir air yang berputar secara mekanik, energinya dapat disalurkan. Sehingga energi putar yang dihasilkan mampu di gunakan

untuk menggerakkan banyak hal. Berikutnya elemen angin. Angin yang bertiup dapat memutar bilah kincir angin. Tenaga putarannya juga merupakan energi potensial dapat digunakan sebagai sumber tenaga.

Pada ekosistem pantai, terdapat ombak. Ombak yang bergerak memiliki energi hentak yang kuat. Secara mekanik, energi hentaknya dapat di tata sehingga menjadi gerak mekanik kontinyu yang daya dorongnya dapat digunakan untuk memutar generator. Sehingga perputaran generator dapat menghasilkan energi listrik. Pergeseran energi potensial antar lanskap juga menjadi proses penyeimbangan biomasa sebagai representatif energi yang nampak pada keseluruhan biosfer. Peristiwa yang berlangsung ketika fenomena di atas terjadi, sebenarnya merupakan aliran deviasi energi potensial yang berkembang di dalam ekosistem dan sekitarnya. Manusia mengamati, memanfaatkan dan meniru potensi alam yang tersedia di sekitarnya. Dengan mengamati manusia melakukan proses belajar, untuk dapat menyelesaikan permasalahan dalam memenuhi kebutuhannya.

## **1.2. Air Terjun Srambang**

Di pulau jawa perbatasan provinsi jawa tengah dan jawa timur terdapat salah satu gunung yang memiliki alam yang luar biasa. gunung lawu memiliki ketinggian relatif 3.118 meter. Merupakan gunung ke 76 tertinggi di dunia. Gunung ini secara administratif terbagi menjadi tiga area kabupaten. Yaitu kabupaten Karanganyar pada bagian provinsi jawa tengah dan pada bagian provinsi jawa timur merupakan bagian dari kabupaten Magetan dan kabupaten Ngawi. Lanskap alamnya berbentuk Statovolcano, memiliki banyak hutan dengan berbagai jenis kayu dan tanaman tropis yang unik. Penghuni hutan diantaranya hewan dengan berbagai jenis mamalia, unggas, reptil dan serangganya yang eksotik. Salah satu ekosistem yang ada yaitu danau kaldera sarangan yang terletak di wilayah kabupaten Magetan.

Di kabupaten Ngawi terdapat tiga air terjun yang mengalir di lembah gunung lawu. Diantaranya adalah air terjun srambang. Air terjun srambang berdekatan dengan dua air terjun yang lain, yaitu air terjun pengantin dan air terjun suwono. Air terjun srambang memiliki ketinggian 40 meter dari dasar sungai. Debit air yang cukup besar, serta ketersediaan air sepanjang musim. Sehingga memiliki potensi untuk tenaga listrik hidro. Terletak di desa Girimulyo, srambang memiliki potensi wisata yang saat ini sudah dikembangkan. Dengan mengorbitkan nama "*Srambang*

*Park*”, wana wisata ini memperoleh East Java Culture and Tourism Award 2019 dari Gubernur Jawa Timur.



*Gambar 1 Taman Wisata Srambang  
(<https://kominfo.ngawikab.go.id>)*

Memiliki *local Urban* yang unik, srambang berasal dari kata nyambang. Berkaitan dengan kisah Jaka Tarub dan Nawang Wulan, Srambang merupakan tempat dimana nawang wulan menyambangi Jaka Tarub dan putrinya, setelah Nawang Wulan mendapatkan selendangnya dan kembali ke khayangan. Mitos ini digunakan sebagai latar belakang penamaan situs air terjun ini. *Local Urban* ini melegenda di kalangan masyarakat di pulau jawa. Bersumber mata air dari gunung lawu, srambang yang berada di desa Girimulyo, berada pada kecamatan Jogorogo. Kecamatan Jogorogo berada di ketinggian 450 meter dari permukaan laut di gunung lawu.

### **1.3. Dimensi Potensi Edukasi dan Hidro Power di Srambang Park.**

Terdapat beragam spot ekosistem yang bisa di amati di srambang. Setiap spot ekosistem ini kelangsungannya dapat dilestarikan. Sehingga interaksi antar ekosistem dalam bentang alam srambang, dapat terlihat menjadi satu kesatuan mini biosfer yang kompleks. Beberapa diantaranya ekosistem air terjun, ekosistem sungai, ekosistem hutan pinus, ekosistem terassiring kebun sayuran dan ekosistem taman buatan, serta kolam buatan. Selain itu initeraksi beragam populasi flora dan fauna di setiap ekosistem. Menunjukkan adanya harmonisasi siklus energi pada setiap spot ekosistem. Keterikatan diantara ekosistem nampak terlihat. Baik ekosistem yang alami atau buatan, menunjukkan adanya aliran energi potensial baik yang menata secara alamiah, atau buatan.



*Gambar 2 Air Terjun Srambang (travel.detik.com)*



Pengembangan wisata di air terjun srambang, mewajibkan adanya kelengkapan fasilitas yang menunjang fungsi jasa wisata. Hal ini wajib memperhatikan keaslian dan keamanan perkembangan ekosistem asli srambang. Masyarakat sekitar perlu dilibatkan dalam pengembangan fasilitas dengan menunjukkan tujuan dan arah kelengkapan wisata *srambang park*. Srambang selain ekosistem air terjun, memiliki potensi edukasi bagi warga desa dan masyarakat umumnya. Dengan menjadi *srambang park*, ekosistem yang ada disekitarnya menjadi prioritas pelestarian bagi warga sekitar, atau pengelola. Untuk itu pengetahuan warga sekitar agar ekosistem terjaga, perlu untuk di edukasi. Beragam cara dapat dikembangkan untuk mengedukasi warga sekitar dan masyarakat umum.

Masyarakat dapat diberikan pembelajaran secara langsung. Pengetahuan tentang ekosistem yang terbentuk di bentang alam srambang, menjadi titik awal untuk pengembangan yang melibatkan masyarakat. Sehingga masyarakat lingkungan srambang mengetahui, bagaimana cara menjaga kelestarian flora dan fauna di lingkungan ekosistem air terjun. Potensi alam ini bisa digunakan sebagai laboratorium alam dalam pembelajaran bagi masyarakat atau dunia akademik. Potensi ini terbuka untuk pendidikan di tingkat dasar, hingga perguruan tinggi.

Beberapa startegi belajar yang bisa dikembangkan bersamaan dengan pengembangan strategi edukasi masyarakat di *srambang park*. Beberapa segmen edukasi untuk berbagai macam pengunjung dapat di buat dalam pengembangan ini. Jika berfokus pada pengembangan pola pikir masyarakat, “*edu-eco-smart-green system*” mungkin sebuah phrase yang bisa muncul untuk menjembatani semangat untuk memanfaatkan dan melestarikan alam yang ada. Sehingga *coexisting* antara mini biosfer srambang dan kehidupan manusia dapat terjadi.

Air terjun yang menjadi ikon srambang, memiliki energi potensial yang luar biasa. Jika dilihat dari potensi ketinggian air terjun, ketersediaan air yang cukup dan debit air yang memenuhi. Kondisi ini memungkinkan potensi energi listrik untuk dikembangkan dari jenis hidro power. Jika hal ini dapat terlaksana tentunya akan lebih menghemat dari segi biaya. Baik itu dibuat untuk lingkungan wana wisata *srambang park* saja, atau terbuka bagi masyarakat desa girimulyo. Pengembangan potensi hidro *power* ini, tentunya harus seiring dengan pengembangan potensi wisata dan yang lainnya. Kelestarian ekosistem yang ada tetap menjadi prioritas, sehingga membutuhkan pemikiran-pemikiran yang baik. Secara akademik, hal ini menunjukkan adanya potensi

pengembangan penelitian dan pengabdian masyarakat, bagi dunia akademisi.

#### **1.4.Srambang Park sebagai Laboratorium alam Teknik Elektro.**

Perwujudan energi potensial air terjun ke arah pembangkit hidro power di srambang, memerlukan beragam pengamatan, dan beragam penyesuaian teknis. Hal ini memungkinkan potensi akademik dikembangkan. Beberapa matakuliah yang ada dapat diajarkan dengan mempraktekkan secara langsung.

Dengan adanya lokasi yang berpotensi untuk pengembangan hidro *power plant*, srambang bisa menjadi tempat pengembangan energi listrik dengan berbasis *eco-green*. Pengembangan sumber energi listrik dengan tetap memperhatikan keberlangsungan ekosistem srambang. Mahasiswa dan dosen dapat mengeksplorasi alam yang ada. Berbagai model dan strategi pembelajaran, dapat diterapkan seiring dengan ketersediaan alam yang ingin di jelajahi dan ide yang ingin diterapkan.

Fenomena yang muncul di alam, menjadi perhatian dan telaah yang bisa dipelajari untuk mengembangkan strategi pemenuhan kebutuhan. Itu sebabnya sangat penting untuk memiliki laboratorium alam, yang dapat menyajikan fenomena-fenomena alam. Di setiap

ekosistem yang ada di srambang, dapat menyajikan fenomena tersebut. Sehingga telaahnya dapat dilakukan secara langsung untuk lebih mengembangkan implementasi pengetahuan yang dimilikinya. Ketika hasil belajar telah di dapat, maka dapat diterapkan di wana wisata srambang park. Baik itu cara penggunaan energi untuk lebih efisien. Cara dan teknis untuk efisien dalam memanfaatkan penggunaan energi dapat menjadi wahana laboratorium bagi teknik elektro.

Bagi masyarakat girimulyo hasil analisa di laboratorium alam yang dilakukan oleh teknik elektro, dapat memberikan *leaping-up* efesiensi energi listrik. Hal ini mendukung upaya pemerintah dalam penerapan pengembangan *renewable energy*. Bagi kelembagaan untuk pemerintah kabupaten ngawi, kecamatan jogrogo khususnya dengan adanya laboratorium alam, membuka kesempatan kerjasama teknis. Hal ini memberikan peluang nyata lembaga akademik dalam keterlibatan penyelesaian kesulitan di masyarakat.

## Referensi

Google.com.(2021, 27 oktober). Gunung lawu. Diakses 27 oktober 2021, dari [https://www.google.com/search?q=gunung+lawu +&sxsrf=aoaemvkrccm5ltuecwbg8oypcqvsslvp0q %3a1635908081268&ei=8fmbyy3td8z99qoihi6ab q&oq=gunung+lawu+%gs\\_lcp=cgdnd3mtd2l6eamy bqgaeiaemguiabcabdilcc4qgaqqxweqrweybqgaeia emguiabcabdifcaaqaqybqgaeiaemguiabcabdiicaa qgaqqyqmybqgueiaeogqiixanogsiabcabbcxaxcdato icaaqaqqsqm6dggueiaeeledemcbenedogqilhbdog qiabbdoggilhcabbcxazohcaaqsqmqzohcc4qsqmqqz okcc4qxweqrweqq0oeceeyafdvmi0bwosljqfgmai nawgacaj4aiabfygb5wwsaqzmzljysyaqcgaqhaaqe&sc lient=gws-wiz&ved=0ahukewjnqcbampvzahxmfn0khqica1aq4dudca0&uact=5](https://www.google.com/search?q=gunung+lawu+%3a1635908081268&ei=8fmbyy3td8z99qoihi6abq&oq=gunung+lawu+%gs_lcp=cgdnd3mtd2l6eamy bqgaeiaemguiabcabdilcc4qgaqqxweqrweybqgaeiaemguiabcabdifcaaqaqybqgaeiaemguiabcabdiicaa qgaqqyqmybqgueiaeogqiixanogsiabcabbcxaxcdato icaaqaqqsqm6dggueiaeeledemcbenedogqilhbdog qiabbdoggilhcabbcxazohcaaqsqmqzohcc4qsqmqqzokcc4qxweqrweqq0oeceeyafdvmi0bwosljqfgmai nawgacaj4aiabfygb5wwsaqzmzljysyaqcgaqhaaqe&sc lient=gws-wiz&ved=0ahukewjnqcbampvzahxmfn0khqica1aq4dudca0&uact=5)

google.com, (2021, 27 oktober) srambang. diakses 27 oktober 2021, dari [https://www.google.com/search?q=srambang+&s xsrf=aoaemvkvj\\_qxkl6xrg1j-t7sma6qksoj3a%3a1635911584919&ei=oaecyek0 n8jyragogrjycq&oq=srambang+%gs\\_lcp=cgdnd3m td2l6eamybagieccybagieccybqgaeiaemguiabcabdifc aaqaqybqgaeiaemguilhcabdifcaaqaqybqgaeiaem gsilhdharcvardlatokcc4qxweqrweqjzoecc4qqzolca aqgaqqsqmqgwe6dggueiaeeledemcbenedoggilhca bbcxazokcc4qxweqrweqqzoecaaqqzolcc4qgaqqxw eqrwe6bwgueledeem6dggueledeimbembek8bogg iabcabbaksgqiqrqaulfyavix\\_gfgroucaabwangagaftia hzbpibazqunzgbakabacabaq&scient=gws-wiz&ved=0ahukewjihjzhpfvzahviosskhsgbdpsq4d udca0&uact=5](https://www.google.com/search?q=srambang+%sxsrf=aoaemvkvj_qxkl6xrg1j-t7sma6qksoj3a%3a1635911584919&ei=oaecyek0n8jyragogrjycq&oq=srambang+%gs_lcp=cgdnd3mtd2l6eamybagieccybagieccybqgaeiaemguiabcabdifc aaqaqybqgaeiaemguilhcabdifcaaqaqybqgaeiaem gsilhdharcvardlatokcc4qxweqrweqjzoecc4qqzolca aqgaqqsqmqgwe6dggueiaeeledemcbenedoggilhca bbcxazokcc4qxweqrweqqzoecaaqqzolcc4qgaqqxw eqrwe6bwgueledeem6dggueledeimbembek8bogg iabcabbaksgqiqrqaulfyavix_gfgroucaabwangagaftia hzbpibazqunzgbakabacabaq&scient=gws-wiz&ved=0ahukewjihjzhpfvzahviosskhsgbdpsq4dudca0&uact=5)

jawapos.com, (2021, 20 juni). Srambang Park Ngawi, Ikon Pariwisata dari Fenomena Alam Misterius, diakses tanggal 3 November 2021. <https://www.jawapos.com/wisata-dan-kuliner/travelling/20/06/2021/srambang-park-ngawi-ikon-pariwisata-dari-fenomena-alam-misterius/>

kominfo.ngawikab.go.id, (2018, 31 januari) Srambang Park Wisata Ngangeni, diakses 1 november 2021. <https://kominfo.ngawikab.go.id/srambang-park-wisata-ngangeni/>

Odum, E. P., Srigandono, B.(1993). Dasar-dasar ekologi. Indonesia: Gadjah Mada University Press.

nativeindonesia.com, (2021, 15 Februari). Srambang Park Ngawi, Keindahan Air Terjun Yang Melegenda, diakses tanggal 27 Oktober 2021. <https://www.nativeindonesia.com/srambang-ngawi/>

Vernadskii, V.I (Vladimir Ivanovich) 1863-1945(biosfera, English) the biosphere; forward by lynn margulis and colleague; introduction by jacque grinevald; translated by David B. Langmuir; revised and annotation by Mark. A.S McMenamin springer-verlag Nerw York, Inc.

Sanjayanti, N.P.A.H.; Darmayanti, N.W.S.; Mahayasa, Komang E., Ilmu Alamiah Dasar. (2021). (n.p.): Nilacakra.

travel.detik.com, (2018, 24 Desember). Rezeki dan Mitos dari Air Terjun Srambang Ngawi, diakses 30 oktober 2021. <https://travel.detik.com/domestic-destination/d-4357683/rezeki-dan-mitos-dari-air-terjun-srambang-ngawi>.

## Bagian 2

# ***Study Potensi Mikrohidro Wisata Srambang Park Ngawi Guna Implementasi Matakuliah Renewable Energy Sebagai Penciri Prodi Teknik Elektro UNIPMA***

**Ina Sunaryantiningsih, Yuda Ragil Praditya**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun

### **Abstrak**

Salah satu sub bab dalam matakuliah *renewable energy* yaitu menghitung potensi air dalam suatu daerah. Tempat wisata srambang park dipilih untuk pembelaran menghitung Potensi Air Terjun yang akan digunakan dalam perancangan suatu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Perhitungan Analisa pada debit air, *effektifitas* tinggi terjun (*Head net*), hasil dari potensi daya, serta kesesuaian jenis turbin yang digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Air Terjun srambang park , dan Generator yang cocok digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Air Terjun srambang park. Analisa dilakukan melalui metode observasi lalu dimasukkan ke rumus yang akan digunakan untuk mengukur data debit air, tinggi jatuh air (*Head Net*), Daya listrik yang bisa dibangkitkan lalu data hasil pengukuran akan digunakan untuk menentukan turbin, dan generator. Hasil Analisa menunjukkan bahwa debit rata rata  $1,12 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan tinggi jatuh efektif (*Head net*) 3 m , daya listrik yang bisa

dibangkitkan sebesar 24,70 Kw, lalu Turbin yang cocok digunakan merupakan turbin *crossflow*, dan generator yang cocok digunakan adalah generator sinkron. Kesimpulan dari study ini bahwasannya Air Terjun Srambang Park memiliki potensi yang baik untuk dijadikan sumber energi alternative terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.

**Kata kunci:** mikro hidro, *renewable energy*, srambang, teknik elektro

## 2.1 PENDAHULUAN

*Intenational Energy Agency* (IEA) mendefinisikan *Renewable Energy* atau Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang akan terus menerus terbaharui. Menurut data Kementrian ESDM RI dijelaskan Potensi *reneable energy* di Indonesia sebesar 442.171 MW yang terdiri dari 28.508 MW potensi Panas Bumi, 60.647 MW potensi pembangkit listrik tenaga bayu, 207.898 MW potensi listrik tenaga surya, 2.603 m<sup>3</sup> potensi biogas, 30.051 MW potensi biomassa, 19.385 MW potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro, dan 75.091 MW potensi pembangkit listrik tenaga air.

Pemanfaatan *Renewable Energy* di indonesia berdasarkan potensinya merupakan proses persiapan jangka panjang pada sector *energy*. Begitu pula dengan kelistrikan nasional yang memanfaatkan sumber eneri



yang terbarukan. Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) menjelaskan Teknik Elektro di Indonesia memiliki 5 bidang peminatan yaitu: 1) Teknik Ketenaga Listrikan, 2) Teknik Telekomunikasi 3) Elektronika 4) Teknik Kendali/Kontrol/Pengaturan. 5) Teknik Komputer.[3]

Program studi Teknik Elektro Unipma sampai dengan hari ini masih memiliki satu bidang peminatan yaitu teknik Ketenagalistrikan. Di dalam forum pendidikan tinggi Teknik elektro Indonesia dijelaskan komponen untuk pencapaian kompetensi pendukung teknik elektro pada bidang peminatan. Didalam kompetensi pendukung teknik ketenaga listrikan memiliki 9 Kompetensi Pendukung, dan salah satunya yaitu sistem pembangkitan tenaga listrik, meliputi sistem bahan bakar fosil dan *renewable energy*. Mata kuliah *Renewable Energy* merupakan salah satu mata kuliah prodi Teknik Elektro unipma. Pada Capaian pembelajaran Mata kuliah *Renewable Energy* meliputi: 1) karakteristik dasar dari berbagai sumber daya energy terbarukan. 2) menghitung potensi energy terbarukan pada suatu daerah yang memiliki sumber alam lokal. 3) membandingkan dan memilih tehnologi sistem *renewable energy* yang tepat untuk diterapkan pada sumber daya alam lokal. 4)

merancang *techno economical assessment* dan merancang sistem tenaga listrikan dari sumber renewable Energy sesuai kebutuhan.

Salah satu sub bab bahasan untuk mata kuliah *renewable energy* yaitu menghitung dan menilai potensi sumber daya air. Dari sub bahasan tersebut diimplementasikan dengan mengadakan *study* potensi mikrohidro air terjun srambang park. Indonesia dianugrahi ratusan air terjun yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber listrik yang ditujukan ke daerah daerah yang memiliki potensi. Kabupaten Ngawi khususnya di Kecamatan Jogorogo mempunyai potensi sumber daya air terjun yang berpotensi sebagai mikrohiro, diantaranya Air Terjun Srambang yang juga merupakan tempat wisata air terjun alam, memiliki potensi karena memiliki aliran air sepanjang tahun.

## **2.2 Pengertian Umum Mikrohidro**

Mikro Hidro merupakan nama lain yang biasa digunakan untuk pembangkit listrik yang menjadikan air sumber energi. syarat untuk aliran air yang dapat digunakan sebagai sumber daya listrik diantaranya memiliki kapasitas aliran air, dan ketinggian. Semakin besar kapasitas aliran dan ketinggiannya dari instalasi

maka semakin besar sumber energi yang bisa digunakan untuk energi listrik yang dihasilkan [7].

**2.2.1. Tenaga Mikrohidro**

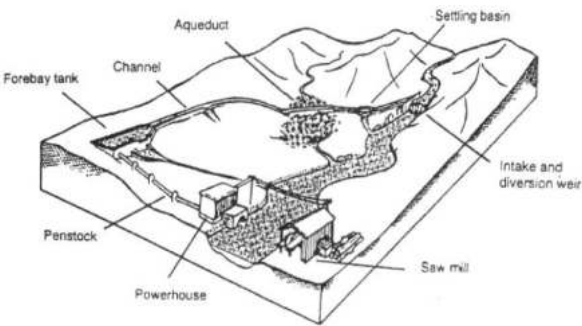
Skema tenaga air di Indonesia diklasifikasikan menurut keluaran daya yang dihasilkan menjadi:

**Tabel 2.1** Klasifikasi Level Daya Keluaran

| No | Jenis PLTA        | Kapasitas  |
|----|-------------------|------------|
| 1  | <i>Hydro</i>      | > 10 MW    |
| 2  | <i>minihydro</i>  | 1MW–10 MW  |
| 3  | <i>microhydro</i> | 10 KW–1 MW |
| 4  | <i>pichohydro</i> | < 10 KW    |

**2.2.2. Komponen Utama Mikrohiro**

Desain skema mikrohidro dapat bervariasi tergantung karakteristik khusus lapangan dan persyaratan pengguna skema. Kanal dapat dihilangkan dan penstock mendapat umpan air langsung dari bak pengendap (*settling basin*).



Gambar 2.1 Komponen utama skema mikrohidro

Keterangan Komponen utama skema mikrohidro:

1. Pintu masuk dan bendung pengelak (*Intake and diversion weir*)
2. Bak pengendap (*Settling basin*)
3. Terowongan air (*Aqueduct*)
4. Kanal (*Channel*)-mengikuti contour tanah
5. *Forebay tank* (bak penenang)
6. Pipa pesat (*Penstock*)
7. Rumah pembangkit (*Powerhouse*)
8. Beban penggergajian (*Saw mill*)

### **2.2.3. Hidrologi dan Survey Lapangan**

Studi hidrologi paling sederhana adalah pendekatan “aliran/ arus terkecil” yang tersedia sepanjang tahun untuk memenuhi permintaan daya. Hal ini merupakan langkah pertama dalam penentuan potensi untuk dasar usulan proyek hidro. Arus air terkecil dapat diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan selama periode aliran paling kecil pada tahun itu. Pada saat yang sama juga dilakukan: a) pengukuran tinggi terjun (*head*). b) studi geologi. Tujuan dari studi hidrologi yaitu: a) Menjamin bahwa turbin memiliki ukuran yang sesuai dengan aliran air sehingga kapasitas perancangan tidak berlebihan atau tidak kekurangan). b) Ukuran kanal, pipa pesat. c) Menjamin bahwa potensi pasokan daya diketahui

secara akurat sehingga sesuai dengan permintaan daya dibawah kondisi berbagai musim setiap tahun.

Pengukuran aliran di lapangan mempunyai 3(tiga) maksud: 1) Untuk mengetahui aliran terkecil dari hasil pengukuran pada musim paling kering. 2) Untuk verifikasi data pengukuran apakah sesuai dan berkaitan dengan data yang ada di dokumen dari berbagai sumber.3) Untuk menyelesaikan dasar penyelesaian metode korelasi aliran.

#### **2.2.4. Ketersediaan Air**

Ketersediaan air adalah jumlah air yang tersedia untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat serta tersedia dalam jumlah yang besar untuk bisa bertahan sampai bertahun tahun kedepan (Suripin, 2002). Untuk bisa memanfaatkan air, perlu diketahui mengenai ketersediaan air andalan (debit, hujan). Ketersediaan air andalan diantaranya untuk keperluan irigasi, debit minimum sungai ditetapkan sebesar 80% sedangkan untuk keperluan air baku ditetapkan 90%. Misal debit andalan sebesar 80% adalah 3 m<sup>3</sup>/dt, artinya kemungkinan terjadi debit sebesar 3m<sup>3</sup>/dt atau bahkan lebih adalah 80% waktu data dicatat. Kemudian 20% merupakan terjadinya debit kurang dari 3m<sup>3</sup>/dt. [8]

$$Q = L \times D \times v \text{ (m}^3\text{/detik)}$$

Dengan: Debit aliran =  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), Lebar Sungai =  $L$  (m),  
Tinggi muka air =  $D$  (m), Kecepatan aliran sungai  $v$  (m/s)  
(Sumber: Aprianto, 2015: 5)

### **2.2.5. Tinggi Terjun air (Head)**

Tinggi terjun merupakan faktor paling penting dalam desain mikrohidro dan pembiayaan. Oleh karena itu tinggi terjun (head) harus diukur dengan akurat. Untuk pengukuran tinggi terjun diperlukan akurasi  $\pm 3\%$ .

Beberapa metode untuk pengukuran tinggi terjun adalah:

- a) Pipa (plastik transparan) diisi air (water filled tube)
- b) Pipa (plastik transparan) diisi air dan pengukur tekanan (pressure gauge)
- c) Spirit level dan papan (atau tali)
- d) Altimeter
- e) Sighting meter (meter pengamatan)
- f) Pengamatan dengan spirit level
- g) Builder level
- h) Peta (map)

### **2.2.6. Kecepatan air**

Untuk bisa mengukur debit air hal yang harus dilakukan adalah dengan mengukur kecepatan air, Rumus mencari kecepatan air sebagai berikut:

Kecepatan:

$$(v) = s/t$$

Dengan: Kecepatan aliran =  $v$  (m/s), Jarak =  $s$  (m), Waktu =  $t$  (s) (Sumber: Aprianto, 2015: 4)

Untuk mendapatkan data yang ingin dimasukkan ke rumus perlu dilakukan pengambilan data dengan memakai beberapa alat diantaranya: meteran rool, stopwatch pada hp. Benda yang mengapung (contoh = botol air yang telah diisi setengah penuh air dengan keadaan botol tertutup)

Berikut langkah-langkah pengambilan data kecepatan air:

- a) Pastikan jalur sungai tidak berkelok dan sisinya sungai sama lalu tentukan jarak mulai menuju titik berhenti
- b) Letakkan botol di titik *start* yang sudah ditentukan lepaskan botol bersamaan dengan stopwatch yang dinyalakan
- c) Tunggu botol sampai ke titik *finish* lalu catat waktu yang dibutuhkan botol untuk berjalan dari *start* sampai *finish*

#### **2.2.7. Analisis Daya**

Proses aliran air di dalam pipa menimbulkan energi potensial dan mengubah menjadi energi mekanik. Pada saat kondisi ini air akan memutar turbin lalu roda turbin yang terhubung oleh generator akan mengubah energi

mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Analisis daya dan energi di study ini menghitung Potensi daya Mikrohidro

$$P = 9.8 \times Q \times H_n \times \text{Eff}$$

Dengan: Daya = P (Kw), Debit aliran = Q (m<sup>3</sup>/s), *Head net* = H<sub>n</sub> (m), Konstanta Gravitasi = 9.8, Efisiensi Keseluruhan = Eff, [1]

### **2.3 Kawasan Srambang Park**

Wisata Srambang Park mempunyai luas sekitar 11 hektar berada pada kawasan hutan jogorogo, tepatnya di Desa Girimulyo, Kecamatan Jogorogo, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. Untuk mencapai lokasi dapat berkendara dengan menggunakan motor menempuh waktu 45 menit dari pusat kota Ngawi. Harga tiket masuk bagi pengunjung 25.000 per orang, dan biaya parkir 2000 per kendaraan, jam buka untuk wisata ini dari pukul 08.00 Wib sampai pukul 17.00 Wib. Di Kawasan wisata ini terkenal dengan fenomena alamnya yaitu air terjun Srambang, tak hanya itu pengelola juga kian mempercantik jalan setapak menuju air terjun dengan berbagai tumbuhan, bunga bunga, dan banyak fasilitas diantaranya ayunan, pondok makan untuk beristirahat, masjid, toilet umum, dan kolam renang untuk anak-anak. Objek wisata Srambang Ngawi pernah mendapatkan penghargaan diajang bergengsi *East Java Culture and Tourism Award 2019*. Penghargaan ini berikan



oleh Gubernur Jawa Timur Khofifah Indar Parawansa di Hotel Harris Surabaya. [4]



Gambar 2.2 Kawasan Potensi Mikrohydro  
Srambang Park

## 2.4 PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada study ini berupa data hasil observasi yang dilakukan disalah satu titik aliran air yang berjarak kurang lebih 1 Km dari air terjun srambang park Sebagai tinjauan untuk mengetahui Potensi air terjun untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro di Kawasan wisata srambang park.

**2.4.1** Berikut data data yang diambil pada saat observasi dibagi pada dua musim dan permusim diambil data selama 3 hari.

### a. Data Tinggi Permukaan Air

Tabel 2.2 Data Hasil Observasi Tinggi Permukaan Air Pada Musim Penghujan

| No | Tanggal      | Tinggi (m) |
|----|--------------|------------|
| 1  | 16 Juni 2021 | 0,6        |
| 2  | 17 Juni 2021 | 0,8        |
| 3  | 18 Juni 2021 | 0,9        |

Tabel 2.3 Data Hasil Observasi Tinggi Permukaan Air Pada Musim Kemarau

| No | Tanggal     | Tinggi (m) |
|----|-------------|------------|
| 1  | 1 Juli 2021 | 0,4        |
| 2  | 2 Juli 2021 | 0,45       |
| 3  | 3 Juli 2021 | 0,55       |

Data tinggi permukaan air didapatkan dengan cara mengukur menggunakan penggaris roll, dari dasar aliran air sampai dengan tinggi permukaan airnya didapatkan hasilnya pada tabel 2.2 dan tabel 2.3

#### **b. Data lebar sungai**

**Tabel 2.4** Data Lebar Sungai Musim Penghujan

| <b>No</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Lebar (m)</b> |
|-----------|----------------|------------------|
| <b>1</b>  | 16 Juni 2021   | 3,5              |
| <b>3</b>  | 17 Juni 2021   | 3,5              |
| <b>3</b>  | 18 Juni 2021   | 3,5              |

**Tabel 2.5** Data Lebar Sungai Pada Musim Kemarau

| <b>No</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Lebar (m)</b> |
|-----------|----------------|------------------|
| <b>1</b>  | 1 Juli 2021    | 3,5              |
| <b>2</b>  | 2 Juli 2021    | 3,5              |
| <b>3</b>  | 3 Juli 2021    | 3,5              |

Data lebar sungai didapatkan dengan mengukur sisi kanan dan kiri sungai, data antara musim penghujan dan kemarau dipastikan sama karena lebar aliran sungai sudah dirapikan oleh pihak pengelola menggunakan tanggul semen.

**c. Data Jarak Titik *Start* Aliran Sungai Sampai Ke Titik *Finish***

Tabel 2.6 Data Jarak Titik *Start* Aliran Sungai Sampai Ke Titik *Finish* Musim Penghujan

| No | Tanggal      | Jarak (m) |
|----|--------------|-----------|
| 1  | 16 Juni 2021 | 10        |
| 3  | 17 Juni 2021 | 10        |
| 3  | 18 Juni 2021 | 10        |

Tabel 2.7 Data Jarak Titik *Start* Aliran Sungai Sampai Ke Titik *Finish* Musim Kemarau

| No | Tanggal     | Jarak (m) |
|----|-------------|-----------|
| 1  | 1 Juli 2021 | 10        |
| 2  | 2 Juli 2021 | 10        |
| 3  | 3 Juli 2021 | 10        |

Data Jarak titik start aliran sungai sampai ke titik finish diperoleh dengan menentukan sendiri berapa meter jarak yang ditentukan sebagai data pendukung untuk memperoleh waktu yang bisa ditempuh aliran sungai dari titik *start* ke *finish*

**d. Data Waktu Tempuh Aliran Air Dari Titik *Start* Ke *Finish***

Tabel 2.8 Data Waktu Tempuh Aliran Air Dari Titik *Start* Ke *Finish* Pada Musim Penghujan

| No | Tanggal      | Waktu (s) |
|----|--------------|-----------|
| 1  | 16 Juni 2021 | 20        |
| 3  | 17 Juni 2021 | 20        |
| 3  | 18 Juni 2021 | 20        |

Tabel 2.9 Data Waktu Tempuh Aliran Air Dari Titik *Start* Ke *Finish* Pada Musim Kemarau

| No | Tanggal     | Waktu (s) |
|----|-------------|-----------|
| 1  | 1 Juli 2021 | 18        |
| 2  | 2 Juli 2021 | 18        |
| 3  | 3 Juli 2021 | 18        |

Data waktu tempuh aliran air dari titik *start* ke *finish* didapatkan dengan cara meletakkan botol air mineral berisi setengah air dan dilepaskan dari titik *start* ke *finis* bersamaan dengan menyalakan *stopwatch* dan catat waktu yang bisa di tempuh.

**e. Data Tinggi Jatuh Efektif (*Head Net*)**

Data pengukuran *head net* didapatkan dari ujung aliran air yang diukur menggunakan selang plastik transparan yang biasa digunakan oleh tukang, selang disi oleh air ujung satu diletakkan pada dasar jatuhnya air lalu yang

ujung satunya diletakkan pada atas ujung aliran air lalu diukur menggunakan penggaris *roll* diukur titik diam air pada selang dan didapatkan nilai sebesar 3 meter.

#### 2.4.2 Analisa Kecepatan aliran air dan Debit air

Langkah awal sebelum menghitung debit air adalah menghitung kecepatan air sesuai dengan rumus Kecepatan air. Data yang dibutuhkan untuk pengukuran kecepatan aliran air adalah jarak aliran air dan waktu tempuh.

Tabel 2.10 Perhitungan Kecepatan Aliran Air Pada Musim Penghujan

| No | Tanggal      | Perhitungan kecepatan                                                    |
|----|--------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 16 Juni 2021 | $\text{Kecepatan (v)} = \frac{s}{t}$ $= \frac{10}{20} = 0,5 \text{ m/s}$ |
| 2  | 17 Juni 2021 | $\text{Kecepatan (v)} = \frac{s}{t}$ $= \frac{10}{20} = 0,5 \text{ m/s}$ |
| 3  | 18 Juni 2021 | $\text{Kecepatan (v)} = \frac{s}{t}$ $= \frac{10}{20} = 0,5 \text{ m/s}$ |

Tabel 2.11 Perhitungan Kecepatan Aliran Air Pada Musim Kemarau

| No | Tanggal     | Perhitungan kecepatan                                                     |
|----|-------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 1 Juli 2021 | $\text{Kecepatan (v)} = \frac{s}{t}$ $= \frac{10}{18} = 0,55 \text{ m/s}$ |

| No | Tanggal     | Perhitungan kecepatan                                                     |
|----|-------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 2  | 2 Juli 2021 | $\text{Kecepatan (v)} = \frac{s}{t}$ $= \frac{10}{18} = 0,55 \text{ m/s}$ |
| 3  | 3 Juli 2021 | $\text{Kecepatan (v)} = \frac{s}{t}$ $= \frac{10}{18} = 0,55 \text{ m/s}$ |

Hasil studi menunjukkan bahwa Rata rata kecepatan aliran air pada musim penghujan adalah 0,5 m/s dan dan pada musim kemarau 0,55 m/s. perhitungan kecepatan aliran air ini perlu dilakukan untuk bisa mengetahui nilai dari debit air yang akan kita hitung.

Setelah kecepatan aliran air diketahui, selanjutnya adalah menghitung debit air, data yang dibutuhkan untuk menganalisa debit aliran air adalah Lebar sungai (L), Tinggi permukaan air (D) , Kecepatan aliran air (V)

Tabel 2.12 Perhitungan Debit Aliran Air Pada Musim Penghujan

| No | Tanggal      | Perhitungan Debit                                                                                          |
|----|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 16 Juni 2021 | $Q = L \times D \times v \text{ (m}^3\text{/s)}$ $= 3,5 \times 0,6 \times 0,5 = 1,05 \text{ m}^3\text{/s}$ |
| 2  | 17 Juni 2021 | $Q = L \times D \times v \text{ (m}^3\text{/s)}$ $= 3,5 \times 0,8 \times 0,5 = 1,4 \text{ m}^3\text{/s}$  |
| 3  | 18 Juni 2021 | $Q = L \times D \times v \text{ (m}^3\text{/s)}$ $= 3,5 \times 0,9 \times 0,5 = 1,57 \text{ m}^3$          |

Hasil study perhitungan debir air pada musim penghujan menunjukkan pada tanggal 16 juni 2021 sebesar 1,05 m<sup>3</sup>/s , sedangkan pada tanggal 17 juni 2021 mempunyai debit sebesar 1,4 m<sup>3</sup>/s, dan debit pada tanggal 18 juni 2021 sebesar 1,57 m<sup>3</sup>/s.

Tabel 2.13 Perhitungan Debit Aliran Air Pada Musim Kemarau

| No | Tanggal     | Perhitungan Debit                                                                                               |
|----|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 1 Juli 2021 | $Q = L \times D \times v \text{ (m}^3/\text{s)}$<br>$= 3,5 \times 0,4 \times 0,55 = 0,77 \text{ m}^3/\text{s}$  |
| 2  | 2 Juli 2021 | $Q = L \times D \times v \text{ (m}^3/\text{s)}$<br>$= 3,5 \times 0,45 \times 0,55 = 0,86 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| 3  | 3 Juli 2021 | $Q = L \times D \times v \text{ (m}^3/\text{s)}$<br>$= 3,5 \times 0,55 \times 0,55 = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$ |

Perhitungan debit air pada musim kemarau menunjukan pada tanggal 1 juli 2021 sebesar 0,77 m<sup>3</sup>/s sedangkan pada tanggal 2 juli 2021 mempunyai debit sebesar 0,86 m<sup>3</sup>/s , dan debit pada tanggal 3 juli 2021 sebesar 1,05 m<sup>3</sup>/s.

### 2.4.3 Analisa Daya listrik

Untuk menghitung Analisa daya listrik yang bisa dihasilkan pada aliran air terjun srambang park data pendukung yang butuhkan adalah Debit aliran air (Q), *Head Net* (Hn), untuk Konstanta Gravitasi dan Efisiensi keseluruhan (Eff) sudah ada data bawaan dari rumus.



Tabel 2.14 Perhitungan Daya Listrik Yang Bisa Dihasilkan Pada Musim Penghujan

| No | Tanggal      | Perhitungan Daya                                                                                               |
|----|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 16 Juni 2021 | $P = 9,8 \times Q \times H_n \times \text{Eff}$<br>$= 9,8 \times 1,05 \times 3 \times 75\% = 23,15 \text{ Kw}$ |
| 2  | 17 Juni 2021 | $P = 9,8 \times Q \times H_n \times \text{Eff}$<br>$= 9,8 \times 1,4 \times 3 \times 75\% = 30,87 \text{ Kw}$  |
| 3  | 18 Juni 2021 | $P = 9,8 \times Q \times H_n \times \text{Eff}$<br>$= 9,8 \times 1,57 \times 3 \times 75\% = 34,62 \text{ Kw}$ |

Hasil study bahwasannya daya listrik yang dihasilkan pada musim penghujan tanggal 16 juni 2021 adalah 23,15 Kw, sedangkan pada tanggal 17 juni 2021 sebesar 30,87 Kw, dan pada tanggal 18 juni 2021 sebesar 34,62 Kw.

Tabel 2.15 Perhitungan Daya Listrik Yang Bisa Dihasilkan Pada Musim Penghujan

| No | Tanggal     | Perhitungan Daya                                                                                               |
|----|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 1 Juli 2021 | $P = 9,8 \times Q \times H_n \times \text{Eff}$<br>$= 9,8 \times 0,77 \times 3 \times 75\% = 16,97 \text{ Kw}$ |
| 2  | 2 Juli 2021 | $P = 9,8 \times Q \times H_n \times \text{Eff}$<br>$= 9,8 \times 0,86 \times 3 \times 75\% = 18,96 \text{ Kw}$ |
| 3  | 3 Juli 2021 | $P = 9,8 \times Q \times H_n \times \text{Eff}$<br>$= 9,8 \times 1,05 \times 3 \times 75\% = 23,15 \text{ Kw}$ |

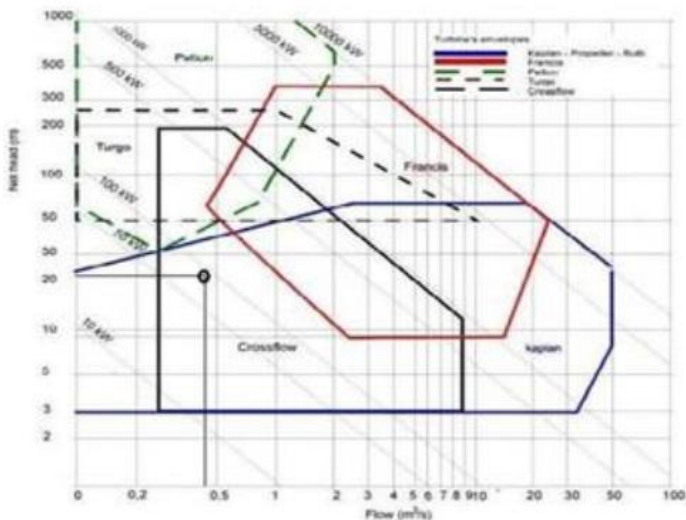
Untuk musim kemarau daya listrik yang bisa dibangkitkan pada tanggal 1 juli 2021 adalah 16,97 Kw, sedangkan pada tanggal 2 juli 2021 sebesar 18,96 Kw, dan pada tanggal 3 juli 2021 sebesar 23,15 Kw.

Dari hasil ini dapat dipastikan bahwa Air Terjun

Srambang Park mempunyai potensi untuk dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro sesuai dengan acuan yang digunakan pada tabel 2.1 klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air. Bisa dikatakan layak apabila Kapasitas daya listrik yang bisa dibangkitkan mencapai 5-100 Kw.

#### 2.4.4 Analisa Pemilihan Turbin

Pemilihan turbin dapat menggunakan data sebagai berikut yaitu data Debit aliran air, dan *Head Net*. hasil Analisa data debit rata rata untuk musim penghujan dan kemarau adalah 1,12 m<sup>3</sup>/s sedangkan *Head Net* didapatkan nilai sebesar 3 meter, dari data tersebut dimasukkan pada Grafik Pemilihan turbin dibawah ini:



Gambar 2.2 Grafik Pemilihan Turbin

Jika dilihat pada grafik pemilihan turbin, data yang didapat bisa masuk jenis turbin yaitu turbin crossflow. Maka dari itu pada PLTMH Air terjun srambang ngawi turbin yang cocok adalah tipe crossflow. Turbin ini mempunyai spesifikasi Head berkisar 3-200 meter, debit 0,03–16 m<sup>3</sup>/dt dan kapasitas 10–700 Kw serta efisiensi turbin 0,75. Turbin ini memiliki prinsip radial, dan turbin ini digolongkan turbin dengan kecepatan rendah. [5].

## 2.5 Simpulan

Berdasarkan hasil study dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Air Terjun Srambang Park memiliki potensi yang baik untuk dijadikan sumber energi alternative terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan debit sebesar 1,12 m<sup>3</sup>/s dan *Head* sebesar 3 meter.
2. Dengan debit sebesar 1,12 m<sup>3</sup>/s dengan *Head* 3 meter maka bisa dihasilkan Keluaran daya listrik sebesar 24,70 Kw
3. Turbin alternative yang tepat untuk lokasi Air Terjun Srambang Park adalah turbin crossflow karena dianggap mudah pengoprasiaannya, biaya perawatan yang tidak mahal dan juga berdasarkan perhitungan dengan menggunakan grafik.

## Referensi

- (1) Arismunandar Dan Susumumu Kuwahara, "Pembangkitan Dengan Tenaga Air", Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik, Jilid I, Pradnya Paramita, Jakarta, 2004.
- (2) <http://esdm.go.id>
- (3) <https://fortei.org/v2/standard/>
- (4) Herlina Sukmawati. (2020). *Strategi Pemasaran Ekowisata Srambang Park Ngawi Pasca Pandemi Covid 19* Herlina Suksmawati.
- (5) Notosudjono, D. 2002. *Perencanaan PLTMH di Indonesia*. BPPT. Jakarta
- (6) Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta (ID): Andi
- (7) Siti Chadijah dan Wiyoto. 2011. *Konsep Teknologi (Renewable Energi)*. Jakarta: Genta Pustaka.
- (8) Triatmodjo Bambang, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta Perum FTUGM No. 3 Seturan Caturtunggal, 2015.

## Bagian 3

# Perancangan Pengendalian Pintu Air dengan Kontroller PI pada Pembangkit Mikrohidro *Srambang Park* berbasis *Bat Algorithm*

**Irna Tri Yuniahastuti**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun

### Abstrak

Terdapat banyak wisata alam yang ada di negeri ini. Salah satu favorit yang paling diminati oleh masyarakat adalah wisata air yang berupa air terjun, sungai, waduk ataupun pemandian air panas. Di Jawa Timur khususnya kabupaten Ngawi terdapat wisata air terjun yang menawarkan panorama indah nan sejuk bagi pengunjung yaitu *Srambang Park*. Wisata air terjun ini menjadi tujuan wisatawan untuk menghabiskan waktu di akhir pekan. Selain menjadi tempat wisata, air terjun ini mampu menjadi salah satu alternatif energi terbarukan yaitu pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Terdapat beberapa permasalahan pada mikrohidro yaitu menjaga agar kecepatan, frekuensi dan tegangan pada generator stabil. Pada pembangkit mikrohidro, salah satu cara untuk mengatur frekuensi dari generator adalah pengaturan sudut bukaan katub. Sudut bukaan ini diatur secara elektrik dengan menggunakan kontroller. Pada penelitian ini didapatkan penalaan nilai kontroller PI dengan *Bat Algorithm* dengan nilai  $K_p=1,0123$  dan  $K_i= 2,789$ . Hasil respon frekuensi didapatkan hasil penalaan dengan PI-BA mendapatkan *overshoot* yang lebih kecil dan *settling time* yang lebih cepat dibandingkan dengan sistem yang tanpa kontrol.

**Kata kunci:** BA, mikrohidro, PI, settling time, srambang

### **3.1. Pendahuluan**

Pemerintah saat ini sedang menggalakkan pembangkit yang ramah lingkungan atau energi baru terbarukan. Selain air dianggap sebagai bahan bakar yang gratis, penggunaan air juga ramah bagi lingkungan sekitar. Potensi air yang melimpah di negara ini harus dimanfaatkan agar menjadi sesuatu yang dapat digunakan untuk menyejahterakan masyarakat. Pengolahan yang tepat akan membawa dampak baik dari segi materiil ataupun non materiil.

Wisata air menjadi salah satu wisata alam yang paling disukai oleh individu. Di Jawa Timur banyak sekali tempat wisata yang menjadi favorit pengunjung. Wisata air yang berupa air terjun, pantai/ sungai, waduk, pemandian air panas dan lain-lain menjadi tujuan banyak wisatawan untuk melepas penat di tengah kesibukan masing-masing. Kota Malang dan Batu menjadi wisata paling populer di kalangan wisatawan. Namun begitu, bukan berarti daerah lain kalah menawan dengan dua daerah tersebut hanya saja kurang diekspose dan banyak masyarakat yang tidak mengetahui. Salah satunya di Kabupaten Ngawi, tepatnya di Desa Girimulyo, Kecamatan Jogorogo yang berada di kawasan hutan Jogorogo dikenal dengan nama “Srambang Park”. Srambang Park Ngawi

menghadirkan suasana nyaman dengan suhu udara sejuk serta dipenuhi pepohonan sepanjang jalan menghadirkan suasana asyik dan *fresh*. Air terjun menjadi suguhan utama bagi pengunjung, selain terdapat beberapa area spot foto cantik nan kekinian.

Wisata air terjun Srambang Park mempunyai potensi yang lain selain sebagai tempat wisata yaitu menjadi media pendidikan bagi anak-anak atau masyarakat. Salah satu caranya adalah dengan cara mendirikan pembangkit listrik tenaga mikrohidro dari aliran air terjun. Untuk melakukan usulan tersebut, perlu dilakukan analisis potensi air terjun Srambang. Pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa air terjun Srambang mempunyai potensi yang baik untuk dijadikan alternatif energi terbarukan PLTMH dengan debit sebesar  $1,12 \text{ m}^3$  dengan *head* sebesar 3 meter. Dengan debit dan *head* tersebut maka mampu dihasilkan output dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro sebesar 24,7 kW.

Permasalahan pada pembangkit mikrohidro yang utama adalah bagaimana menjaga agar kecepatan, frekuensi dan tegangan generator dalam keadaan konstan/ stabil [1]. Diperlukan strategi untuk mengatasi dan melakukan pengendalian bila terjadi gangguan dan sistem menjadi tidak stabil maka sistem pengendali harus

dapat mengembalikan sistem dalam keadaan stabil dengan cepat dan handal. Terdapat 2 jenis pengendalian output generator yaitu pengaturan mekanik dan pengaturan elektrik [2]. Pada pengaturan mekanik terdapat beberapa bagian yaitu mekanik (*gate limit, speed level control, speed droop control*) dan governoor. Pada pengaturan elektrik terdapat beberapa bagian yaitu generator (generator sinkron dan asinkron), kontroller (Analog dan digital), teknik kontrol (P, PI, PID Fuzzy, NN, dan kecerdasan yang lain).

Pada mikrohidro umumnya output generator diatur oleh pintu air yang bertugas mengatur jumlah air yang akan mengalir pada turbin. Besarnya sudut pada pembukaan katub dapat diatur untuk mendapatkan output generator yang diinginkan [3]. Pada penelitian ini hanya dibahas mengenai pengaturan elektrik. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, setelah didapatkan data-data potensi air terjun Srambang dapat dijadikan sebagai alternatif energi terbarukan, maka pada penelitian membahas tentang usulan perancangan pengaturan pintu air menggunakan kontroller PI pada pembangkit mikrohidro Srambang Park.

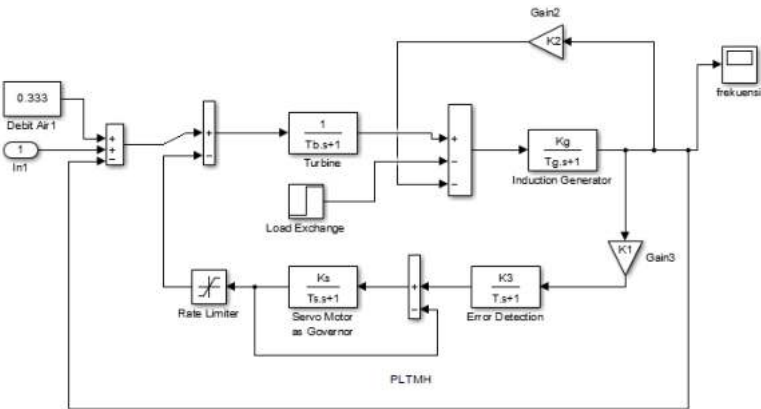


3.2. Plant yang diusulkan

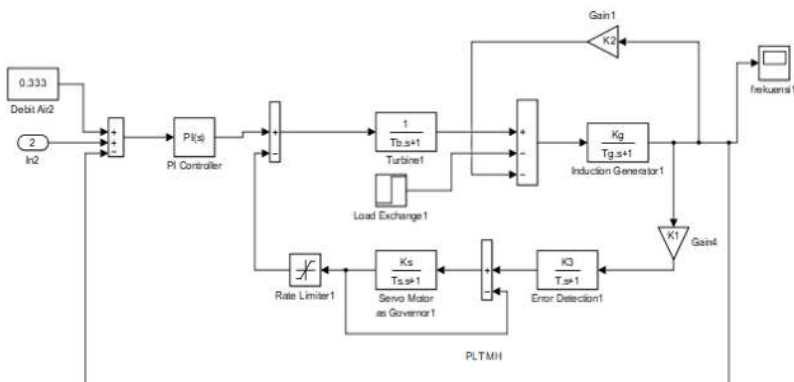
Untuk pembangkit mikrohidro dengan kapasitas sebesar 24,7 kW, maka rancangan peralatan yang dapat digunakan untuk perancangan pembangkit tersebut antara lain [4]:

| Tipe      | Keterangan                       |
|-----------|----------------------------------|
| Turbin    | Cross flow                       |
| Generator | Sinkron/ brushless               |
| Kontrol   | ELC (Electronic Load Controller) |

Spesifikasi data generator yang digunakan [5] dengan asumsi daya output generator yang dihasilkan hampir sama. Perancangan pembangkit mikrohidro ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Simulasi dilakukan pada Simulink Matlab.



Gambar 1. Pemodelan pembangkit mikrohidro



Gambar 2. Pemodelan pembangkit mikrohidro dengan kontrolller PI

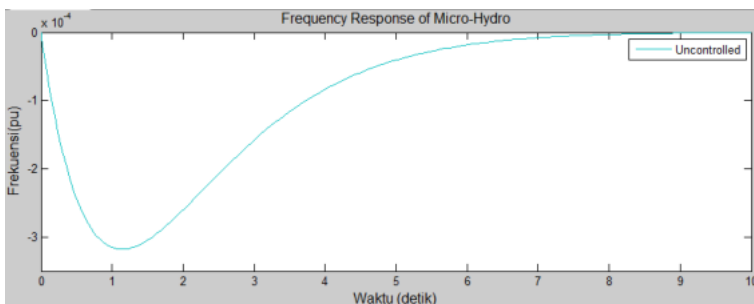
### 3.3. Hasil dan Analisa

Pemodelan simulasi mikrohidro dengan menggunakan Matlab pada simulink. Hasil penalaan controller PI ditunjukkan pada Tabel 1.

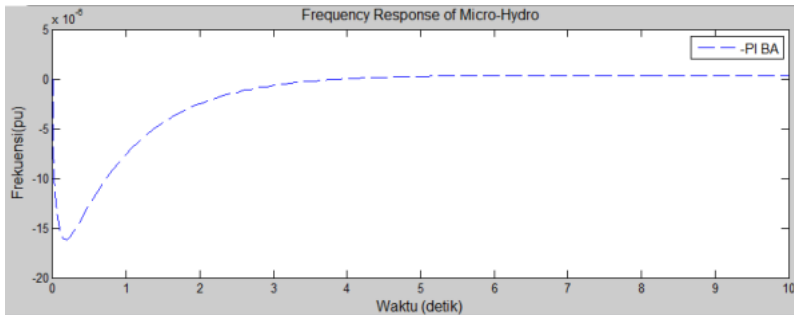
Tabel 1. Hasil penalaan nilai PI

|       |        |
|-------|--------|
| $K_p$ | 1,0123 |
| $K_i$ | 2,789  |

Respon frekuensi pada pembangkit mikrohidro ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Simulasi pembangkit mikrohidro tanpa kontrol



**Gambar 4.** Simulasi pembangkit mikrohidro dengan PI-BA

### 3.4. Penutup

Pemodelan pembangkit mikrohidro pengendalian pintu air dengan pengaturan sudut bukaan pada katub yang diatur dengan kontroller PI berbasis Bat Algorithm didapatkan nilai  $K_p=1,0123$  dan nilai  $K_i = 2,789$ . Berdasarkan respon frekuensi mikrohidro didapatkan bahwa dengan menggunakan kontroller PI BA didapatkan *settling time* yang lebih baik daripada tanpa kontrol. Dan nilai amplitudo dengan kontroller PI-BA juga lebih kecil dibandingkan dengan tanpa kontrol.

## Referensi

- (1) Soedibyo and H. Suryoatmojo, "Desain Kendali Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro berbasis Improved Particle Swarm Optimization," in *SENTIA*, Malang, 2016.
- (2) R. R. Singh, B. A. Kumar, D. Shruthi, R. Panda and C. T. Raj, "Review and experimental illustration of electronic load controller used in standalone Microhydro generating plants," *Engineering Sciece and Technology and Internatioanl Journal*, vol. 21, pp. 880-900, 2018.
- (3) A. Nur, Herlambang and I. Robandi, "Desain Kontroller PI untuk Pengendalian Pintu Air pada pembangkit tenaga mikrohydro menggunakan Particle Swarm Optimization," 2014.
- (4) T. Penyusun, "Pedoman Teknis Standar Peralatan dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)," Jakarta, Departemen Energi dan Sumber daya Mineral, 2008.
- (5) I. T. Yuniahastuti and C. Sari, "Pengaturan pada Pembangkit Mikrohidro menggunakan PID-NBA (Novel Bat Algorithm)," in *Seminar Nasional Teknoloi Informasi dan Ilmu Komputer (SEMASTER)*, Riau, 2020.

## Bagian 4

# ***Mobile Robot Pemantau Area berbasis Arduino dan IoT menggunakan ESP 32 Cam dan PIR Detector***

**Bayu Fandidarma**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun

### **Abstrak**

Bencana gempa bumi seringkali terjadi pada beberapa daerah di Indonesia dan tim evakuasi pasca bencana telah berusaha sedemikian keras untuk mencari dan menyelamatkan warga masyarakat yang terdampak sebelum menjadi korban. Dalam pelaksanaan evakuasi sering ditemukan keadaan-keadaan tertentu dimana tim evakuasi mengalami kendala untuk masuk ke area tersebut untuk menjalankan tugasnya. Hal ini dikarenakan tempatnya sempit, sulit dilalui manusia normal, rawan rubuh jika disentuh, dan keadaan-keadaan lain yang sejenis. Hal ini menjadi suatu permasalahan karena mungkin saja terdapat warga yang terjebak pada area tersebut. Jika warga tersebut bisa segera diselamatkan saat *golden-time*, maka besar kemungkinan akan meminimalisir korban yang meninggal. Oleh karena itu, kami melakukan suatu penelitian demi dapat menjawab kendala tersebut. Kami membangun suatu robot yang dapat bergerak (*mobile robot*) dan dapat melakukan fungsi pemantau area dengan berbasis arduino dan IoT menggunakan modul ESP 32 Cam dan PIR Detector. *Mobile robot* ini dikendalikan menggunakan piranti yang memiliki konektifitas WiFi sehingga dapat dioperasikan sejauh  $\pm 10$  meter dari pengguna. Dari piranti tersebut pengguna dapat mengatur arah gerak robot dan memantau kondisi

di depan robot secara *real-time*. Dengan adanya *mobile robot* ini akan memudahkan tim evakuasi untuk masuk ke area-area yang sulit dijangkau dan melakukan pencarian warga yang terjebak untuk kemudian dapat diselamatkan segera. Hal ini dapat meningkatkan kemungkinan selamatnya para korban yang terjebak pada reruntuhan bangunan saat bencana gempa bumi melanda.

**Kata kunci:** ESP 32 *Cam*, IoT, *mobile robot*, PIR *detector*, WiFi

#### **4.1. Pendahuluan**

Indonesia adalah salah satu negara di dunia yang (paling) rawan akan gempa bumi. Hal ini dikarenakan letak negara Indonesia yang berada di atas persimpangan tiga jalur lempeng tektonik yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia memiliki kecenderungan untuk bergerak ke utara menuju lempeng Eurasia, sedangkan lempeng Pasifik cenderung bergerak ke barat. Pergeseran dan saling tabrak antar lempeng tektonik ini menghasilkan suatu fenomena yang kita sebut dengan gempa bumi.

Bencana gempa bumi yang sering kali terjadi di Indonesia banyak menimbulkan kerugian dan kerusakan secara menyeluruh baik secara material maupun immaterial. Gempa bumi dapat merubuhkan berbagai macam bangunan sehingga mengakibatkan kehidupan warga terdampak terganggu dan kesulitan dalam proses

evakuasi korban. Para korban sulit dievakuasi karena posisi korban yang tersembunyi, sulit dijangkau manusia dan korban tidak dapat melakukan komunikasi secara normal.

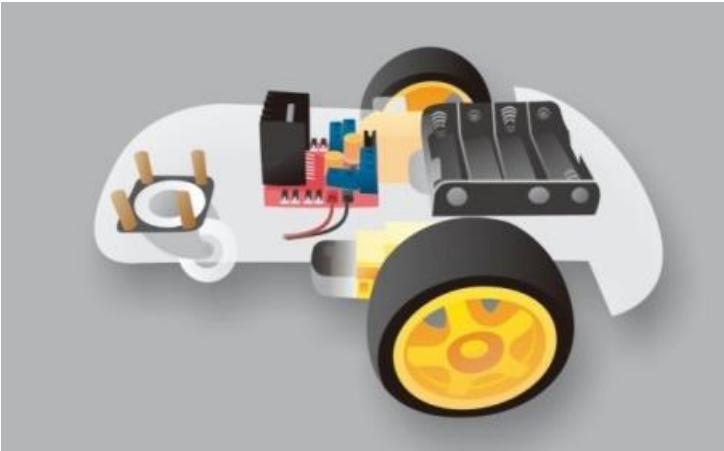
Sebagai bagian dari generasi yang Cerdas dan Kompetitif, maka kami perlu melakukan suatu penelitian untuk menjawab tantangan dan menyelesaikan masalah demi terciptanya Indonesia Tangguh dengan pemanfaatan Teknologi Tepat Guna berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mengatasi permasalahan pencarian korban bencana yang telah dijelaskan sebelumnya. Maka dari itu disusunlah suatu *mobile robot* yang memiliki fungsi memantau suatu area dengan menggunakan modul ESP 32 *Cam* dan sensor PIR.

## **4.2. Deskripsi Komponen Penyusun**

### **4.2.1. *Mobile Robot***

*Mobile robot* dibangun dengan menggunakan driver L298N sebagai penggerak 2 motor DC, 2 roda yang terpasang pada motor DC, satu roda bantu yang terletak di bagian depan, 2 buah sensor PIR yang dipasang pada bagian muka kanan dan kiri, menggunakan modul ESP 32 *Cam* sebagai kontroler utama dan ditenagai oleh 4 baterai 18650. Di bawah ini telah diberikan ilustrasi *mobile robot* yang akan dibangun.



Ilustrasi *mobile robot*

#### 4.2.2. ESP 32 *Cam* dan IoT

Modul ESP 32 *Cam* adalah modul lengkap yang memiliki fungsi kontroler pada chip ESP32-S layaknya Arduino, tersedia fitur konektifitas via WiFi, terdapat slot kartu memory eksternal dan kamera OV2640 lengkap dengan lampu flash yang berfungsi menangkap gambar bahkan dalam keadaan gelap sekalipun. Penampakan modul ESP 32 *Cam* ditunjukkan pada gambar di bawah.



Modul ESP 32 *Cam*



Internet untuk Segala-(nya) (*Internet of Things*, atau disingkat IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dan fungsi dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. IoT juga menggambarkan objek fisik (atau beberapa kelompok objek sejenis) yang disematkan dengan sensor (*transducer*), kontroler, perangkat lunak, dan teknologi lainnya, yang menghubungkan dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui internet, wifi, *bluetooth* atau jaringan komunikasi lainnya. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote data acquisition*, *monitoring* jarak jauh secara *real-time*, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, dan berbagai peralatan lainnya, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor (*transducer*) yang tertanam dan selalu aktif.

Di dalam modul ESP 32 *Cam* tersedia layanan konektivitas via WiFi sehingga memungkinkan piranti apapun yang terkoneksi pada modul tersebut via WiFi dapat mengamati, mengendalikan dan mengatur aktifitas *mobile robot* secara *real-time*. Hal inilah yang memungkinkan *mobile robot* untuk mengimplementasikan konsep IoT dalam menjalankan aktifitasnya.

#### 4.2.3. PIR Detector

Sensor PIR (*Passive Infra-Red*) adalah sensor elektronik yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya *infra-red* (IR) yang memancar dari suatu objek di bidang pandangnya. Alat ini paling sering digunakan dalam *motion detector* berbasis PIR. Sensor PIR mendeteksi berbagai macam gerakan, tetapi tidak memberikan informasi tentang siapa atau apa yang bergerak. Sensor PIR biasanya disebut hanya "PIR", atau kadang-kadang "PID", untuk "*Passive Infra-Red Detector* (PIR Detector)". Istilah *passive* mengacu pada fakta bahwa perangkat PIR tidak memancarkan energi secara aktif untuk melakukan fungsi deteksi. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan atau dipantulkan dari suatu objek. Penampakan modul PIR Detector ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.



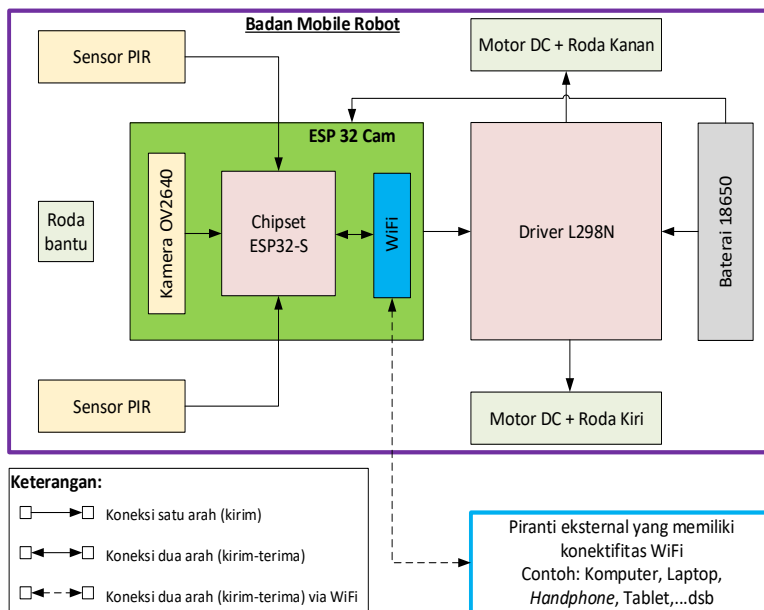
Modul PIR Detector

Modul PIR Detector akan dipasang sebanyak 2 buah pada bagian muka kiri dan kanan *mobile robot* dengan tujuan menambah daya jangkau dan ketelitian dalam

mendeteksi radiasi gelombang infra merah dari lingkungan didepannya. PIR *Detector* akan menangkap gerakan dari manusia dengan cara penyetelan kepekaan sensor PIR pada program yang tertanam di chipset ESP32-S. Hasil tangkapan sensor PIR akan berbeda-beda tergantung dari objek yang bergerak di depannya. Maka dari itu harus dilakukan segmentasi khusus supaya sensor PIR hanya bereaksi ketika mendeteksi gerakan manusia di sekitarnya.

#### 4.3. Cara Kerja *Mobile Robot*

Konfigurasi pembangunan *mobile robot* dijelaskan pada skema gambar di bawah ini.

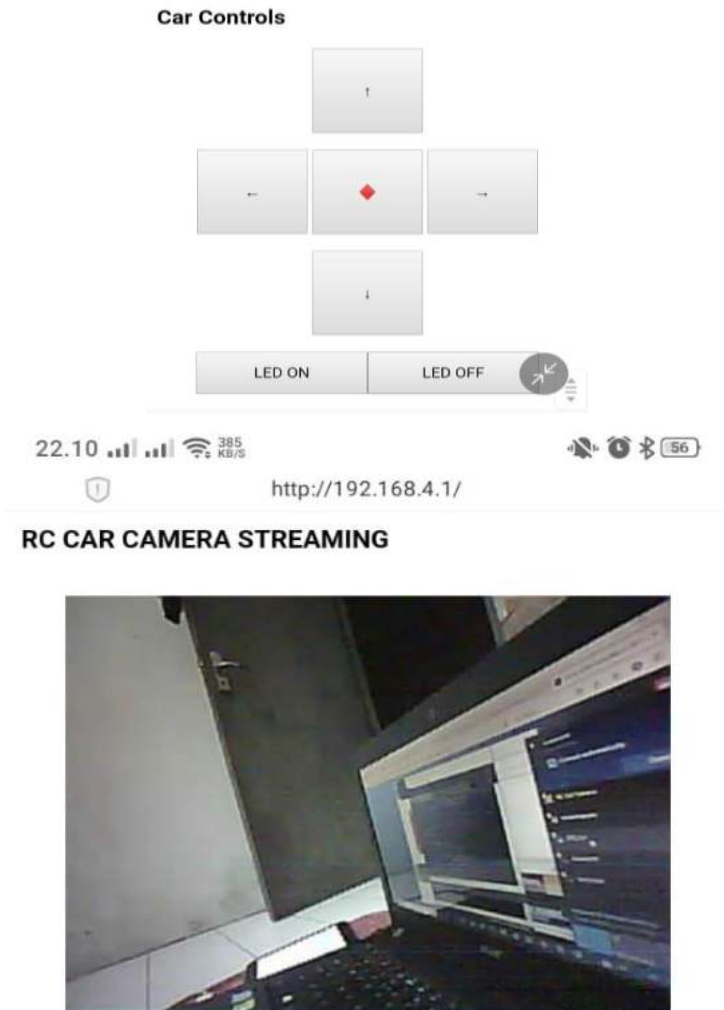


Konfigurasi pembangunan *mobile robot*

Kamera OV2640 dan sensor PIR akan senantiasa melihat dan mengawasi lingkungan didepannya selama *mobile robot* bergerak. *Mobile robot* dapat bergerak maju, mundur, belok kanan dan kiri karena peran dari driver L298N yang mengatur pergerakan roda kanan dan kiri melalui motor DC. Semua sinyal masuk dari sensor, kamera serta informasi dari WiFi dan sinyal perintah keluar ke driver L298N maupun ke luar *mobile robot* via WiFi diatur oleh chipset ESP32-S. Program ditulis dan ditanam pada chipset ESP32-S ini. Sumber tenaga *mobile robot* berasal dari 4 buah baterai 18650. Baterai ini akan menyediakan daya langsung kepada ESP 32 *Cam* dan driver L298N.

Piranti eksternal dapat tersambung dengan *mobile robot* melalui WiFi. Setelah koneksi tersambung, maka piranti eksternal dapat mengakses *mobile robot* dengan cara memasukkan alamat IP modul ESP 32 *Cam* pada browser yang tersedia dalam piranti eksternal. Jika sudah terbuka, maka pengguna dapat mengakses panel kendali robot dan melihat hasil gambar yang ditangkap beserta hasil bacaan sensor PIR. Penampakan panel

kontrol dan hasil bacaan kamera dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Penampakan panel kontrol dan hasil bacaan kamera

#### 4.4. Penutup

Tujuan utama dibangunnya *mobile robot* ini adalah memudahkan dan memberi alternatif cara lebih aman bagi tim evakuasi dalam upaya mencari dan menyelamatkan korban bencana gempa bumi. Jadi tim evakuasi tidak perlu membahayakan dirinya sendiri ketika menemui keadaan yang sulit dijangkau manusia normal. Maka dapat menggunakan *mobile robot* ini sebagai gantinya. Proses pencarian tetap dapat dilakukan saat *golden-time*, tidak memiliki resiko tinggi dan harga *mobile robot* cenderung murah sehingga mudah diganti baru jika terjadi kerusakan.

Dalam pembangunan *mobile robot* ini masih banyak menyimpan banyak potensi untuk dikembangkan selanjutnya. Bisa dengan menambah macam-macam sensor, memasang pelindung pada badan *mobile robot* supaya lebih tahan tabrakan, mengganti roda dengan alat gerak yang lebih fleksibel, meningkatkan kualitas jaringan komunikasi sehingga tidak hanya gambar dan video saja yang bisa ditransmisikan tetapi suara pun juga dapat ditransmisikan secara *real-time*. Pengembangan ini perlu dilaksanakan supaya semakin meningkatkan bantuan dan dukungan kami kepada masyarakat yang membutuhkan. Hal ini semua adalah ikhtiar kita semua demi terciptanya Indonesia Tangguh.

## Referensi

- (1) Isrofi, A., Utama, S. N., & Putra, O.V. (2021). Rancang Bangun Robot Pemotong Rumpuk Otomatis menggunakan *Wireless* Kontroler Modul ESP32-Cam berbasis *Internet of Things* (IoT). *Jurnal Teknoinfo*, 15(1), 45.
- (2) Fandidarma, B. (2021). Rancang Bangun Mobil *Remote Control* Pemantau Area berbasis IoT menggunakan ESP 32 Cam. *ELECTRA: Electrical Engineering Articles*, 2(1).
- (3) Sugiharto, A. (2019). Rancang Bangun Robot Pengintai dengan Kendali Android. *Statistical Field Theory*, 53(9), 1689–1699.
- (4) Widiyanto, A. & Nuryanto, N. (2016). Rancang Bangun Mobil *Remote Control* Android dengan Arduino. *Creative Information Technology Journal*, 3(1), 50.
- (5) Helen Smyth et al. (2005). East Java: Cenozoic Basins, Volcanoes and Ancient Basement. *Indonesia Petroleum Association, Proceeding Ann.Conv. 30<sup>th</sup>*.
- (6) Budiyan, Sri., et al. (2003). The Collision of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon occurrences in the East Java Basin. *Indonesian Petroleum Association, Proceeding Ann.Conv.29<sup>th</sup>*.
- (7) BMKG, inaTEWS. [http://inatews2.bmkg.go.id/new/tentang\\_eq.php](http://inatews2.bmkg.go.id/new/tentang_eq.php). Diakses pada 2 Nopember 2021.
- (8) Geoenviron, G. <https://geoenviron.wordpress.com/2014/11/24/tektonik-pulau-jawa/>. Diakses pada 20 Nopember 2021.
- (9) Wikipedia, W. [https://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_infrared\\_sensor](https://en.wikipedia.org/wiki/Passive_infrared_sensor). Diakses pada 20 Nopember 2021.

- (10) Wikipedia, W. [https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things). Diakses pada 20 Nopember 2021.
- (11) Wikipedia, W. [https://id.wikipedia.org/wiki/Internet\\_untuk\\_Segala](https://id.wikipedia.org/wiki/Internet_untuk_Segala). Diakses pada 20 Nopember 2021.



## Bagian 5

# Perancangan Logika Fuzzy untuk Proses Pengaturan Suhu Otomatis Menggunakan Matlab Simulink

Churnia Sari

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun

### Abstrak

Kontroler Fuzzy merupakan salah satu logika dari Artificial Intelligence yang banyak sekali digunakan pada alat-alat industri rumah tangga maupun industri-industri besar lainnya. Oleh karena itu dalam pembelajaran pada mata kuliah teknik, artificial intelligence menjadi topik yang tidak pernah dilewatkan, terlebih AI banyak sekali menunjang keberhasilan dalam menyongsong industri 4.0 dan 5.0. Tidak hanya diajarkan dalam bentuk teori, perancangan kontroler AI dalam real implementasi maupun simulasi menjadi sangat penting agar para mahasiswa lebih memahami dan mampu mengaplikasikan AI nantinya. Dalam bagian ini, diberikan contoh perancangan Fuzzy Mamdani sebagai pengatur suhu pada heater. Hasil dari implementasi tersebut fuzzy dapat mengeluarkan output suhu yang stabil dengan error *steady state* 0.02%.

**Kata kunci:** *artificial intelligence*, fuzzy, heater, simulink

### 5.1. Pendahuluan

Pada saat ini kemajuan industri teknologi menjadi bahan utama kajian para engineer. Seluruh negara maju dan adidaya di dunia berlomba-lomba menguatkan seluruh lini teknologi mereka. Seluruh industri-industri komersil juga mengalami update teknologi dalam

hardware maupun sofwarenya.Todal hanya industri komersil, kemajuan teknologi bahkan sudah merambah ke dunia keseharan dan juga pertahanan serta keamanan negara[1].

Sangat penting bagi seluruh negara di dunia, untuk mampu menghadapi adanya tantangan kemajuan teknologi yang begitu pesat terutama sejak munculnya industri 4.0 beberapa tahun yang lalu diberbagai belahan dunia [2]. Keberhasilan industri 4.0 sangat ditunjang salah satunya oleh adanya implementasi Artificial Intelegent yang begitu masif pada industri-industri di seluruh dunia [3].

Hal tersebut, dapat dibuktikan dengan banyaknya jurnal dan penelitian yang menyatakan bahwa teknologi Artificial Intelegent mampu menunjang kemajuan di banyak bidang industri *software* maupun *hardware* [4]. Penelitian juga terus menerus dikembangkan bahkan sampai sekarang, karena bagi para programmer, AI memiliki kelebihan yang sangat spesifik dan merupakan teknologi yang paling mendekati kecerdasan manusia [5]. Oleh karena itu AI atau kecerdasan buatan menjadi salah satu mata kuliah wajib dalam rumpun bidang Teknik. Adanya mata kuliah AI dalam kurikulum diharapkan mampu membuat mahasiswa lebih siap dalam

menghadapi tantangan teknologi yang dalam beberapa tahun terakhir ini berkembang dengan sangat cepat[6].

Salah satu alasan dari adanya penulisan bagian ini merupakan agar mahasiswa mampu memahami AI dengan baik. AI yang diimplementasikan dalam bagian ini adalah logika Fuzzy. Logika Fuzzy telah banyak sekali dikembangkan untuk berbagai macam industri. Dalam bagian ini logika fuzzy akan digunakan sebagai pengatur suhu otomatis dari *heater* sederhana. Sehingga *heater* mampu memberikan output suhu sesuai dengan yang diinginkan oleh penulis. Pengaturan suhu pada *water heater* sudah banyak dikembangkan, namun kontroler yang digunakan pada umumnya adalah kontroler konvensional (PID) [7]. Sehingga dalam bagian ini penulis mencoba untuk menerapkan jenis kontroler yang lain.

## **5.2. Logika Fuzzy**

Logika Fuzzy merupakan salah satu logika Artificial Inteligent yang dikemukakan oleh Prof. Lofti A. Zadeh ke dunia. Logika ini dibuat untuk menyempurnakan logika biner yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1 dan 0. Adanya logika fuzzy mampu memberikan nilai tengah diantara 1 dan 0. Jika logika biner hanya mampu memberikan nilai Iya dan Tidak, maka logika fuzzy mampu memberikan jawaban antara iya dan tidak. Oleh karena itu logika fuzzy

dipandang cukup menyerupai logika manusia, yang mampu memberikan jawaban tegas dan tidak tegas. Karena kelebihan tersebut, fuzzy banyak digunakan pada sistem-sistem yang tidak bisa diprediksi perilakunya, dengan diterapkan logika ini diharapkan fuzzy mampu memberikan *output* perilaku terbaik dengan lebih halus. Ada 3 macam metode logika Fuzzy yang sering digunakan [8]:

### **1. Fuzzy Inference System Tsukamoto**

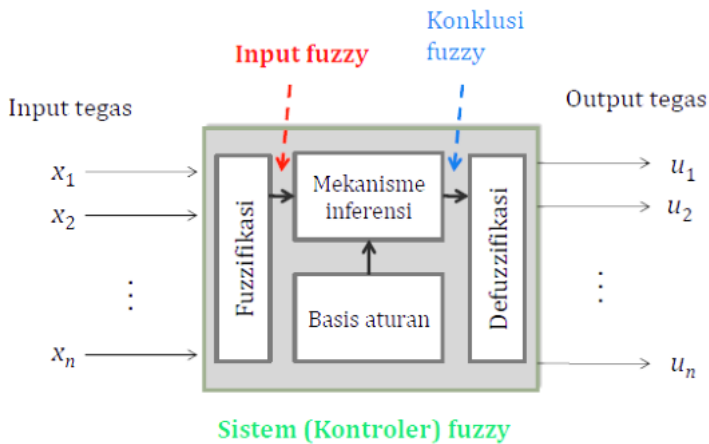
Pada metode ini Logika Fuzzy memiliki nilai *input* dan *output* berupa himpunan Fuzzy. Sedangkan metode defuzzifikasinya menggunakan metode *Center of Average*.

### **2. Fuzzy inference System Sugeno**

Pada metode ini logika Fuzzy, *input* berupa himpunan fuzzy sedangkan *output* berupa nilai linear. Penentuan nilai defuzzifikasi bisa menggunakan *center of gravity*

### **3. Fuzzy Inference System Mamdani**

Pada metode ini Logika Fuzzy ini, nilai input dan outputnya berupa himpunan fuzzy. Sedangkan metode defuzzifikasi yang digunakan adalah *center of gravity*.



### Inti Kontroler Fuzzy

Inti dari logika fuzzy dapat dilihat pada Gambar di atas, dimana dalam kontroler fuzzy 4 hal tersebut harus ada dan harus memiliki pengetahuan yang tepat dari pakar agar dapat menghasilkan output yang tepat. Dalam kontroler fuzzy, Inference fuzzy memegang peran yang sangat vital sebagai pengambil keputusan atas segala informasi yang sudah dihimpun Berikut adalah pengertian secara singkat bagian-bagian dari kontroler fuzzy, yaitu fuzzifikasi, *rule base*, dan defuzzifikasi:

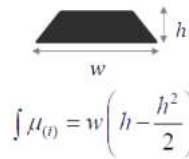
1. Fuzzifikasi adalah proses pengubahan input sebenarnya kedalam bentuk input lain, yang memudahkan proses inferensi fuzzy, atau proses pemetaan input sistem ke dalam bentuk (input) himpunan fuzzy.

2. *Rule Base* (Basis Aturan) pada dasarnya adalah dasar penalaran. Dimana dalam bagian ini berisi kuantifikasi logika fuzzy dari pakar, agar fuzzy dapat memberikan hasil terbaik. Dalam pembentukan rulebase fuzzy ada dua hal penting yang harus diperhatikan yaitu: Kuantitasi dan Himpunan Fuzzy. Penentuan dua hal ini sangat berpengaruh pada proses *inference fuzzy*.
3. Defuzzifikasi adalah proses pengubahan data dari output fuzzy ke dalam bentuk output numerik yang disesuaikan dengan output yang bisa dikenali oleh sistem/plan. Proses Defuzzifikasi dari masing-masing kontroler Fuzzy bisa berbeda-beda tergantung metode yang diterapkan. Berikut adalah metode defuzzifikasi yang biasa digunakan pada kontroler Fuzzy:

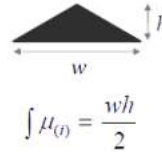
- a. *Center of Gravity*

Metode ini cukup populer digunakan, proses defuzzifikasi menggunakan metode center of gravity biasa digunakan pada fuzzy tipe takagi Sugeno dan Mamdani. Proses perhitungan *output*-nya dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

$$\mu^{tegas} = \frac{\sum_i b_i \int \mu_{(i)}}{\sum_i \int \mu_{(i)}} \quad \begin{array}{l} b_i: \text{ titik tengah fungsi keanggotaan} \\ \int \mu_{(i)}: \text{ area di bawah fungsi keanggotaan } \mu_{(i)} \end{array}$$



$$\int \mu_{(i)} = w \left( h - \frac{h^2}{2} \right)$$



$$\int \mu_{(i)} = \frac{wh}{2}$$

Defuzzifikasi metode *Center of Gravity*

b. *Center-(weighted) average*:

*Center Weighted Average* merupakan nilai rata-rata berbobot dari nilai tengah fungsi keanggotaan *output*. Formulasi ini bisa terbilang cukup mudah namun Penggunaan metode *Center-Average* mempunyai syarat khusus yaitu fungsi keanggotaan himpunannya harus simetris.

$$\mu^{tegas} = \frac{\sum_i b_i \mu_i}{\sum_i \mu_i}$$

$b_i$ : titik tengah fungsi keanggotaan

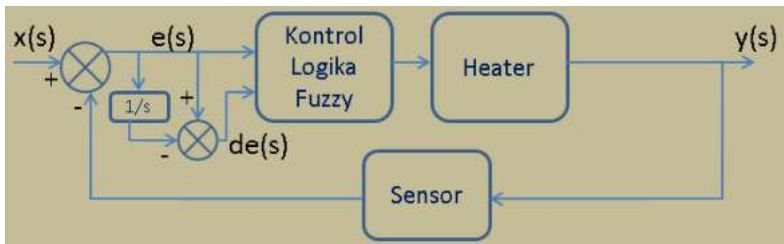
$\mu_i$ : nilai bobot tiap aturan (hasil aplikasi operator fuzzy)

Defuzzifikasi metode *Center-(weighted) average*

### 5.3. Perancangan Kontroler Fuzzy

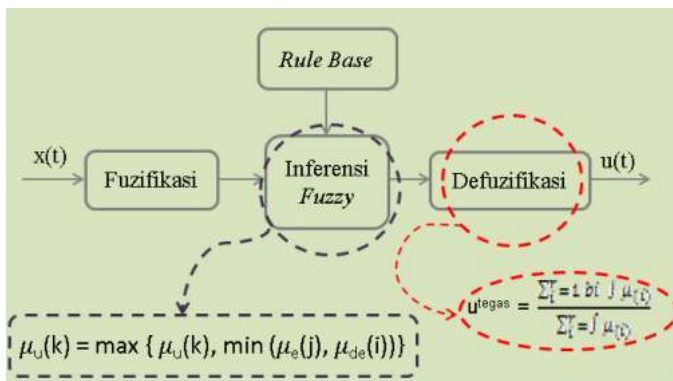
Dalam penelitian ini ini Metode fuzzy yang digunakan adalah Fuzzy Mamdani. Kontroler Fuzzy akan digunakan sebagai pengatur suhu pada *heater*. Dalam

kasus ini pengontrolan suhu diperlukan agar *heater* dapat menghasilkan suhu tertentu sesuai dengan keinginan penulis. Sebagai contoh jika *heater* akan digunakan untuk proses pasteurisasi maka *heater* harus mampu menghasilkan suhu sesuai dengan kriteria pasteurisasi. Secara keseluruhan sistem yang dibangun adalah seperti dibawah ini:



Sistem Kontrol *Close Loop* Pengaturan Suhu menggunakan Kontroler Fuzzy

Dengan sistem kontroler Fuzzi yang digunakan adalah Fuzzy Mamdani dengan proses inferensi menggunakan metode inferensi fuzzy, max, min serta metode defuzzifikasi center of gravity seperti gambar berikut.



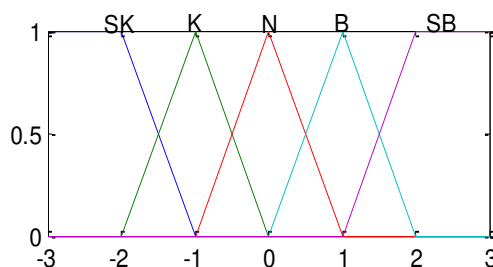
Perancangan Kontroler Fuzzy yang digunakan



Kontroler yang dirancang memiliki dua masukan dan satu keluaran. Dua masukan berupa *error* dan selisih *error*, sedangkan keluarannya berupa sinyal kontrol. Himpunan *fuzzy* untuk masukan dan keluaran menggunakan semesta pembicaraan dari -2 sampai dengan 2, dengan 5 fungsi keanggotaan yang dinyatakan dalam linguistik SK (Sangat Kecil), K (Kecil), N (Nominal), B (Besar), dan SB (Sangat Besar). Parameter untuk setiap linguistik dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan untuk fungsi keanggotaan dapat dilihat pada gambar di bawahnya:

Tabel 1. Parameter linguistik

| SK = 1  | K = 2     | N = 3    | B = 4   | SB = 5 |
|---------|-----------|----------|---------|--------|
| [-2 -1] | [-2 -1 0] | [-1 0 1] | [0 1 2] | [1 2]  |



Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy yang digunakan

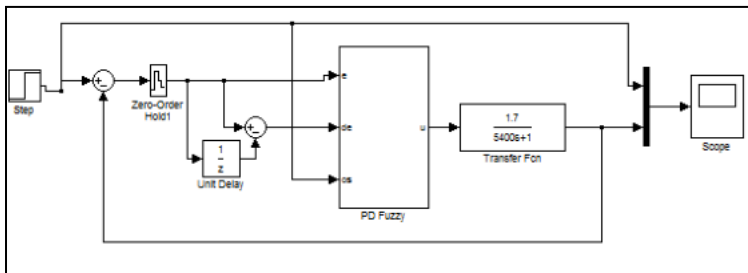
*Rule base* Mamdani yang diterapkan pada proses pengaturan suhu dalam penelitian ini adalah seperti pada gambar dibawah ini. Rule base tersebut digunakan sebagai pembentuk basis aturan fuzzy *If...Then...* yang nantinya digunakan pada proses inferensi fuzzy.

|            |   | E |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|
|            |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $\Delta E$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
|            | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|            | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|            | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |
|            | 5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 |

Rule Base Mamdani yang digunakan

#### 5.4. Hasil dan Penutup

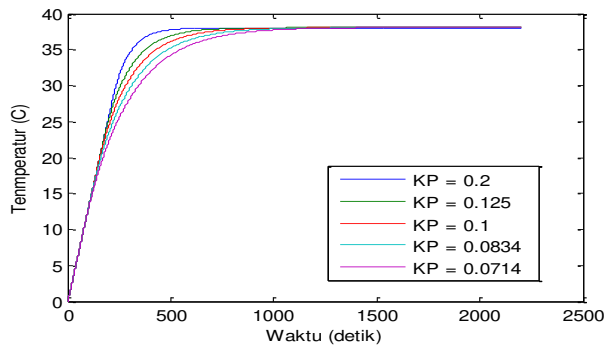
Hasil dari penelitian ini kontroler fuzzy mampu bekerja dengan baik dalam simulasi yang digunakan melalui matlab Simulink.



Simulasi Simulink Kontroler Fuzzy

Dalam simulasi ini Kontrol Logika Fuzzy memiliki 3 *gain*, yaitu *gain* sinyal *error* ( $K_p$ ), *gain* sinyal *delta error* ( $K_d$ ) dan *gain* sinyal kontrol ( $K_u$ ). *Gain*  $K_p$  diubah-ubah nilainya untuk menentukan kecepatan respon sistem dan kestabilannya, sedangkan *gain*  $K_d$  dan  $K_u$  bernilai tetap. Pada pemanasan air susu sapi memerlukan waktu yang cukup lama, dan kenaikan temperatur dari pemanasan air tidak akan lebih dari  $1^\circ\text{C}$ , sehingga nilai *delta error* tidak

akan lebih dari satu, maka nilai *gain* Kd adalah 1, sedangkan untuk *gain* Ku bernilai 100, di mana nilai ini diambil dari titik didih air 100°C. Tuning nilai P pada kontroler Fuzzy dalam penelitian ini diperoleh dengan metode *trial and error*, namun metode ini tidak direkomendasikan karena akan membutuhkan waktu lebih lama, akan lebih baik jika tuning nilai PD nya dapat dihitung secara matematis. Berikut adalah gambar output sistem dengan nilai Gain Kp yang berbeda-beda:

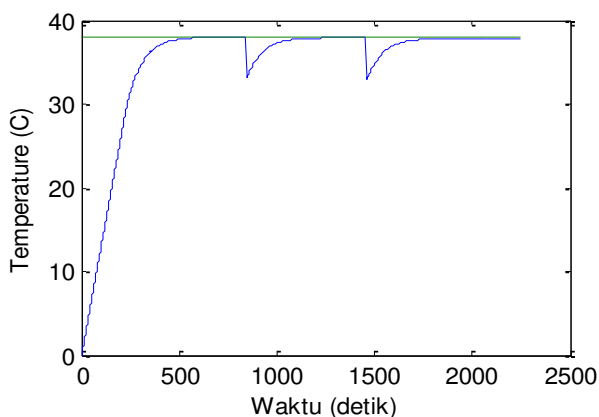


*Output Suhu dari Kontroler Fuzzy dengan Gain Kp yang disesuaikan*

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa Gain Kp yang dapat bekerja paling baik adalah 0.125 dengan respon time paling cepat dan menghasilkan zero offset. Meskipun Gain 0.2 menghasilkan respon time lebih cepat namun Gain ini menimbulkan nilai *offset* yang cukup besar, sedangkan Gain Kp 0.125 tidak menghasilkan nilai *offset*. Input suhu

yang diberikan adalah 38°C dan dari hasil simulasi fuzzy mampu mencapai nilai 38°C sesuai dengan *input*-nya.

Ada beberapa kendala ketika sistem diberi beban/gangguan, maka akan ada sedikit *error steady state*, namun fuzzy mampu mengembalikan kestabilan sistem dalam waktu yang singkat. Gangguan yang diberikan pada pengujian simulasi kontroler fuzzy ini adalah berupa sinyal konstan. Gangguan diberikan beberapa saat setelah sistem mencapai *steady state*. Sinyal konstan yang diberikan bernilai 2, lalu ditunggu sampai respon *steady state* kembali. Setelah sistem *steady state*, diberi gangguan lagi dengan nilai 4. Dua gangguan ini diberikan secara bertahap. Gangguan yang diberikan ini bernilai random untuk sekedar untuk menguji kestabilan sistem ketika telah mencapai kondisi *steady state*. Hasil dari adanya beban berupa sinyal konstan tersebut akan membuat temperature mengalami penurunan sekitar 2°C sampai dengan 4°C.



Output kontroler Fuzzy ketika diberi beban/gangguan

Dari sini dapat disimpulkan bahwa kontroler *fuzzy* mampu memberikan respon waktu yang cukup cepat untuk mencapai kondisi stabil atau untuk mencapai output yang diinginkan. Waktu transien yang dibutuhkan oleh kontroler *fuzzy* untuk kembali ke keadaan *steady state* saat *plant* diberi gangguan, tidak jauh berbeda dengan waktu transien yang dibutuhkan ketika *plant* tanpa gangguan. Perbedaan waktu ini tidak signifikan. Akan tetapi pada setiap pemberian gangguan terjadi penurunan nilai *steady state*. Semakin bertambah gangguan, maka nilai *steady state* sistem juga semakin menurun. Kontrol Logika Fuzzy pada sistem ini dapat bekerja dengan baik dan hanya menghasilkan *error steady state* sekitar 0.02%

## Referensi

- [1] Jamaludin, J., Purba, R. A., Effendy, F., Muttaqin, M., Raynonto, M. Y., Chamidah, D.,... & Puspita, R. (2020). *Tren Teknologi Masa Depan*. Yayasan Kita Menulis.
- [2] Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394

- [3] Yogaswara, R. (2019). Artificial Intelligence Sebagai Penggerak Industri 4.0 dan Tantangannya Bagi Sektor Pemerintah dan Swasta. *masy. telematika dan inf*, 10(1), 68.
- [4] Moore, A. (2019). When AI becomes an everyday technology. *Harvard Business Review*.
- [5] Sahoo, B., Parhi, D. R., & Priyadarshi, B. K. (2018). Analysis of path planning of humanoid robots using neural network methods and study of possible use of other AI techniques. *Emerging trends in engineering, science and manufacturing,(ETESM-2018), IGIT, Sarang, India*.
- [6] Pabubung, M. R. (2021). Epistemologi Kecerdasan Buatan (AI) dan Pentingnya Ilmu Etika dalam Pendidikan Interdisipliner. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 4(2), 152-159.
- [7] Sari, C., Tri, I., & Putra, A. (2020). Aplikasi kontroler PI modifikasi pada prototype alat pasteurisasi menggunakan simple water heater. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, 6(1), 22-31.
- [8] Irfan, M., Ayuningtias, L. P., & Jumadi, J. (2017). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 9-16.:

## **Bagian 6**

# **Alat Deteksi Gas Metana pada Biogas Berbasis Arduino Uno**

**Dody Susilo**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun

### **Abstrak**

Salah satu teknologi energi yang sesuai untuk menggantikan penggunaan gas elpiji dan energy fosil adalah dengan menggunakan energy biogas. Salah satu bahan baku dari biogas yaitu menggunakan kotoran sapi. Pengolahan kotoran sapi menjadi alternative biogas yang ramah lingkungan merupakan cara yang sangat menguntungkan, karena mampu memanfaatkan alam tanpa merusak siklus ekosistem. Keuntungan memanfaatkan energi biogas mengurangi biaya konsumsi penggunaan gas LPG, mengurangi biaya konsumsi penggunaan listrik dan menjadi bahan alternative pupuk organic untuk tanaman. Penggunaan sistem biogas harus memperhitungkan keamanan bagi penggunaanya sehingga diperlukan alat pendeteksi gas Metana yang dihasilkan biogas. Hasil pengujian sensor MQ-4 menggunakan jarak, sensor MQ-4 dapat mendeteksi gas Metana sejauh 4 Meter.

**Kata kunci:** Biogas, Buzzer, Gas Metana, LCD, Mikrokontroller, MQ-4

## 6.1. Pendahuluan

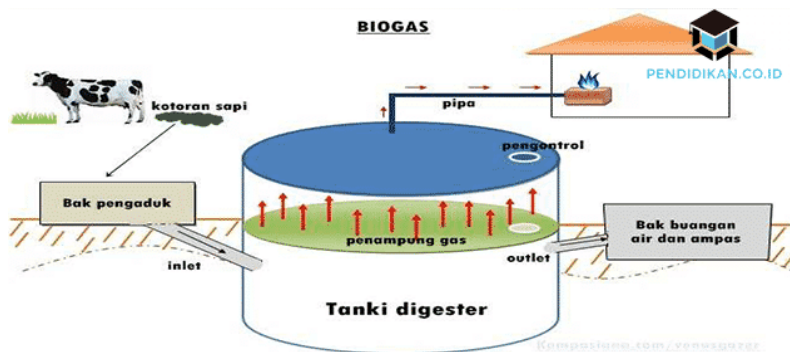
Saat ini dunia sedang mengalami krisis energy yang dialami oleh masyarakat di Indonesia. Kebutuhan energy masyarakat semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk sedangkan ketersediaan bahan fosil semakin berkurang. Hal ini tentunya menyebabkan harga energy bahan bakar fosil semakin berkurang. Hal ini menyebabkan harga energy semakin meningkat. Untuk itu perlu dicari energy alternatif sebagai bahan bakar fosil. Salah satu energi yang paling banyak digunakan masyarakat terutama pedesaan adalah bahan bakar minyak atau gas elpiji untuk memasak dan energi listrik untuk penerangan. Pemanfaatan sumber energi biogas harus mempertimbangkan keselamatan bagi pengguna sehingga diperlukan alat deteksi gas *Metana* dari biogas. Dengan mendeteksi gas *Metana* maka akan mengetahui biogas telah menghasilkan atau tidak gas *Metana*. Alat pendeteksi gas *Metana* menggunakan sensor *MQ-4*. Pendeteksi gas *Metana* menggunakan *Arduino UNO* sebagai mengolah data. *Liquid Crystal Display* dan Buzzer merupakan tampilan output jika alat tersebut mendeteksi gas *Metana*. Sehingga dirancang alat deteksi gas *Metana* pada biogas berbasis *Arduino UNO*. [1].



## 6.2. Dasar Teori

### 6.2.1. Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari oleh aktifitas anaerobic atau fermentasi dari bahan-bahan organik. Biogas merupakan sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan bagi kebutuhan manusia. Salah satu energi yang paling banyak digunakan masyarakat terutama pedesaan adalah bahan bakar minyak atau gas elpiji untuk memasak dan energi listrik untuk penerangan. Biogas menghasilkan gas *Metana* ( $CH_4$ ), *Karbondioksida* ( $CO_2$ ) dan beberapa kandungan lainnya seperti *Hydrogen* ( $H_2$ ), *Hydrogensulfida* ( $H_2S$ ), *Amonia* ( $NH_3$ ) dan *Nitrogen* ( $N$ ) [2]. Proses terbentuknya biogas ditunjukkan pada Gambar 1.



Gamabr 1. Proses Terbentuknya Biogas

### 6.2.2. Sensor MQ-4

MQ-4 adalah alat sensor semikonduktor yang stabil dan memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap gas.

Sensivitas MQ-4 yang dapat dibaca atau dideteksi yaitu gas metana yang nantinya akan menghasilkan data sinyal analog. Sensor *MQ-4* ini memiliki tegangan operasi yaitu 0,2V sampai  $\pm 5,0V$  AC/DC nya. Konsentrasi yang dapat dibaca oleh sensor yaitu 300 sampai 1000 ppm yang dimana gas yang dapat dibaca yaitu gas alam dan metana. Sistem kerja sensor pada umumnya sama, dimana sensor akan menghasilkan data analog [3]. Sensor MQ-4 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor *MQ-4*

### 6.2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah alat yang digunakan dalam pengendalian suatu system komputer yang bersifat fungsional dan berupa *chip*. Mikrokontroler ATmega 328 atau lebih dikenal *Arduino UNO* adalah papan mikrokontroler. *Arduino uno* memiliki 14 pin untuk menghubungkan data yang masuk dan data keluar, 6 pin menghubungkan keluarannya data PWM (*Pulse Width Modulation*) yang berfungsi untuk mengeluarkan sinyal

digital yang akan berfungsi menghasilkan sinyal analog. Selanjutnya 6 pin lainnya digunakan untuk menghubungkan data yang masuk. Selain itu, terdapat juga kristal osilator 16 MHz yaitu berfungsi membangkitkan listrik yang tinggi dan menjaga frekuensi tetap stabil, koneksi USB berfungsi menghubungkan mikrokontroler dengan komputer, *jack* listrik berfungsi dan juga tombol reset yang berfungsi untuk menghapus program yang telah di *install* [4]. *Arduino UNO* ditunjukkan pada Gambar 3.

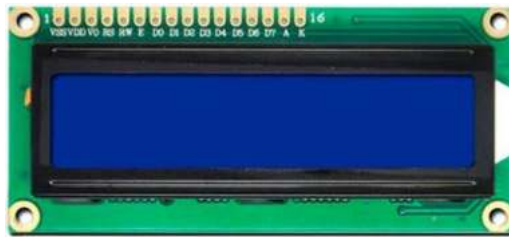


Gambar 3. *Arduino UNO*

#### **6.2.4. *Liquid Crystal Display***

LCD merupakan suatu *display* yang berfungsi menampilkan hasil yang didapatkan dalam bentuk *interface* (tampilan) berupa data karakter. Layar tampilan LCD berasal dari bahan kristal cair yang akan mengeluarkan karakter atau data yang didapatkan. LCD digunakan untuk menampilkan nilai yang biasanya dihasilkan dari data yang didapatkan pada sensor. Salah

satu tipe *display* LCD yang sering digunakan yaitu LCD 16 x 2, selanjutnya display ini memiliki dua baris dan memiliki 16 kolom yang dapat ditampilkan di layar. LCD juga dilengkapi dengan 16 pin konektor yang digunakan untuk menghubungkan rangkaian [5]. *Lyquid crystal display* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Lyquid Crystal Display*

#### **6.2.5. Buzzer**

*Buzzer* adalah alat elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Cara kerja *Buzzer* adalah saat ada tegangan yang mengalir ke rangkaian pada *Piezoelectric*, maka terjadi pergerakan mekanis pada *Piezoelectric*. Gerakan tersebut mengubah energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar oleh telinga manusia. *Piezoelectric* menghasilkan frekuensi di range kisaran antara 1–5 kHz hingga 100 kHz yang diaplikasikan ke *Ultrasound* [6]. *Buzzer* ditunjukkan pada Gambar 5.

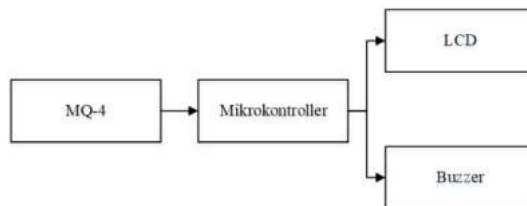


Gambar 5. *Buzzer*

### 6.3. Metode Penelitian

#### 6.3.1. Diagram Blok

Sensor *MQ-4* berfungsi untuk mendeteksi gas Metana pada Biogas. Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino UNO*. *Arduino UNO* berfungsi untuk mengolah data dari sensor *MQ-4* dan menampilkan output pada *LCD* dan *Buzzer*. *LCD* berfungsi untuk menampilkan tampilan jika sensor mendeteksi gas *Metana* dan *Buzzer* berfungsi memberikan *alarm* jika sensor mendeteksi gas *Metana*. Diagram blok sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan

### 6.3.2. Perancangan Hardware

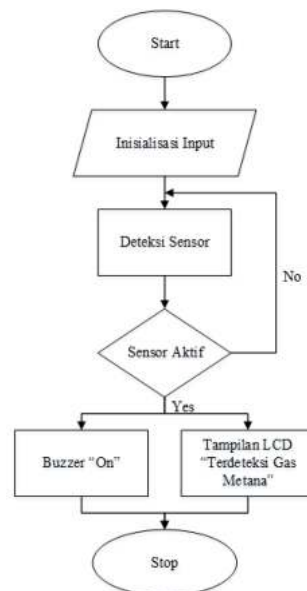
Perancangan *hardware* meliputi hewan sapi, biogas, sensor *MQ-4*, *Arduino Uno*, *LCD* dan *Buzzer*. Perancangan *hardware* secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perancangan Hardware Secara Keseluruhan

### 6.3.3. Perancangan Software

Perancangan *software* menggunakan *software Arduino* untuk memproses sistem secara keseluruhan. *Flowchart* sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Flowchart* Sistem Secara Keseluruhan

#### 6.4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari peralatan yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan biogas. Berdasarkan hasil pengujian sensor MQ-4 terhadap gas Metana, dapat bekerja dengan baik. Pada pengujian sensor MQ-4 terhadap gas Metana, jika kondisi ada gas Metana maka kondisi alarm akan berbunyi/ON dan tampilan LCD menampilkan ada Gas sedangkan jika kondisi tidak ada gas Metana maka kondisi alarm tidak akan berbunyi/OFF dan tampilan LCD menampilkan tidak ada gas. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian alat secara keseluruhan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor *MQ-4* Menggunakan Gas *Metana*

| Kondisi              | Kondisi Alarm | Tampilan LCD          |
|----------------------|---------------|-----------------------|
| Ada gas Metana       | ON            | Terdeteksi gas Metana |
| Tidak ada gas Metana | OFF           | Tidak terdeteksi      |

Pada pengujian sensor MQ-4 menggunakan jarak, MQ-4 dapat mendeteksi gas Metana sejauh 4 Meter. Pengujian sensor MQ-4 terhadap gas Metana dengan jarak yang telah ditentukan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor *MQ-4* Menggunakan Gas *Metana* Terhadap Jarak

| Jarak<br>(Meter) | Alarm | Tampilan LCD                 |
|------------------|-------|------------------------------|
| 0,5              | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 1                | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 1,5              | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 2                | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 2,5              | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 3                | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 3,5              | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 4                | ON    | Terdeteksi gas <i>Metana</i> |
| 4,5              | OFF   | Tidak terdeteksi             |
| 5                | OFF   | Tidak terdeteksi             |

## 6.5. Penutup

Pada pengujian sistem secara keseluruhan menggunakan sensor *MQ-4* dengan gas *Metana* **dapat disimpulkan sebagai berikut.**

1. Pengujian sensor *MQ-4* terhadap gas *Metana*, jika kondisi ada gas *Metana* maka kondisi *alarm* berbunyi/*ON* dan tampilan *LCD* menampilkan terdeteksi gas *Metana* sedangkan jika kondisi tidak ada gas *Metana* maka kondisi alarm tidak berbunyi/*OFF* dan tampilan *LCD* menampilkan tidak terdeteksi.
2. Pada pengujian sensor *MQ-4* menggunakan jarak, *MQ-4* dapat mendeteksi gas *Metana* sejauh 4 Meter.



## Referensi

- [1] R. I. Putri, M. Sarosa, H. Tistiana and S. Rulianah, "Pendeteksi Gas Metan Pada Sistem Biogas Berbasis Mirokontroler," *Eltek Polinema*, pp. 39-49, 2017.
- [2] A. J. Nugro, "Kompas.com," Kompas, 10 April 2018. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/skola/read/2021/03/23/195605669/apa-itu-biogas>. [Accessed 1 November 2021].
- [3] R. S. Yulianti, "PEMANFAATAN SENSOR GAS MQ-4 UNTUK MENDETEKSI GAS METANA PADA LIMBAH TERNAK SAPI, KERBAU DAN KUDA," *Ejournal umma*, vol. Vol. 2 No. 2, 2020.
- [4] M. Ichwan, M. G. Husada and M. A.-R. Iqbal, "PEMBANGUNAN PROTOTIPE SISTEM PENGENDALIAN PERALATAN LISTRIK PADA PLATFORM ANDROID," *Jurnal Itenas*, Vols. No. 1 Vol. 4-2, 2013.
- [5] S. Hadi and A. Adil, "RANCANG BANGUN ALAT DETEKTOR KONSENTRASI GAS METANA BERBASIS SENSOR MQ-2," *Ejournal Dipanagara*, vol. Vol. 1 No. 1, p. 327, 2019.
- [6] R. Mardiaty, F. Ashadi and G. F. Sugihara, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 32," *TELKA*, vol. Vol. 2 No. 1, 2016.

- [7] Y. Yunilas, "Eliminasi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) Asal Ternak Melalui Ekstrak Tanaman," *Repository USU*, 2011.



**Dody Susilo** dilahirkan di Pekanbaru, 06 Maret 1991. Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 02 Mandau, lalu melanjutkan di SMP Negeri 04 Mandau. Penulis menempuh jenjang pendidikan di SMA Negeri 2 Mandau.

Penulis melanjutkan kuliah dan lulus Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang tahun 2015 selanjutnya melanjutkan kuliah Magister (S2) di Departemen Teknik Elektro dan lulus tahun 2019. Saya bekerja di Universitas PGRI Madiun sebagai Tenaga Pendidik / Dosen di Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro. Bidang penelitian saya meliputi Sensor, Robot dan Artificial Intelligence. [susilodody@unipma.ac.id]



**Ridam Dwi Laksono** menyelesaikan Sarjana Sains di Prodi Kimia Universitas Negeri Surabaya tahun 2005. Pernah mengajar matapelajaran kimia di sekolah menengah atas selama 6 tahun, kemudian melanjutkan program Magister di Pascasarjana prodi Pendidikan Sains di Universitas Sebelas Maret Surakarta, selesai tahun 2012. Mengajar matakuliah Sains dan Ilmu Alamiah Dasar di Prodi Pendidikan Matematika di STKIP PGRI Ngawi hingga 2019. Memiliki jabatan akademik Asisten Ahli, kini menjadi pengajar di Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun dalam Prodi Teknik Elektro. Minat penelitian saat ini fokus kepada Sensor Kimiawi, Otomasi Sistem, Sistem Komputasi dan *Online Learning*. [email: [ridam.dl@unipma.ac.id](mailto:ridam.dl@unipma.ac.id)]



**Ina Sunaryantiningsih** adalah Staf Pengajar pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas PGRI Madiun. Lulus Pendidikan S1 di Jurusan Teknik Elektro, ITN Malang 1999. Pendidikan S1 di Jurusan

Pendidikan Teknik Elektro (PTE) IKIP PGRI Madiun 2008. Kemudian melanjutkan Pascasarjana di Program Magister (S2), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang 2011. Minat penelitian saat ini fokus kepada Sistem Tenaga Listrik, Energi Terbarukan, Otomasi Sistem dan *Photovoltaic Cell*. [email: inas@unipma.ac.id]



**Irna Tri Yuniahastuti** dilahirkan di Madiun pada 15 Juni 1991. Penulis telah menempuh pendidikan Sarjana di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada jurusan pendidikan Teknik Elektro dan lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) pada jurusan Teknik Sistem Tenaga di tahun 2014-2016. Saat ini, menjadi seorang dosen pada prodi Teknik Elektro di Universitas PGRI Madiun. Minat penelitian saat ini fokus kepada Sistem Pembangkit Tenaga Listrik, Keandalan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro, Otomasi Sistem dan Energi Listrik.  
[email: [irnatri@unipma.ac.id](mailto:irnatri@unipma.ac.id)]



**Bayu Fandidarma** dilahirkan di Madiun pada tanggal 22 Juni 1990. Penulis mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.) setelah menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Elektro dari Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta. Kemudian mendapatkan gelar Magister Teknik (M.T.) setelah menyelesaikan pendidikan Pascasarjana Teknik Elektro dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya dengan mengambil Bidang Keahlian Teknik Sistem Pengaturan. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas PGRI Madiun (UNIPMA). Penulis juga berperan menjadi Pembina UKM Robotika yang diperuntukkan bagi mahasiswa UNIPMA. Minat penelitian saat ini fokus kepada Sistem Pengaturan, Robotika, Sistem Cerdas, Kecerdasan Buatan, dan Sistem Otomatis. [email: [bayuf@unipma.ac.id](mailto:bayuf@unipma.ac.id)]



**Churnia Sari** dilahirkan di Ngawi pada Tanggal 8 Desember 1990. Penulis menyelesaikan program sarjana dan masternya di ITS dengan bidang keahlian Teknik Sistem Pengaturan pada tahun 2017. Sebelum menjadi Dosen di Prodi Teknik Elektro - Universitas PGRI Madiun, penulis pernah menjadi Pengajar di Ganesha Operation pada mata Pelajaran Fisika. Saat ini penulis sedang menekuni bidang Sistem Kendali Otomatis, Kecerdasan Buatan dan Robotika [email: [s.churnia@unipma.ac.id](mailto:s.churnia@unipma.ac.id)]





# TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK INDONESIA TANGGUH

Buku ini secara garis besar membahas tentang membahas tentang Renewable Energy dan Artificial Intelligence. Ada enam bagian pembahasan, yaitu: (1) Potensi Srambang Sebagai Laboratorium Alam Teknik Elektro, (2) Study Potensi Microhidro Wisata Srambang Park Ngawi Guna Implementasi Matakuliah Renewable Energy Sebagai Penciri Prodi Teknik Elektro UNIPMA, (3) Perancangan Pengendalian Pintu Air dengan Kontroller PI pada Pembangkit Mikrohidro Srambang Park berbasis Bat Algorithm, (4) Mobile Robot Pemantau Area berbasis Arduino dan IoT menggunakan ESP 32 Cam dan PIR Detector, (5) Perancangan Logika Fuzzy untuk Proses Pengaturan Suhu Otomatis menggunakan Matlab Simulink, (6) Alat Deteksi Gas Metana Pada Biogas Berbasis Arduino Uno.



☎ 082336759777

✉ [aemediagrafika@gmail.com](mailto:aemediagrafika@gmail.com)

🌐 [www.aemediagrafika.com](http://www.aemediagrafika.com)

ISBN 978-623-5516-22-6



9 786235 516226

Rp. xxxxxx