

**PEMANFAATAN AIR HUJAN MENJADI AIR BERSIH MELALUI
RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI WATER BANK BERBASIS
REAKSI ELEKTROLISIS DAN FILTER UV DENGAN SUMBER DAYA
PANEL SURYA**

Yuan Shafira Adelia P.¹, Andreas Niel Alfiandi² and Andreani Farah Wahyuditya³

¹Teknik Fisika, Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.

²Teknik Fisika, Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.

³Teknik Fisika, Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.

¹yuanshafira@mail.ugm.ac.id, ²andreasniel@mail.ugm.ac.id,

³andreanifarrah@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Based on its astronomical location, Indonesia is a country that crossed the equator and is included in tropical climate. Therefore, rainfall in Indonesia can be quite high with an average rainfall ranging from 2000 – 3000 mm per year. On the other hand, Indonesia is a country that has a clean water crisis. This is caused by climate change and water pollution which affects the availability of clean water for the society. Based on the data, the proportion of water crisis areas in Indonesia increased from 6% in 2000 to 9.6% in 2045. This makes the implementation of rainwater utilization very necessary, considering still many areas in Indonesia are often affected by droughts and clean water crises. The utilization of rainwater into clean water is also one of the efforts in realizing Sustainable Development Goals (SDGs) Number 6. The design of the water tank automation system is one of the innovations that can be used to utilize rainwater into clean water so that it can be reused for society. In the process, a reaction with an electrolysis cell is needed to decompose water compounds into hydrogen and oxygen gas using a simple water electrolysis unit that runs manually and takes quite a long time. The addition of an automation system using sensors can help the effectiveness of the system from the beginning to process monitoring. In addition, the use of solar panels as a water bank automation system resource will help reduce the production costs required for a water bank system.

Keyword: *Clean Water, Electrolysis, Rainwater, UV Filter, Water Bank*

Pendahuluan

Air adalah zat yang sangat diperlukan untuk semua makhluk hidup karena kegunaannya dan kaitannya dengan keberadaan manusia. Penyediaan air dalam jumlah besar sangat penting karena signifikansinya. Oleh karena itu, diperlukan sarana yang optimum sehingga air yang cukup dan berkualitas baik dapat diperoleh. Keberlanjutan sumber daya air yang tersedia di banyak wilayah di dunia saat ini menjadi isu yang dominan. Masalah ini terkait dengan alokasi air yang buruk, penggunaan yang tidak efisien, dan kurangnya pengelolaan air yang memadai dan terintegrasi.

Indonesia merupakan negeri tropis yang dikaruniai curah hujan yang melimpah, tidak ada satu wilayah pun di negeri ini yang tidak dicurahi oleh hujan. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2009 bahwa, air hujan adalah sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai imbuhan air tanah dan/atau dimanfaatkan secara langsung untuk mengatasi kekurangan air. Indonesia memiliki potensi curah hujan yang cukup tinggi, yaitu antara 2000 mm/thn sampai dengan 4.000 mm/thn (Indriyanto, 2006). Namun potensi yang melimpah ini belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber air bersih dan air minum yang sehat. Oleh karena itu, masih banyak ditemui krisis air bersih yang melanda berbagai daerah di Indonesia sehingga mengganggu berbagai sektor kehidupan. Kelangkaan persediaan air bersih ini terjadi karena tidak adanya sumber air bersih untuk menunjang kehidupan. Biasanya fenomena ini terjadi karena perubahan iklim terutama apabila wilayah terdampak mengalami musim kemarau.

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini, salah satunya yaitu menciptakan teknologi untuk penyediaan sanitasi dan air bersih. Contoh yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi saat nanti musim hujan tiba adalah pembuatan penampungan air hujan dan dapat memanennya (*rain harvesting*) menjadi air alkali bersih dengan proses elektrolisa. Air hujan diolah dengan unit elektrolisa air sederhana, berupa bejana berhubungan dengan elektroda yang dialiri arus listrik searah (DC). Bejana berhubungan bisa terdiri dari 3 bejana, 2 bejana, atau 1 bejana besar dengan bejana kecil didalamnya. Masing-masing bejana dipisahkan dengan membran semi permeable atau filter kapas padat. Elektroda berupa logam titanium dengan variasi kawat titanium, mesh titanium dan lempengan titanium. Titanium dipilih karena sebagai penghantar arus listrik yang baik dan tidak korosif pada kondisi air asam.

Peralatan dasar dari sel elektrolisa adalah dua elektroda (umumnya konduktor logam) yang dicelupkan ke dalam elektrolit konduktor ion (dalam hal ini berupa air) dan sumber arus. Karena didasarkan pada reaksi redoks, pereaksi utama yang berperan dalam metode ini adalah elektron yang di pasok dari suatu sumber listrik. Sesuai dengan reaksi yang berlangsung, elektroda dalam suatu sistem elektrolisa dapat dibedakan menjadi katoda, yakni elektroda di mana reaksi reduksi (reaksi katodik) berlangsung dan anoda di mana reaksi oksidasi (reaksi anodik) berlangsung (Wahyuni, n.d.).

Selain itu, Indonesia juga merupakan negara yang sangat berpotensi menjadikan energi surya sebagai salah satu sumber energi masa depan mengingat posisi Indonesia terletak pada khatulistiwa. Sehingga setiap tahunnya Indonesia menerima energi matahari yang sangat besar, namun pemanfaatan energi matahari tersebut tidak sebanding dengan banyaknya energi yang tersedia, energi matahari

masih kurang pemanfaatannya di Indonesia (Dan & Fahrul, 2022). Dimana energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah. Konversi radiasi matahari menjadi energi listrik adalah cara paling nyaman dalam pemanfaatan energi matahari. Keuntungan dari menggunakan efek sel fotovoltaik (PV) untuk menghasilkan energi listrik adalah bersih, tidak menimbulkan suara/hening, usia pakai lama dan pemeliharaan yang rendah.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah mengubah (konversi) energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. Sel surya atau yang dikenal secara sebagai sel fotovoltaik adalah perangkat semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik (CEC, 2012). Energi listrik yang dihasilkan PLTS berbentuk DC (Direct Current). Bentuk DC ini bisa dirubah ke bentuk AC dengan menggunakan inverter. PLTS adalah pencatu daya yang dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik dari yang kecil sampai dengan yang besar, baik secara mandiri maupun hibrida.

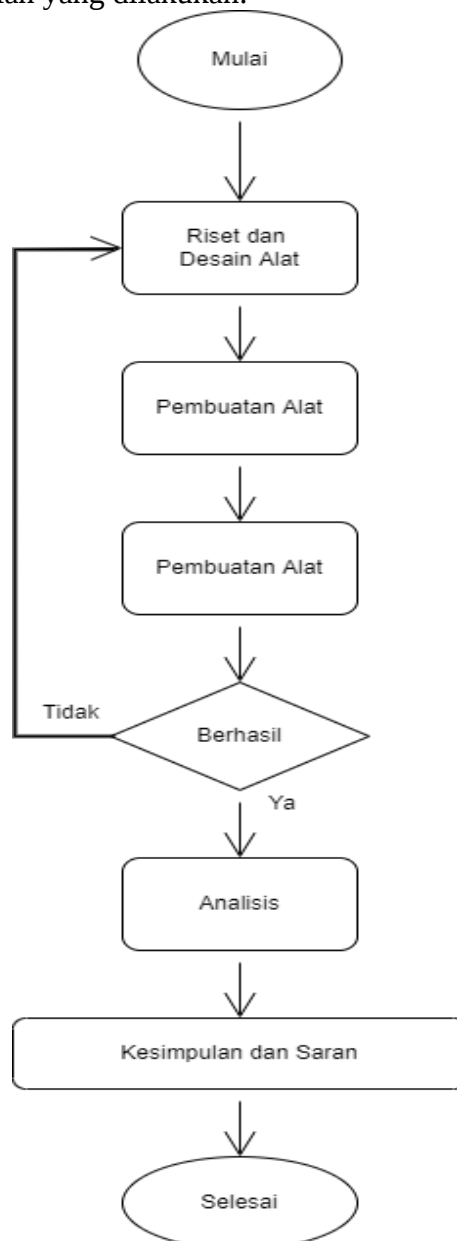
Pembangkit Listrik Tenaga Surya, umumnya terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut (Arumuggam & Singh, 2013):

1. Sel Surya
Komponen utama dari PLTS adalah panel surya atau modul surya. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor (umumnya silikon) yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik.
2. Charge Controller
Charge controller digunakan untuk mengatur pengisian arus searah dari panel surya ke baterai dan mengatur penyaluran arus searah dari baterai ke peralatan listrik (beban).
3. Baterai
Ada dua jenis baterai isi ulang yang dapat dipergunakan untuk sistem PLTS yaitu baterai Asam Timbal dan baterai Nickel Cadmium. Baterai pada PLTS mengalami proses siklus mengisi (charging) dan mengosongkan (discharging), tergantung pada ada tidaknya sinar matahari.
4. Inverter
Inverter adalah peralatan elektronika yang berfungsi untuk mengubah arus listrik searah dari panel surya atau baterai menjadi arus listrik bolak-balik

Pada jurnal ilmiah ini akan dirancang suatu alat untuk menurunkan kadar Fe (besi) dan Mn (mangan) dari sumber air hujan agar menjadi air bersih yang layak dipakai dan memiliki manajemen sistem energi mandiri dengan memanfaatkan panel surya. Dalam menghilangkan pemborosan air selama pemompaan dan untuk memenuhi kebutuhan masa depan akan volume air yang besar, konsep mesin pompa otomatis dengan pengontrol ketinggian air berbasis mikrokontroler dikembangkan. Sehingga didapatkan hasil air bersih layak pakai dari air hujan yang sudah melalui proses elektrolisis. Yang kemudian akan diintegrasikan dengan panel surya sebagai sumber energinya, sehingga pemasok suplai daya dari sistem berasal dari sumber energi matahari yang telah dikonversi menjadi energi listrik melalui panel surya dan menciptakan manajemen energi yang mandiri.

Metode Penulisan

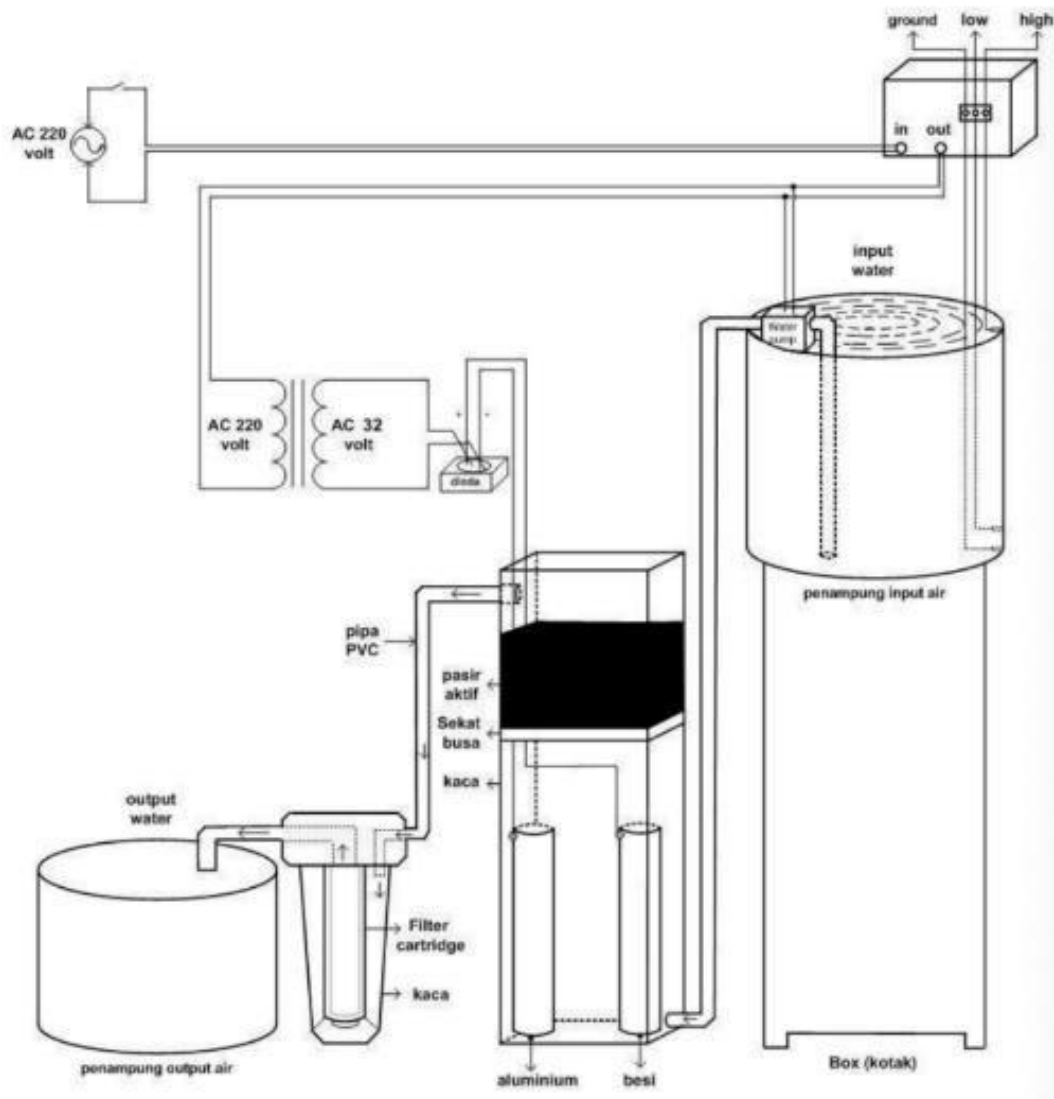
Konsentrasi parameter pencemar pada air yang melebihi baku mutu tidak dapat langsung digunakan untuk keperluan sehari-hari karena dapat berdampak pada kesehatan penggunaannya. Sehingga perlu ada pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan. Salah satu metode pengolahan yang efektif untuk mengolah air bersih adalah metode elektrolisis, dimana elektrolisis merupakan salah satu metode dalam pengolahan air yang telah digunakan dalam menyisihkan berbagai kontaminan. Maka dari itu, perancangan ini difokuskan kepada penyisihan parameter Fe, Mn, TDS dan kekeruhan dengan variasi besar tegangan dan lama waktu perlakuan untuk mengetahui penyisihan parameter Fe, Mn, TDS dan kekeruhan yang optimal dari air hujan menjadi air bersih layak pakai. Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan:



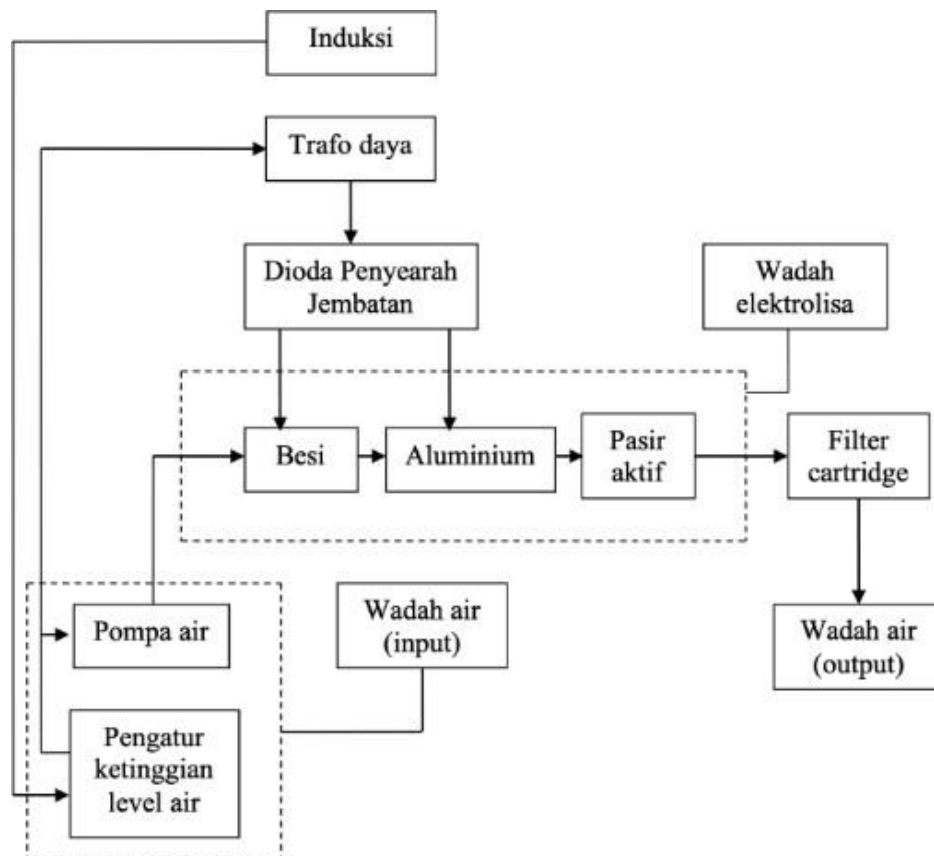
Gambar 1. Tahapan penelitian

A. Metode Elektrolisa

Alat filter air dengan metode elektrolisa yang dirancang mempunyai kemampuan untuk menurunkan kadar Fe (besi) dan Mn (mangan) sampai pada batas standar baku mutu air bersih. Waktu yang dibutuhkan alat dalam proses filterisasi dengan elektrolisa adalah 1,17 menit. Logam aluminium dihubungkan pada kutub *negative* keluaran diode penyearah, sedangkan logam besi dihubungkan pada kutub positif keluaran diode penyearah. Alat menggunakan catu daya sebesar 32 volt AC, serta jarak antara logam elektroda (logam besi aluminium) adalah 2 cm. Gambar desain dan diagram blok rangkaian alat filter air dengan metode elektrolisa yang akan dirancang terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Desain filter air dengan metode elektrolisa
(Source: Wahyuni, n.d.)



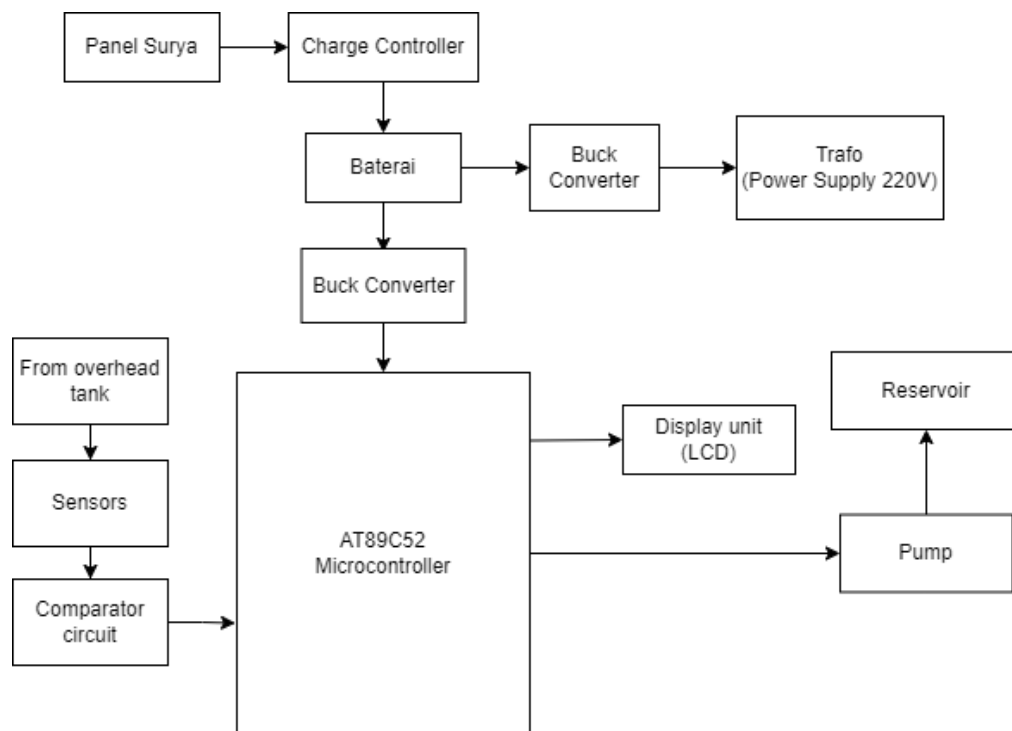
Gambar 3. Blok diagram filter air dengan metode elektrolisa
(Source: Wahyuni, n.d.)

B. Indikator Level Air

Pada unit indikasi ketinggian air, digunakan lampu *Light Emitting Diode* (LED) yang akan berfungsi untuk indikasi ketinggian air. Dengan menyentuh ketinggian air yang berbeda melalui sensor ketinggian air, LED harus ditunjukkan sebagai ON/OFF. Ketika sensor menyentuh air, nozel dan batang penghubung mendapatkan sambungan listrik menggunakan konduktivitas air (Khaled, et al., 2010). Pompa dikendalikan dengan menghubungkannya dengan pin keluaran mikrokontroler melalui rangkaian *driver motor*. Ketika mikrokontroler mengirimkan sinyal positif (+5v) atau sinyal ground (0v) ke rangkaian driver motor, maka pompa air masing-masing menjadi ON atau OFF. Untuk membuat sistem lebih fleksibel, sakelar elektromagnetik diintegrasikan ke dalamnya.

C. Diagram Blok Sistem

Monitor ketinggian air otomatis yang disajikan di sini terdiri dari unit utama berikut: sensor konduktor tembaga, rangkaian komparator, mikrokontroler, unit display, dan pompa dan pekerjaan inti mendeteksi ketinggian dilakukan oleh komparator. Gambar 4 menggambarkan aliran operasi dalam sistem serta interoperabilitasnya.



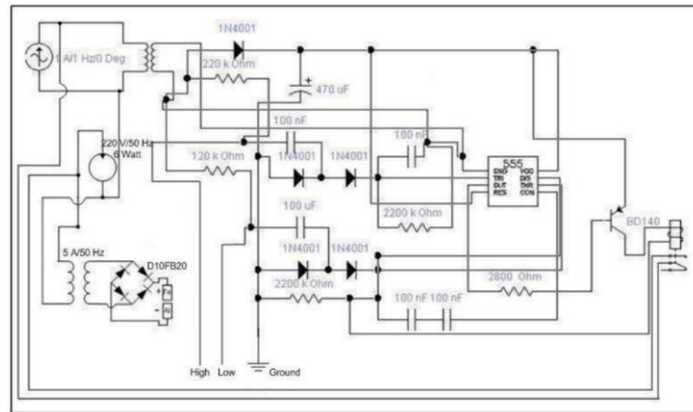
Gambar 4. Diagram blok sistem

Digunakan konduktor tembaga sebagai sensor ketinggian air. Ketika air menyentuh sensor tembaga yang diposisikan pada tingkat tertentu di dalam tangki, tegangan ditransfer ke tembaga yang pada gilirannya ditransfer ke rangkaian komparator untuk diproses lebih lanjut. Komparator LM324 digunakan untuk membandingkan *input* dari elektroda di tangki dan dengan resistansi yang telah ditentukan sebelumnya dan output TINGGI atau RENDAH sehubungan dengan hasil dari perbandingan. TINGGI atau RENDAH ini memberi masukan ke mikrokontroler, yang pada gilirannya menggunakan ini untuk mengontrol pompa air dan menampilkan status yang sesuai pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD). Mikrokontroler Atmel 89C52 yang dapat diprogram diprogram dalam Bahasa C untuk mengontrol fungsionalitas seluruh sistem. *Relay* digunakan dalam membangun unit *switching* yang hanya memicu pompa ON atau OFF, tergantung pada sinyal yang diterima dari mikrokontroler. Untuk sumber daya nya sendiri memanfaatkan energi panas matahari sebagai sumber energinya. Dengan menggunakan panel surya, yang kemudian di proses melalui *charge controller* dan menghasilkan daya listrik yang disimpan terlebih dahulu melalui baterai. Baterai kemudian akan mengalirkan daya listrik menuju mikrokontroler dan trafo dengan melewati *buck converter* terlebih dahulu agar sesuai dengan spesifikasi mikrokontroler dan trafo.

Hasil dan Pembahasan

A. Implementasi

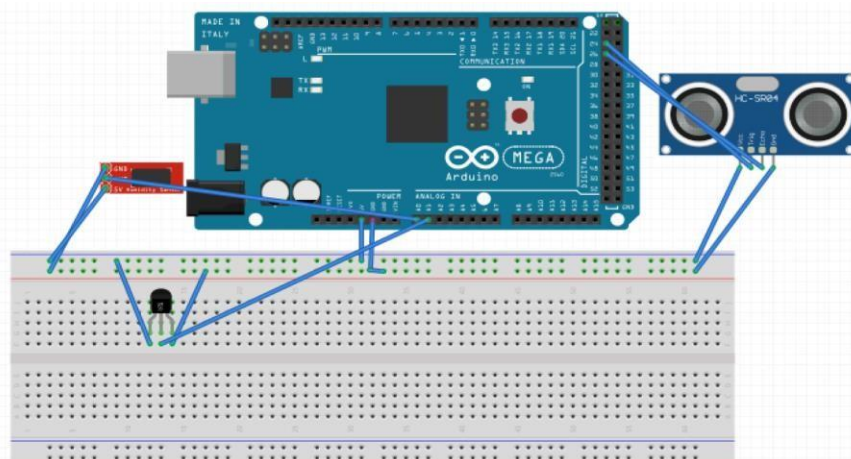
1) *Elektrolisa*: Filter air dengan metode elektrolisa yang dibuat pada perancangan dan penelitian ini terdiri atas 4 bagian yaitu trafo daya, pengatur ketinggian level air, pompa air, dan dioda *bridge*. Rangkaian filter air dengan metode elektrolisa dapat dilihat pada Gambar 5.



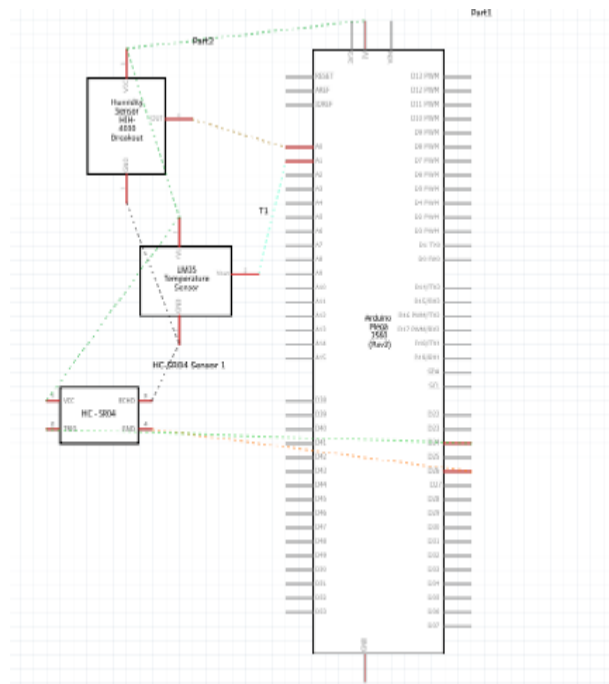
Gambar 5. Rangkaian filter elektrolisa
(Source: Wahyuni, n.d.)

Filter air dengan metode elektrolisa ini bekerja berdasarkan prinsip reaksi redoks, yakni gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi. Pereaksi utama yang berperan dalam metode ini adalah elektron yang di pasok dari suatu sumber listrik. Sesuai dengan reaksi yang berlangsung, elektroda dalam suatu sistem elektrolisa dapat dibedakan menjadi katoda, yakni elektroda di mana reaksi reduksi (reaksi katodik) berlangsung dan anoda di mana reaksi oksidasi (reaksi anodik) berlangsung. Oksidasi dalam menghasilkan partikel-partikel endapan (*flok*) dengan menggunakan panjang dan diameter logam elektroda, jarak antar logam elektroda serta tegangan input yang berbeda, sedangkan waktu yang digunakan dalam prosesnya sama. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penurunan kadar Fe (besi) dan Mn (mangan) yang dapat dihasilkan. Pengujian secara elektris yaitu dengan melakukan pengukuran daya yang digunakan alat ini dalam proses elektrolisa.

2) *Diagram Sensor*: sistem sensor terdiri dari 4 (empat) komponen, yaitu Arduino Mega 3, LM35, HIH-4030, HC-SR04. Arduino Mega memberikan Vcc 5 V dan *ground* (GND) pada *breadboard*. Sensor LM35 terhubung pada Vcc 5 V, GND, serta *output* pada *input* analog A1. Sensor HIH-4030 terhubung pada Vcc 5 V, GND, serta *output* pada *input* analog A0. Sensor HC-SR04 terhubung pada Vcc 5 V, GND, *trig* pada *input* digital D24, dan *echo* pada *input* digital D26.



Gambar 6. Rangkaian listrik sensor



Gambar 7. Struktur mikrokontroler

3) *Sambungan Sensor*: Sensor-sensor tersebut dihubungkan sesuai dengan panduan *datasheet*. Sensor LM35 dan HIH-4030 terhubung pada *input* analog karena keluaran dari sensor tersebut adalah variasi tegangan (analog). Sementara, sensor HC-SR04 terhubung pada digital *input* karena keluaran sensor tersebut berupa sinyal digital yang diukur berdasarkan waktu sinyal.

4) *Pemilihan Komponen Sistem Filter Air*: Arduino Mega 3 merupakan mikroprosesor yang tersedia di pasaran yang memiliki *input* digital dan analog, sesuai dengan sensor-sensor yang digunakan. LM35 ialah sensor temperatur yang memiliki hubungan *input* dan *output* cukup linier tanpa membutuhkan adanya komponen lain. HIH-4030 adalah sensor humiditas yang memiliki hubungan *input* dan *output* cukup linier tanpa membutuhkan adanya komponen lain. Sedangkan, HC-SR04 yakni sensor jarak berbasis ultrasonik yang bekerja berdasarkan *delay time*. Penggunaan Arduino Mega 3 dapat mengkomplemen kebutuhan *trigger* dan rentang pembacaan sensor ini sehingga tidak membutuhkan komponen lainnya.

5) *Pemilihan Sistem PLTS*: Dalam proses pembuatan sistem PLTS, diperlukan perhitungan terhadap energi listrik yang akan disuplai dari PLTS. Hal ini bisa dilakukan dengan menghitung kebutuhan daya keseluruhan sistem menggunakan data dummy terlebih dahulu. Lalu kemudian disusul dengan menghitung *area array* atau PV area dengan memanfaatkan nilai insolasi rata-rata harian matahari pada area sistem. Untuk spesifikasi PV yang digunakan, dapat menggunakan spesifikasi umum untuk PSI 1000 W/m² dari Sun-Earth Solar Panel. Dimana, setiap kenaikan temperature 1 °C dari temperature standar panel surya, maka akan mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya akan berkurang sekitar 0.5% (Kementrian ESDM, 2017). Besarnya daya yang berkurang pada saat temperature di sekitar panel surya mengalami kenaikan 3,95 °C dari temperature standarnya, diperhitungkan dengan menggunakan persamaan

sebagai berikut:

$$P_{\text{saat } t \text{ naik } 3,95^{\circ}\text{C}} = 0,5\% \times P_{MPP} \times \text{kenaikan temperatur } (^{\circ}\text{C})$$

Untuk daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperature naik dapat diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{MPP \text{ saat } t \text{ naik } 3,95^{\circ}\text{C}} = P_{MPP} - P_{\text{saat } t \text{ naik } t^{\circ}\text{C}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik, maka nilai TCF dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TCF = \frac{P_{MPP \text{ saat } t \text{ naik } 3,95^{\circ}\text{C}}}{P_{MPP}}$$

Efisiensi out (η_{out}) ditentukan berdasarkan efisiensi komponen-komponen yang melengkapi PLTS seperti: baterai, charge controller, dan inverter. Dengan mensubstitusikan nilai-nilai yang didapat sebelumnya, maka untuk menemukan luas PV area dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{Gav \times Efisiensi_{pv} \times TCF \times Efisiensi_{inv}}$$

Setelah diketahui nilai PV area yang dibutuhkan untuk menyuplai kebutuhan sistem, diperlukan perhitungan daya yang dibangkitkan PLTS (Watt peak) dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{Watt peak}} = PV \text{ area} \times PSI \text{ (Peak Sun Insolation)} \times Efisiensi_{pv}$$

Lalu ditambah dengan menghitung jumlah panel surya dengan menggunakan persamaan berikut,

$$\text{Jumlah panel surya} = P_{\text{Watt peak}} / P_{MPP}$$

Dan dilanjutkan dengan penyusunan blok modul PV.

Perancangan dan pembangunan PV harus berdasarkan kebutuhan energi yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem *rainwater harvesting*, sehingga dapat disesuaikan dengan kondisi lingkungan sistem berada. Namun apabila dibutuhkan sistem dengan skala besar, penggunaan PV berskala besar juga tidak dapat terhindarkan. Namun apabila energi listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem relatif kecil, pembuatan PV berskala besar juga memiliki keuntungan lain yaitu dapat menjadi sumber energi bersih untuk masyarakat sekitar, dimana dengan memanfaatkan PLTS yang terintegrasi dengan PLN dapat menurunkan konsumsi energi listrik yang berasal dari energi fosil yang tidak terbarukan sehingga dengan adanya sistem tidak hanya permasalahan air bersih saja yang terselesaikan namun juga terkait energi bersih atau *green energy*.

B. Desain Algoritma

Langkah 1: Mulai.

Langkah 2: Rasakan Air di tangki *Overhead*.

Langkah 3: Apakah tangki kosong?

Langkah 4: Jika tangki kosong, lanjutkan ke langkah 8.

Langkah 5: Rasakan tangki air di enam sensor.

Langkah 6: Jika tangki kosong, lanjutkan ke langkah 7.

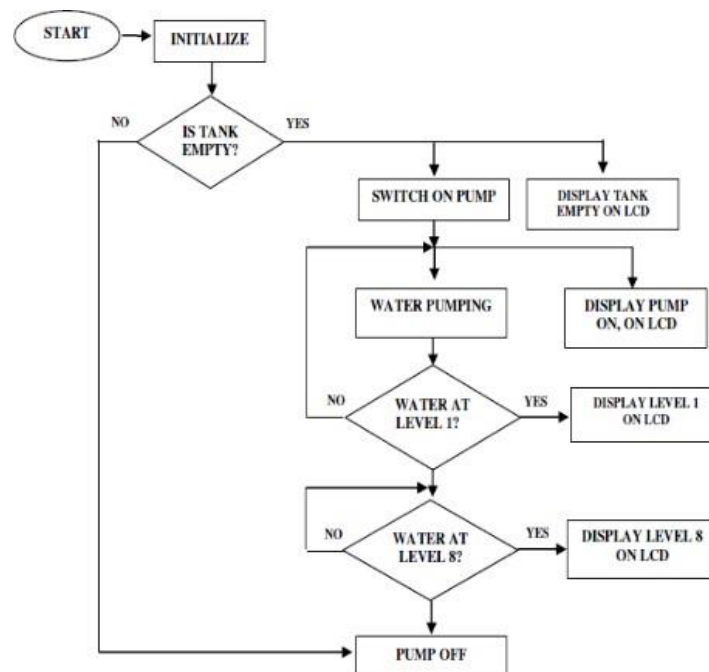
Langkah 7: Mikrokontroler (pengambilan keputusan berdasar ketinggian air).

Langkah 8: Tampilan Unit.

Langkah 9: Apakah tangki penuh?

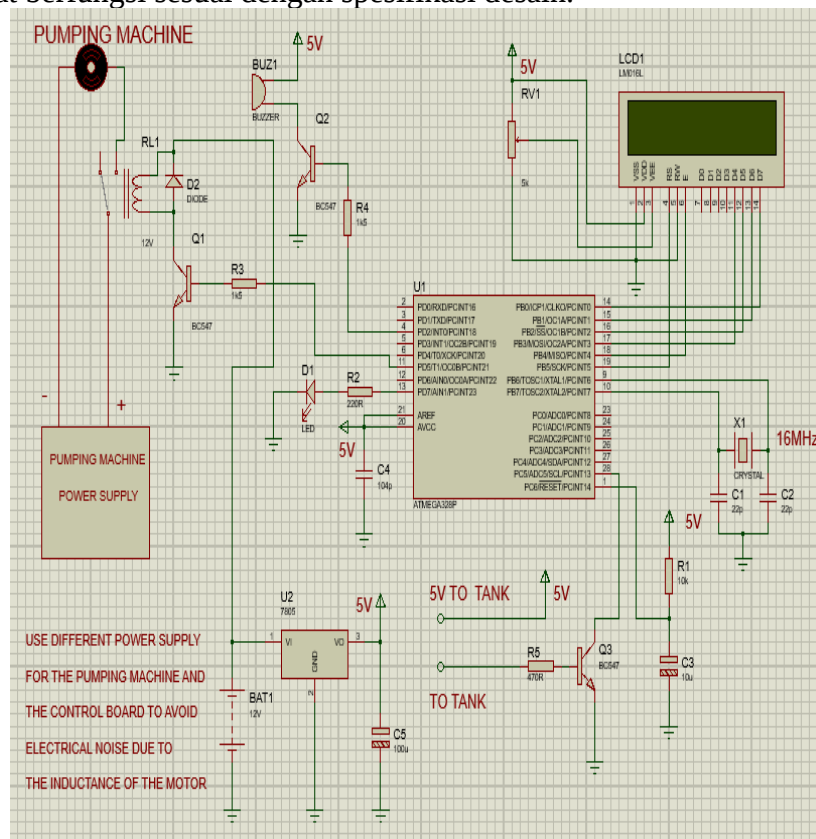
Langkah 10: Pompa mati.

Langkah 11: Berhenti.



Gambar 5. Flowchart system yang dikembangkan

Program tertulis dimuat ke mikrokontroler virtual dan kemudian disimulasikan. Keluaran dari simulasi diikuti dalam implementasi perangkat keras desain. Setelah konstruksi, pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat berfungsi sesuai dengan spesifikasi desain.



Gambar 6. Hasil simulasi keseluruhan

Setelah pengujian yang berhasil, desain prototipe monitor ketinggian air otomatis dengan umpan balik diimplementasikan, seperti yang ditunjukkan pada gambar. 8. Pelaksanaan pekerjaan ini memiliki tantangan yang cukup banyak. Soket digunakan untuk melindungi kaki-kaki IC, sehingga meminimalkan kerusakan pada komponen. Terlepas dari kerusakan komponen, sirkuit terbuka merupakan masalah karena beberapa kabel yang akan disolder tidak menyentuh papan Vero dengan benar.

Kesimpulan

Filterisasi dengan metode elektrolisa dapat menurunkan kadar Fe (besi) dan Mn (mangan) dari sumber air hujan. Hal ini disebabkan oleh proses elektrolisa yang dapat menimbulkan reaksi reduksi dan reaksi oksidasi, sehingga terjadi pengikatan ion-ion logam berat yang terlarut di dalam air dan merubahnya kedalam bentuk yang lebih besar (partikel endapan/*flok*). Logam berat yang telah berbentuk partikel endapan/*flok* tersebut akan semakin mudah untuk tersaring oleh filter yang digunakan dalam proses filterisasinya.

Sistem ini menggunakan mikrokontroler untuk mengotomatisasi proses pemompaan air dalam sistem penyimpanan tangki *over-head* dan memiliki kemampuan untuk mendeteksi ketinggian air di dalam tangki, menghidupkan/mematikan pompa yang sesuai dan menampilkan status pada layar LCD. Penelitian ini telah berhasil memberikan perbaikan pada pengontrol ketinggian air yang ada dengan menggunakan sirkuit terkalibrasi untuk menunjukkan ketinggian air dan penggunaan daya DC sebagai pengganti AC sehingga menghilangkan risiko sengatan listrik. Sistem yang dikembangkan mampu menyalakan pompa 1HP dari tegangan input, yang dapat memberikan arus output maksimum 20A. Perangkat ini dapat digunakan untuk mengoperasikan berbagai mesin pompa air yang digunakan di rumah tangga dan industri. Dengan penggunaan peralatan ini maka suplai air yang tersedia dapat dimaksimalkan secara efektif. Sistem ini dirancang sebagai upaya untuk menghilangkan ketidakandalan manusia, menunjukkan tingkat air di dalam tangki dan untuk meningkatkan kehidupan kerja pompa dengan meningkatkan waktu rata-rata untuk gagal karena pengurangan stres di atasnya, sehingga meningkatkan kinerja keseluruhan pompa listrik. Prioritas diberikan untuk membuat rangkaian sederhana dan efisien sehingga dapat mengurangi biaya pengoperasian dan pemeliharaan serta kebutuhan energi sistem. Sistem bekerja seperti yang dirancang tetapi dengan sedikit modifikasi, ketinggian air dapat ditunjukkan secara digital menggunakan layar tujuh segmen atau LCD.

Daftar Pustaka

- Arumuggam, K & Singh. (2013). *Optimization of Hybrid Solar and Wind Power Generation*. *Journal of Applied Sciences*. Vol. 13. (pp. 869-875).
- California Energy Commission (CEC). (2012). *A Guide to Photovoltaic (PV) Systems Design and Installatio*.
- Dan, D., & Fahrul, M. (2022). *RANCANG BANGUN DAN ANALISIS KINERJA SISTEM WATER HEATER BERBASIS SEL FOTOVOLTAIK*.
- Indriyanto. (2006). *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2007). *Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) Indonesia*. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Khaled, R. S., Shah, A. M., & Mohsin, R. (2010). *Microcontroller Based Automated Water Level Sensing and Controlling: Design and Implementation Issue*. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*. Vol. 10. Issue 1. (pp. 220-224).
- Wahyuni, T. (n.d.). *FILTER AIR DENGAN METODE ELEKTROLISA*.