

Monitoring Kadar Oksigen Dan Suhu Kolam Ikan Air Tawar Dengan Sumber Energi Solar Sel

Sunubroto¹, Zul Fakhri²

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani (Unjani)
Jl. Terusan Jend, Sudirman PO BOX 148 Cimahi 40531
sunubroto@gmail.com

Abstract

Freshwater fish ponds are often found for fish farming, both on a small and large scale. The fish in the pond will be fresh and healthy if the oxygen level and temperature are in accordance with the fish's needs. So that oxygen levels and temperature are always good it needs to be monitored. To monitor it, we need a system that can work as desired. To maintain good oxygen levels, an aerator is needed. The aerator here uses the power source from solar cells. Energy obtained from sunlight through solar cells and stored in batteries or batteries. The output voltage from the battery is DC voltage. To be able to drive the aerator motor, an inverter is needed which converts the Dc voltage into AC voltage. The control is controlled by a microcontroller with a temperature sensor and an oxygen level sensor. This system will provide information about oxygen levels and temperature in realtime.

Keywords: *Aerator, Fish Pond, Microcontroller, Solar Cells*

Abstrak

Kolam ikan air tawar banyak ditemui untuk budidaya ikan, baik dalam skala kecil maupun skala besar. Ikan yang ada dalam kolam tersebut akan segar dan sehat apabila kadar oksigen dan suhu sesuai dengan kebutuhan ikan tersebut. Supaya kadar oksigen dan suhu selalu baik maka perlu dimonitor. Untuk memonitornya diperlukan suatu sistem yang dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Untuk menjaga kadar oksigen selalu baik diperlukan aerator. Aerator disini menggunakan sumber daya dari sel surya. Energi yang didapat dari cahaya matahari melalui solar sel dan disimpan ke baterai atau aki. Tegangan keluaran dari baterai adalah tegangan DC, untuk dapat menggerakkan motor aerator diperlukan inverter yang merubah tegangan Dc menjadi tegangan AC. Pengontrolan dikendalikan oleh mikrokontroler dengan sensor suhu dan sensor kadar oksigen. Sistem ini akan memberikan informasi tentang kadar oksigen dan suhu secara realtime.

Kata Kunci: Aerator, Kolam Ikan, Mikrokontroler, Solar Sel

I. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk yang sangat besar merupakan pasar potensial untuk produk perikanan. Apalagi fakta saat ini menunjukkan konsumsi ikan perkapita Indonesia masih sangat rendah jika dibandingkan dengan konsumsi penduduk negara berkembang lainnya [1] – [2]. Kalau kita menilik laporan KKP pada tahun 2011, konsumsi ikan masyarakat Indonesia hanya berada diangka 31,5 kg per tahun [3]. Bila bandingkan dengan Malaysia yang mencapai 55,4 kg per tahun negara kita masih tertinggal. Kabar baiknya, pertumbuhan rata-rata konsumsi ikan di Indonesia cukup tinggi 5,04 persen per tahun. Jauh diatas Malaysia yang hanya 1,26 persen per tahun [4] – [6]. Berdasarkan data yang dituliskan diatas diperlukan Budidaya ikan air tawar.

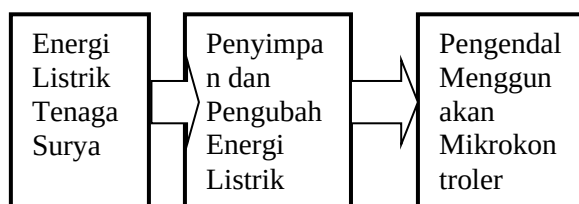
Budidaya ikan memerlukan lingkungan yang sesuai agar pertumbuhan dan perkembangan ikan mengalami peningkatan. Salah satu cara perbaikan lingkungan dalam pengelolaan budidaya ikan skala intensif adalah dengan perbaikan pengaturan temperatur air kolam, kualitas oksigen melalui aerasi yang berfungsi untuk meningkatkan sumber oksigen [7]. Kualitas air kolam harus dipertahankan dalam kondisi yang baik yang layak untuk kehidupan ikan. Menurunnya oksigen terlarut dalam kolam ikan dapat mengakibatkan nafsu makan menurun dan akan mempengaruhi pertumbuhan serta daya tahan terhadap penyakit. Diperlukan suatu peralatan mekanis yang dapat meningkatkan pemasukan oksigen ke dalam air kolam alat tersebut adalah *aerator*[8]. *Aerator* yang dapat meningkatkan kualitas air pada kolam ikan memerlukan sistem pengaturan yang terkendali

secara elektronik. Perangkat elektronik yang dapat mengendalikan sistem aerasi secara fleksibel dan dapat diatur sesuai dengan keperluan dapat menggunakan mikrokontroler [9]. Mikrokontroler yang sangat banyak di pasaran dan mudah digunakan adalah Mikrokontroler ATmega 8535. Pengaturan yang dilakukan pada sistem aerasi di kolam ikan meliputi pengaturan kecepatan putaran kincir air dan gelembung air. Selain itu suhu kolam ikan juga dapat diatur sesuai dengan suhu yang diinginkan[10].

II. METODE

Sistem aerasi pada kolam ikan ini berfungsi untuk menjaga agar air kolam tetap mengandung sejumlah oksigen terlarut sesuai yang dibutuhkan dalam budidaya ikan. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang terintegrasi mulai dari subsistem kincir air yang menggerakkan air kolam agar oksigen merata keseluruh sudut kolam, subsistem pengendali yang berfungsi untuk mengendalikan perputaran kincir air dan penyimpanan energi, subsistem yang pembangkit energi listrik yang dibangkitkan dari tenaga angin, dan subsistem penyimpan dan pengubah energi energi listrik.

Sistem aerasi kolam ikan yang akan dirancang dan dibangun secara fungsional digambarkan pada gambar 1 berikut ini.

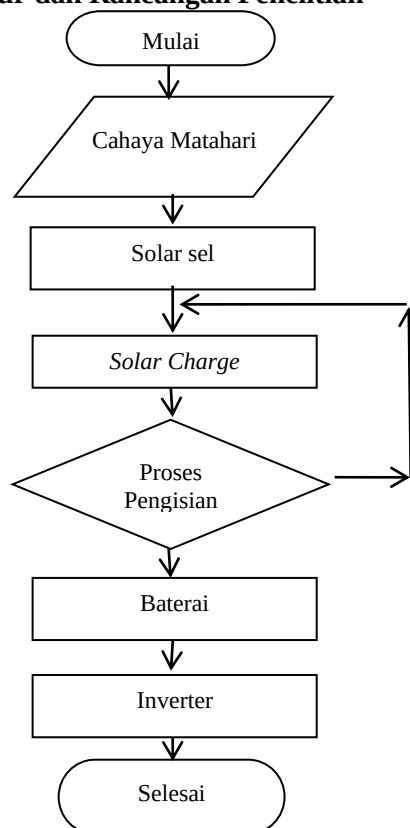


Gambar 1. Diagram Fungsional Sistem Aerasi pada Kolam Ikan

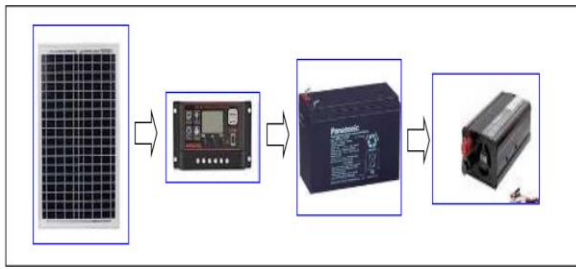
Dari gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut, di awal subsistem kincir air merupakan bagian yang berhubungan langsung dengan air pada kolam ikan. Kincir air berputar secara kontinyu untuk menghasilkan larutan oksigen yang merata ke seluruh kolam. Penempatan kincir air disesuaikan dengan luas kolam yang digunakan. Kincir air pada bagian permukaan adalah untuk menggerakkan air secara horizontal, sedangkan untuk pergerakan air secara vertikal maka digunakan blower. Kecepatan pergerakan air secara vertikal dan horizontal dikendalikan oleh subsistem Pengendali. Berikutnya subsistem pengendali fungsinya adalah untuk

mengendalikan pergerakan air dan juga mengendalikan tegangan listrik yang dihasilkan oleh kincir angin. Tegangan yang besar/kecil dari kincir angin dipengaruhi oleh kecepatan angin diperlukan suatu rangkaian pengendali yang fleksibel agar tidak merusak subsistem penyimpanan energi. Rangkaian pengendali menggunakan mikrokontroler ATmega, dengan pertimbangan kemudahan dalam aplikasi dan murah. Subsistem Penyimpanan dan pengubah energi listrik adalah bagian yang menyuplai kebutuhan energi bagi sistem aerasi ini. Diperlukannya subsistem ini adalah karena energi listrik yang dihasilkan kincir angin tidak kontinyu besarnya sepanjang waktu. Juga kebutuhan tegangan listrik pada sistem tidak sama maka diperlukan rangkaian inverter yang mengubah tegangan dc menjadi ac. Solar sel adalah subsistem pembangkit yang mengubah energi solar menjadi energi listrik. Kebutuhan energi listrik sistem aerasi ini dirancang dari energi solar karena lokasi kolam yang berada pada tempat terbuka umumnya memiliki cahaya matahari yang mencukupi untuk menyimpan cahaya pada solar sel. Di samping itu sistem pembangkit listrik tenaga solar sel mudah dalam operasional dan perawatan.

2.1 Alur dan Rancangan Penelitian

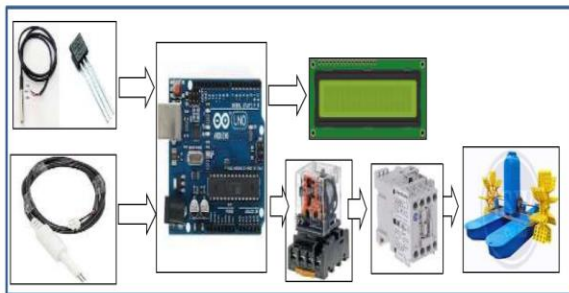


Gambar 2 Flow chart penelitian



Gambar 3 Sistem sumber tegangan solar sel

Pada diagram blok sistem yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan sistem untuk sumber daya untuk kolam ikan. Dimana menggunakan solar sel dengan menyerap cahaya matahari dan menampung sumber daya yang dihalikan ke dalam baterai dengan memanfaatkan Solar charge controller. Kemudian menggunakan inverter dari tegangan sumber DC menjadi tegangan sumber AC untuk sistem kolam ikan.



Gambar 4. Sistem monitoring aerasi pada Kolam Ikan

Dapat dilihat pada gambar 4, terdapat 2 buah sensor yaitu sensor suhu DS18B20 dan sensor *Dissolved Oxygen (DO)*. Sensor suhu DS18B20 dihubungkan ke pin 4 arduino. Sensor ini menggunakan *one wire communication* sehingga hanya membutuhkan 1 kabel untuk dapat mengetahui suhu yang dideteksi. Output dari sensor suhu DS18B20 sudah berupa sinyal digital dan arduino hanya memanggil dengan perintah tertentu untuk dapat mengetahui suhu yang dideteksi. Sedangkan sensor DO dihubungkan dengan pin 2 dan pin 3 arduino yang kemudian kedua pin tersebut akan difungsikan sebagai pin komunikasi serial TX dan RX. Untuk dapat memfungsikan pin 2 dan pin 3 menjadi komunikasi serial, maka pada mikrokontroler arduino harus ditambahkan *library software serial* sehingga komunikasi serialnya tidak menggunakan pin yang sudah ada pada arduino. Pada pemrograman mikrokontroler arduino, dibutuhkan library sensor suhu DS18B20 dan sensor DO agar suhu dan kadar oksigen dapat dibaca oleh arduino. Hasil pembacaan ini kemudian akan ditampilkan pada LCD dan

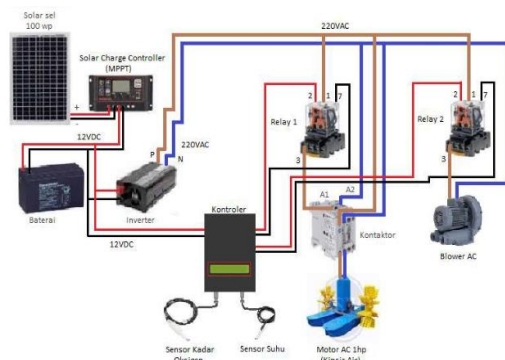
dibandingkan dengan set point yang sudah ditentukan. Penentuan set point dilakukan didalam program Arduino. Suhu serta kadar oksigen yang akan menjadi acuan diset di dalam program Arduino. Hal ini menyebabkan suhu dan kadar oksigen yang menjadi acuan tidak dapat dirubah melalui pengaturan eksternal. Dengan demikian, untuk merubah nilai suhu dan kadar oksigen yang menjadi set point harus dirubah di dalam program Arduino itu sendiri. Untuk dapat mengatur set point secara eksternal saat sistem berjalan, dapat ditambahkan potensiometer atau keypad sebagai pengatur set point. Nilai set point ini juga nantinya akan ditampilkan di LCD bersamaan dengan nilai suhu dan kadar oksigen yang dideteksi.

Hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 dan sensor DO akan dibandingkan dengan nilai set point yang telah ditentukan di dalam program. Output dari komparasi ini terdiri dari 2 output yaitu blower dan kincir air. Kedua output ini saling berdiri sendiri dan tidak dipengaruhi oleh input yang lain. Input suhu akan mempengaruhi aktif dan tidaknya blower sedangkan input kadar oksigen akan berpengaruh pada aktif dan tidaknya kincir air. Sistem pengendalian yang digunakan pada sistem ini adalah on off control dimana output hanya akan ada pada posisi on atau off tidak variabel. Output blower dihubungkan dengan relay 2 pada modul driver relay. Pin sinyal relay 2 dihubungkan dengan pin 12 arduino. Dengan demikian untuk mengaktifkan relay 2 ini, pin 12 arduino harus diberi sinyal HIGH atau 1. Sedangkan output kincir air dihubungkan dengan relay 1 pada modul driver relay. Pin sinyal relay 1 dihubungkan dengan pin 13 arduino. Sehingga untuk mengaktifkan kincir air, Arduino harus memberikan logika HIGH atau sinyal 1 pada pin 13 ini. Baik blower maupun kincir air ini dihubungkan dengan pin *Normally Open (NO)* dari relay, sehingga ketika relay aktif blower dan kincir air pun aktif. Ketika hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 lebih tinggi dari set point ($PV > SV$), maka blower akan on. Logika HIGH akan diberikan pada pin 12 arduino yang kemudian akan mengaktifkan relay 2 dan membuat blower menjadi on. Ketika nilai suhu sudah mencapai set point dan kurang dari set point, arduino akan memberikan logika LOW pada pin 12 sehingga relay akan off dan blower menjadi padam. Berbeda dengan blower, kincir air akan on ketika hasil pembacaan sensor DO lebih rendah dari set point ($PV < SV$). Ketika hal itu terjadi, maka arduino akan memberika logika

HIGH pada pin 13 dan akan membuat relay 1 on. Oleh karena itu, kincir air pun akan on. Kemudian ketika hasil pembacaan sensor DO sudah mencapai set point yang diinginkan atau lebih tinggi dari set point maka pin 13 arduino akan berlogika LOW. Hal ini membuat relay 1 off dan kincir air juga akan off. On dan off blower tidak dipengaruhi oleh kadar oksigen atau oleh hasil pembacaan sensor DO.

2.2 Perancangan Keseluruhan Hardware

Perancangan wiring diagram keseluruhan sistem pengendali kualitas air kolam ikan dan sumber daya solar sel dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

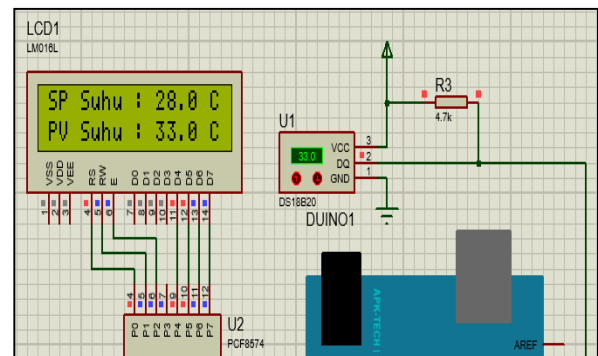


Gambar 5. Wiring diagram keseluruhan sistem

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengukuran Sistem

Sensor DS18B20 dapat bekerja dalam dua mode, yaitu mode *normal power* dan mode *parasite power*. Pada mode *normal*, gnd akan terhubung dengan ground, vcc akan terhubung dengan 5V dan data akan terhubung dengan pin arduino, namun ditambahkan resistor pull-up sebesar 4,7k. Mode ini sangat direkomendasikan pada aplikasi yang melibatkan banyak sensor dan membutuhkan jarak yang panjang. Pada mode *parasite*, gnd dan vcc disatukan dan terhubung dengan ground. Data akan terhubung dengan pin arduino melalui resistor pull-up. Pada mode ini, power diperoleh dari power data. Mode ini bisa digunakan untuk aplikasi yang melibatkan sedikit sensor dalam jarak yang pendek. Hasil simulasi sensor suhu DS18B20 menggunakan proteus dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Simulasi sensor suhu DS18B20 dengan *software* proteus

TABEL 1. PERBANDINGAN PENGUKURAN SUHU SISTEM YANG DIBUAT DENGAN THERMOMETER PEMBANDING (PERCOBAAN 1)

No	Suhu Air Kolam		Persen Error (%)	Persen Akurasi (%)
	Sensor DS18B20 (°C)	Termometer (°C)		
1	24.31	25.2	3.53	96.47
2	24.25	25.2	3.76	96.24
3	24.31	25.3	3.53	96.47
4	24.25	25.2	3.76	96.24
5	24.31	25.2	3.53	96.47
6	24.25	25.2	3.76	96.24
7	24.25	25.2	3.76	96.24
8	24.31	25.3	3.53	96.47
9	24.31	25.3	3.53	96.47
10	24.31	25.3	3.53	96.47
11	24.31	25.3	3.53	96.47
Rata-rata			3.61	96.38

Monitoring Kadar Oksigen Dan Suhu Kolam Ikan Air Tawar
(Sunubroto, Zul Fakhri : 17 - 23)

TABEL 2. PERBANDINGAN PENGUKURAN SUHU SISTEM YANG DIBUAT DENGAN THERMOMETER PEMBANDING (PERCOBAAN 2)

No	Suhu Air Kolam		Persen <i>Error</i> (%)	Persen Akurasi (%)
	Sensor DS18B20 (°C)	Termometer (°C)		
1	25.94	26.9	3.56	96.44
2	25.87	26.9	3.84	96.16
3	25.87	26.9	3.84	96.16
4	25.81	26.9	4.05	95.95
5	25.87	26.9	3.84	96.16
6	25.87	26.9	3.84	96.16
7	25.87	26.9	3.84	96.16
8	25.94	26.9	3.56	96.44
9	25.94	26.9	3.56	96.44
10	25.94	26.9	3.56	96.44
11	25.94	26.9	3.56	96.44
Rata-rata			3.73	96.26

TABEL 3. PERBANDINGAN PENGUKURAN SUHU SISTEM YANG DIBUAT DENGAN THERMOMETER PEMBANDING (PERCOBAAN 3)

No	Suhu Air Kolam		Persen <i>Error</i> (%)	Persen Akurasi (%)
	Sensor DS18B20 (°C)	Termometer (°C)		
1	27.37	28.2	2.94	97.06
2	27.31	28.3	3.51	96.49
3	27.25	28.2	3.36	96.64
4	27.25	28.2	3.36	96.64
5	27.31	28.2	3.15	96.85
6	27.25	28.3	3.17	96.29
7	27.31	28.3	3.51	96.49
8	27.25	28.3	3.17	96.29
9	27.31	28.3	3.51	96.49
10	27.31	28.3	3.51	96.49
11	27.25	28.3	3.51	96.49
Rata-rata			3.33	96.56

Dari hasil tabel di atas, diperoleh data persen *error* pada pengukuran suhu air akuarium pada percobaan ke-1 $\pm 3.61\%$, pada percobaan ke-2 $\pm 3.73\%$ dan pada percobaan ke-3 $\pm 3.33\%$ dan diperoleh data persen akurasi pada pengukuran

suhu air akuarium pada percobaan ke-1 $\pm 96.38\%$, pada percobaan ke-2 $\pm 96.26\%$ dan pada percobaan ke-3 $\pm 95.56\%$. Pengukuran tidak terlalu akurat dikarenakan pengukuran digit di

belakang koma pada sensor tidak tetap dan jenis termometer yang digunakan.

3.2 Pengukuran Sensor *Dissolved Oxygen* (DO)

Parameter yang akan diukur yaitu kadar DO. Ketika sensor DO dimasukkan kedalam air tambak udang, maka data kadar DO akan terdeteksi oleh sensor yang sudah terhubung dengan Arduino UNO. Kemudian Arduino akan memproses dan mengirimkan data yang kemudian ditampilkan pada LCD. Sensor DO terdiri dari 2 bagian yakni *probe* sensor dan modul sensor. Probe sensor DO yang terbuat dari galvanik terdiri dari membran PTFE, anoda yang diberi elektrolit dan katoda. Molekul oksigen masuk melalui membran probe dengan kecepatan konstan (tanpa membran, reaksi terjadi terlalu cepat). Setelah molekul oksigen melewati membran, mereka direduksi di katoda dan tegangan kecil dihasilkan. Jika tidak ada molekul oksigen, probe akan mengeluarkan 0 mV. Saat oksigen meningkat, begitu pula keluaran mV dari probe akan meningkat. Suhu yang ideal bagi budidaya ikan adalah suhu yang stabil di kisaran 28-30 C serta tidak terjadi perbedaan suhu air yang mencolok antara siang dan malam. Kurangnya oksigen terlarut yang memadai adalah penyebab utama dari kematian ikan. Kadar oksigen normal di kolam yang sehat berkisar antara 5 hingga 10 ppm

3.3 Pengukuran Kincir Air

Fungsi utama dari kincir air adalah menyuplai oksigen pada kolam ikan. Untuk mengetahui jumlah dan daya kincir air yang dibutuhkan, maka perludiketahui total biomassa ikan yang ada pada kolam ikan. Setelah diketahui, kemudian disesuaikan dengan kapasitas suplai kincir air. Simulasi perhitungan dapat dilakukan dengan mengetahui luas kolam ikan, kepadatan tebar ikan (ekor/m²), asumsi *size* target saat dipanen dan *survival rate* (SR) ikan.

Sebagai contoh, jika luas kolam ikan adalah 1000m² dengan kepadatan tebar ikan 10 ekor/m², asumsi *size* ikan saat dipanen adalah 200gram/ikan dengan *survival rate* (SR) 100%, maka dapat diketahui berapa daya dan jumlah kincir air yang dibutuhkan. Pertama adalah mengetahui jumlah ikan dalam 1 kolam, yaitu dengan cara luas kolam ikan 1000m² dengan kepadatan tebar 5ekor/m² maka jumlah ikan yang dapat ditampung adalah 5000 ekor ikan. Kemudian jika diasumsikan bahwa idealnya kincir air dengan daya 1 HP mampu menyuplai

hingga 250kg ikan, maka jumlah kincir air yang dibutuhkan adalah $1000\text{kg} / 250\text{kg} = 4$ kincir air dengan daya 1 HP atau 2 kincir air dengan daya 2 HP.

3.4 Pengukuran Blower

Dalam menentukan daya blower dibutuhkan beberapa parameter diantaranya berat jenis gas, kecepatan udara dan kecepatan udara rata-rata, suhu aliran udara pada blower serta aliran volumetric. Sama halnya dengan kincir air, dalam menentukan blower yang digunakan untuk keperluan kolam ikan pun perlu diketahui beberapa parameter seperti luas kolam ikan, volume air di dalam kolam ikan, jumlah ikan dan parameter lainnya.

3.5 Perhitungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Solar Cell yang digunakan yaitu Solar Cell 100 WP artinya solar cell tersebut mempunyai 100 Watt Peak (pada saat matahari terik). Peak 1 hari di asumsikan 5 jam sehingga $100 \times 5 = 500$ Watt hour / day itu kapasitas maksimal untuk pemakaian 1 hari. Perhitungan keperluan daya (perhitungan daya listrik perangkat dapat dilihat pada tabel di belakang perangkat, ataupun dibaca dari manual): Diasumsikan pemakaian 5 jam perhari Jumlah solar cells panel yang dibutuhkan, satu panel kita hitung 100 Watt (perhitungan adalah 5 jam maksimum tenaga surya): Kebutuhan solar cells panel : $(875,9 / 100 \times 5) = 2$ panel surya. Jumlah kebutuhan baterai 12 Volt dengan masing-masing 100 Ah. Kebutuhan baterai minimum (baterai hanya digunakan 50% untuk pemenuhan kebutuhan listrik), dengan demikian kebutuhan daya kita kalikan 2 x lipat : $875,9 \times 2 = 1752$ Watt hour = $1752 / 12 \text{ Volt} / 100 \text{ Amp} = 2$ baterai 100 Ah.

IV. KESIMPULAN

Suhu yang ideal bagi budidaya ikan adalah suhu yang stabil di kisaran 28-30 C serta tidak terjadi perbedaan suhu air yang mencolok antara siang dan malam Kurangnya oksigen terlarut yang memadai adalah penyebab utama dari kematian ikan. Kadar oksigen normal di kolam yang sehat berkisar antara 5 hingga 10 ppm. Total kebutuhan daya untuk system monitoring ini adalah sebesar 875,9 Watt hour

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wicaksono, S. (2010). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Parkir Mobil Area Tertutup Menggunakan Sensor Infra Merah Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Dan Barcode Sebagai Sistem Pengaman* (Doctoral dissertation, Department of Physics, Diponegoro University).
- [2]. Syamsul, S., Hanafi, H., Suherman, S., & Widiati, S. Y. (2016). Perancangan dan Pembuatan Modul Praktikum Berbasis Mikrokontroler Untuk Meningkatkan Fungsi Laboratorium Sekolah Menengah Tingkat Atas (SMTA). *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 13(2), 69-72.
- [3]. Boldea, I., & Nasar, S. A. (1992). *Vector control of AC drives*. CRC press.
- [4]. Farret, F. A., & Simoes, M. G. (2006). *Integration of alternative sources of energy*. John Wiley & Sons.
- [5]. Boyd, C. E., & Fast, A. W. (1992). *Pond monitoring and management. Marine Shrimp Culture Principles and Practices*.
- [6]. Suryatmo, F. (1984). *Teknik listrik motor & generator arus bolak-balik*. Alumni.
- [7]. Junianto, J., Manguwidjadja, D., Suprihatin, S., Mulyorini, M., & Wahyuntari, B. Pengaruh Tingkat Aerasi dan Kecepatan Agitasi terhadap Tingkat Hidrolisis Protein Kulit Udang pada Tahapan Ekstraksi Kitin secara Biologis. *Bionatura*, 11(2), 218443.
- [8]. ASSANTHI, A. N. (2014). *Prevalensi Cacing Tubifex yang Terinfeksi Myxobolus di Sentra Budidaya Ikan Koi (Cyprinus Carpio) di Desa Nglekok, Kabupaten Blitar-Jawa Timur* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA).
- [9]. Sutopo, B. (1991). Energy Saving Algorithm on Thyristor Controlled Induction Motor.
- [10]. Rasjid, D. H. (2016). Analisis Pengaturan Putaran Motor Satu Fasa Dengan Parameter Frekuensi Menggunakan Power Simulator (PSIM). *Jurnal EECCIS*, 9(2), 157-162.