

# Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Daya Pengendali Ekosistem Tambak Udang

<sup>1</sup>Titin Hamidah, <sup>2</sup>Yuli Dwi Setyawan, <sup>3</sup>Niken Adriaty Basyarach, <sup>4</sup>Gatut Budiono

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya  
<sup>1</sup>titinhamidah59@gmail.com, <sup>3</sup>nikenbasyarach@untag-sby.ac.id

*Abstrak* - This study uses four main parts, the first part is 200 WP solar cell as the main source of solar energy into DC initial voltage, the second part is the control charger as a battery switcher or power storage and generated load from the solar cell, the third part is inverter, to converts the DC voltage of battery to the AC, and the fourth part is loader (water pump and automatic feeder). PLC (Programmable Logic Controller) as a controller with the help of solenoid that will move the door water pump door and feed automatically. The input used is a sensor temperature (PT 100) which functions as a temperature indicator on the farm, namely 24°-35° C and simultaneously opens the pump door when the water temperature is above 35° C and will move the automatic feed when the temperature is below 24° C, water clarity sensor (Turbidity Sensor) as an indicator of water turbidity caused by dispersion of sunlight which significantly affects the survival of shrimp in water, while the normal limit of turbidity of water in shrimp ponds is 800 NTU with a unit of turbidity namely NTU (Nephelometric Turbidity Unit) this sensor will move the automatic feed when water turbidity is above 800 NTU because the clearer water get, the higher the clarity value. Apart from these inputs, the PLC will also control automatic feed, where automatic feed will work every 3 days.

*Kata Kunci* - PLC, Solar Cell, Temperature Sensor, Turbidity Sensor.

*Abstrak* - Penelitian ini menggunakan empat bagian utama, bagian pertama yaitu solar cell 200 WP untuk sumber utama dari energi matahari menjadi tegangan awal DC, bagian kedua yaitu control charger sebagai switcher pada baterai atau penyimpanan daya dan ke beban yang dihasilkan dari solar cell tersebut, bagian ketiga yaitu inverter salah satu penguah bagian tegangan DC dari baterai ke AC, serta bagian keempat yaitu beban ( pompa air dan pemberi pakan otomatis ). PLC ( Programmable Logic Controller ) sebagai pengontrol dengan bantuan solenoid yang akan menggerakkan pintu pada pompa air dan pakan secara otomatis. Inputan yang digunakan adalah sensor suhu (PT 100) yang berfungsi sebagai indikator suhu pada tambak yaitu 24°-35° C dan sekaligus membuka pintu pompa ketika suhu air diatas 35° C dan akan menggerakkan pakan otomatis ketika suhu dibawah 24° C, sensor kejernihan air (Turbidity Sensor) sebagai indikator kekeruhan air yang disebabkan akibat dispersi sinar matahari dimana sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang didalam air, adapun batas normal kekeruhan air pada tambak udang yaitu 800 NTU. Sensor ini akan menggerakkan pakan otomatis ketika

kekeruhan air diatas 800 NTU. Selain dari inputan tersebut, PLC juga akan mengontrol pakan otomatis, dimana pakan otomatis akan bekerja setiap 3 hari sekali dengan sekali pemberian makan udang.

*Kata Kunci* - PLC, Sensor Kejernihan, Sensor Suhu, Solar Cell.

## I. Pendahuluan

Daerah pesisir dekat pantai utara Jawa seperti Gresik, Lamongan, Dukun dan sekitarnya terdapat lahan yang luas untuk bertani. Banyak petani di daerah tersebut yang memiliki lahan budidaya perairan yang menjanjikan. Salah satunya yaitu digunakan sebagai budidaya udang dan ikan. Udang vanamei merupakan salah satu komoditas yang masih memiliki peluang usaha yang cukup baik bagi konsumen lokal maupun internasional. Produksi yang tinggi merupakan tujuan dari budidaya udang secara semi intensif untuk memenuhi kebutuhan pasar akan udang. Salah satu ciri dari budidaya semi intensif adalah pemantauan yang dilakukan secara berkala terhadap tambak untuk menghasilkan kualitas udang yang baik. Kualitas air tambak merupakan faktor utama kelangsungan hidup dan produktivitas budidaya udang. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter fisika, yaitu suhu air, salinitas, kekeruhan air, padatan terlarut dan sebagainya. Buruknya kualitas air berdampak pada turunnya nafsu makan udang, lambatnya pertumbuhan udang, mudahnya udang terserang penyakit.

Saat musim hujan, kualitas air tambak cenderung tidak stabil serta pada kondisi ekstrim akan terjadi penurunan kualitas perairan secara drastis. Seperti kita ketahui, kualitas perairan erat sekali dengan aktivitas plankton dalam berfotosintesa untuk menghasilkan zat hijau daun (*Chlorophyl*) yang sangat berguna untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Fotosintesa tersebut sangat bergantung pada sinar matahari, sedangkan pada musim hujan sinar matahari relatif minim sehingga kualitas air tambak cenderung tidak stabil. Untuk mencegah dampak buruk tersebut maka diperlukan sistem untuk memonitoring dan mengontrol air tambak sehingga kualitas air dapat terkendali dengan baik.

Secara fisik kualitas air untuk tambak udang vaname ditentukan oleh suhu (menurut data dilapangan 24 - 35° C), karena pada kisaran tersebut menunjukkan imbang yang optimal antara oksigen dan karbondioksida serta berbagai mikroorganisme yang merugikan sulit berkembang. Selain itu kekeruhan (menurut data dilapangan 800 NTU) pada tambak udang juga sangat penting karena sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang itu sendiri.

## II. Landasan Teori

### A. Udang vannamei

Udang vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) merupakan salah satu jenis udang introduksi yang banyak diminati, karena memiliki banyak keunggulan antara lain relative tahan penyakit, pertumbuhan cepat ( masa pemeliharaan 100-110 hari ). Klasifikasi dan tata nama udang vannamei [1]. Udang vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) termasuk hewan omnivore yang mampu memanfaatkan pakan alami yang terdapat dalam tambak sehingga dapat mengurangi input pakan berupa pellet. Budidaya udang *vannamei* sangat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal lingkungan tambak. Kualitas benih, persiapan tambak, manajemen kualitas air, manajemen pakan, maupun cuaca sangat menentukan keberhasilan budidaya udang.

### B. Manajemen Kualitas Air

Manajemen kualitas air merupakan upaya memanipulasi kondisi lingkungan sehingga berada dalam kisaran yang sesuai untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan/udang. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut dan lainnya), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, kadar logam, dan lainnya), dan parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri, dan sebagainya) [4]. Kualitas air yang tidak memenuhi syarat dapat menyebabkan penurunan produksi dan akibatnya keuntungan yang diperoleh akan menurun.

Suhu merupakan salah satu factor dalam kehidupan udang di tambak. Suhu air sangat berkaitan dengan konsentrasi oksigen di dalam air dan laju konsumsi oksigen hewan air. Suhu air berbanding terbalik dengan konsentrasi oksigen di dalam air dan berbanding lurus dengan laju konsumsi oksigen hewan air. Suhu air yang optimal dalam pembudidayaan udang berdasarkan data yang didapat dilapangan yaitu 24-35°C. Bahwa suhu air mempengaruhi reaksi kimia perairan dan reaksi biokimia di dalam tubuh udang. Pada suhu dibawah 24°C atau diatas 35°C akan mengalami penurunan pertumbuhan [1].

Salinitas adalah total konsentrasi ion yang terlarut dalam air. Salinitas merupakan kadar garam atau keasinan terlarut dalam air. Kandungan garam sebenarnya pada air tawar secara definisi kurang dari 0,05 ppt (*part per thousand*). Salinitas dinyatakan dalam satuan ppt (*part per thousand*). Ion-ion penyusun utama yang berpengaruh terhadap tinggi rendahnya salinitas adalah Chl, Natrium, Sulfat, Magnesium, Kalsium,

Kalium, dan Bikarbonat. Salinitas merupakan parameter penting karena berhubungan dengan tekanan osmotik dan ionic air baik sebagai media internal maupun eksternal [2]. Tekanan *osmotic* adalah tekanan yang dibutuhkan untuk mempertimbangkan kestimbangan osmotik larutan dan pelarut murni.

Kecerahan perairan dipengaruhi oleh bahan-bahan halus yang melayang-layang dalam air baik berupa bahan organik seperti plankton dan bahan anorganik seperti lumpur dan pasir [3]. Dalam kolam budidaya, kepadatan plankton memegang peranan paling besar dalam menentukan kecerahan meskipun partikel tersuspensi dalam air juga sangat berpengaruh. Plankton akan memberikan warna hijau, kuning, biru-hijau dan coklat pada air [3]. Selanjutnya kedalaman air yang dipengaruhi oleh sinar matahari, semakin kecil kecerahan maka semakin kecil sinar matahari yang masuk sampai dasar tambak yang dapat mempengaruhi aktivitas biota di daerah tersebut.

### C. Panel Surya

Sel Surya / panel surya pada dasarnya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, konversi ini didasarkan pada fenomena efek photovoltaic. Sinar matahari terdiri dari foton dengan tingkat energi yang berbeda tergantung spektrum dari mana sinar berasal. Ketika sinar matahari menyerang permukaan bahan *Photovoltaic* itu menyemburkan elektron yang menghasilkan tegangan listrik. Fenomena ini dikenal sebagai efek *Photovoltaic*. Sel surya dapat mengkonversikan sekitar 30% dari energi radiasi matahari menjadi listrik. Komponen utama sel surya adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya *Photovoltaic*. Modul photovoltaic tersusun dari beberapa sel *photovoltaic* yang dihubungkan secara seri dan paralel yang terbuat dari bahan semikonduktor (umumnya silikon).

### D. Solar Charger

*Solar Charger Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (DC) yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar Charger Controller* mengatur *overcharging* dan kelebihan tegangan dari panel surya. Panel surya 12 volt umumnya memiliki tegangan output 16-21 volt. jadi tanpa *solar charger controller* baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan.

### E. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronik yang mengubah arus DC menjadi arus AC dengan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan. Yaitu mengubah tegangan DC dari panel surya menjadi tegangan AC dengan nilai tegangan dan frekuensi yang dapat diatur sesuai kebutuhan [5]. Inverter yang digunakan dalam penelitian ini adalah inverter sinus 500 Watt.

### F. PLC (Programmable Logic Controller)

Definisi *Programmable Logic Controller* (PLC) adalah suatu peralatan elektronika yang bekerja secara digital dan memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah – perintah untuk melakukan fungsi – fungsi khusus seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan, dan operasi aritmatika untuk mengontrol berbagai jenis motor atau proses melalui modul input output analog atau digital. Cara PLC mengontrol sistem adalah dengan cara menganalisa input kemudian mengatur kondisi output sesuai keinginan pengguna. *Input* PLC bisa berupa *switch*, *limited switch*, sensor elektrik, atau input lainnya yang dapat menghasilkan sinyal yang dapat masuk ke PLC. Keluarannya pun beragam seperti *switch* yang menyalakan lampu indikator, *relay* yang mengatur jalannya motor, kontaktor magnet yang mengatur motor 3 fasa, dan output lainnya yang dapat menerima sinyal *output* dari PLC.

Untuk aplikasi PLC yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Sistem control untuk pakan otomatis
2. Sistem control untuk pompa air

### G. Sensor Suhu

Temperatur suatu benda atau lingkungan dapat diukur dengan *Thermometer*. Namun *thermometer* mempunyai keterbatasan pembacaan yang hanya mampu mengukur suhu hingga 100°C. Oleh karena itu banyak yang menggunakan *thermocouple* untuk mengukur suhu karena memiliki ketepatan yang tinggi. *Thermocouple* yang sederhana dapat dipasang dan memiliki jenis konektor standard yang sama, serta dapat mengukur temperature dalam jangkauan suhu yang cukup besar antara -200°C sampai 1800°C dengan batas kesalahan pengukuran dari 1°C.

Fungsi *Thermocouple* yaitu mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan. Dimana sensor ini dibuat dari sambungan dua bahan metalik yang berlainan jenis. Sambungan ini dikomposisikan dengan campuran kimia tertentu, sehingga dihasilkan beda potensial antar sambungan yang akan berubah terhadap suhu yang dideteksi. Dalam penelitian ini menggunakan *Thermocouple PT100* ( Tipe R ).

### H. Sensor Kejernihan Air

*Turbidity* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan/kejernihan air dengan sifat optik akibat dispersi sinar matahari atau dapat dinyatakan sebagai perbandingan cahaya yang dipantulkan terhadap cahaya yang datang. Intensitas cahaya yang dipantulkan oleh suatu suspensi padatan adalah fungsi konsentrasi jika kondisi-kondisi lainnya konstan. Kekeruhan pada suatu cairan biasanya disebabkan oleh beberapa hal diantaranya yaitu partikel-partikel mikroskopis seperti mikroorganisme yang ada pada cairan tersebut dan zat padat yang terlarut dan lainnya.

*Nephelometric Turbidity Unit (NTU)* merupakan satuan dari kekeruhan air yang dilihat pada konsentrasi ketidaklarutan, keberadaan partikel pada suatu cairan dimana

jika air tidak tembus pandang maka memiliki tingkat kadar kekeruhan yang tinggi, sementara jika air tembus pandang maka memiliki kadar kekeruhan air rendah. Nilai kekeruhan yang tinggi dapat disebabkan oleh partikel yang terlarut dalam air seperti lumpur, tanah liat, mikroorganisme, dan material organik. Nilai untuk kekeruhan pada tambak udang yaitu 25-400 NTU. Namun data dilapangan nilai kekeruhan air pada tambak udang berkisar pada angka 800 NTU.

### I. Sensor Kapasitas Air

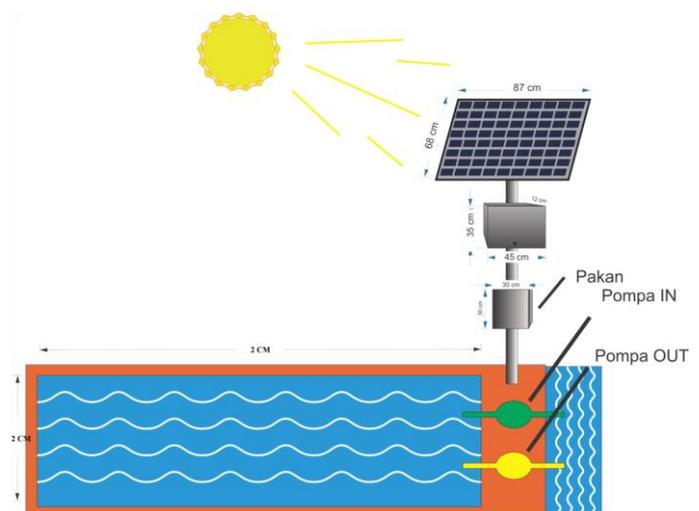
Rangkaian *water level control* atau yang sering disingkat dengan WLC atau rangkaian kontrol level air merupakan salah satu aplikasi dari rangkaian konvensional dalam bidang tenaga listrik yang diaplikasikan pada motor listrik khususnya motor induksi untuk pompa air.

Cara kerja sensor *water level* meter yaitu pada saat ketinggian ataupun volume air naik, maka secara otomatis bandul yang terbuat dari magnet pada alat *water level* akan ikut terangkat, dan saat magnet berada pada level sensor berikutnya maka sensor akan aktif dan memberikan indikator seperti lampu dan sebagainya.

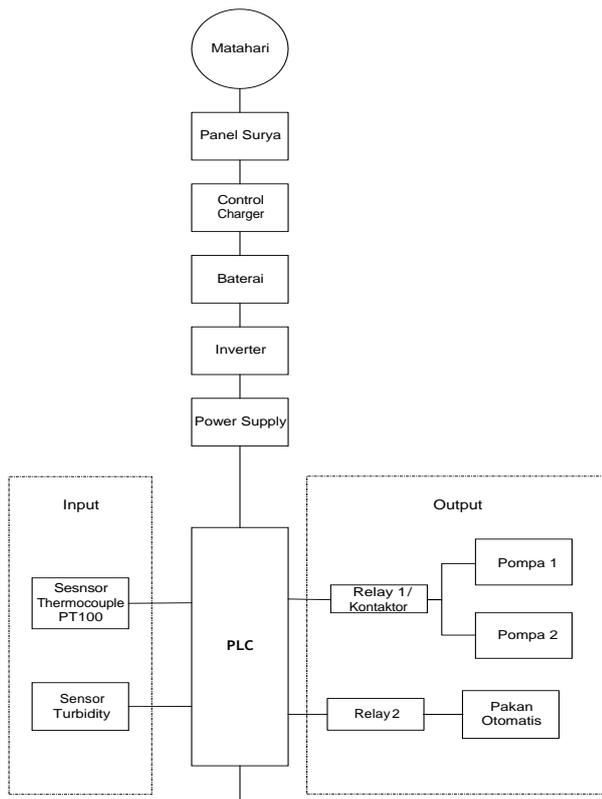
*Water level* meter juga dilengkapi dengan sistem kendali yang dapat secara otomatis mendeteksi kedalaman volume, aliran air, dan lainnya dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sehingga jika ada peningkatan air yang signifikan atau tinggi maka alat ini akan langsung mengirimkan sinyal digital melalui jaringan *wifi* ke operator pemantau dalam bentuk yang sudah dapat dibaca dengan mudah, kemudian diteruskan ke sistem peringatan berupa lampu, alarm maupun suara untuk memberitahu bahwa keadaan air sedang mengalami peningkatan.

## III. Metodologi Penelitian

Desain sistem yang digunakan secara umum digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Desain Sistem Keseluruhan



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Dari Gambar 2 diatas menunjukkan cara kerja dari alat pengendali suhu, kejernihan, dan pakan otomatis yang menggunakan *solar cell* sebagai sumber dayanya dan PLC sebagai pengontrol utamanya. Dalam diagram diatas *solar cell* mendapat sumber dari cahaya matahari yang kemudian sel surya mengkonversikan radiasi cahaya tersebut menjadi energy listrik yang berupa arus DC. Kemudian arus DC tersebut diatur oleh peralatan elektronik yaitu *Solar Charger Controller* dan arus tersebut diisi ke baterai, karena jika kelebihan pengisian akan mengurangi umur baterai. Sel surya 12V umumnya memiliki tegangan 16-21 V, jadi tanpa *Solar Charger Controller* baterai akan rusak. Kemudian arus DC tersebut disimpan dalam baterai dan dirubah menjadi arus AC oleh Inverter. Arus AC tersebut kemudian dirubah menjadi arus DC oleh *power supply* yang mempunyai fungsi sebagai suplier arus listrik dengan terlebih dahulu merubah tegangannya dari AC menjadi DC. Jadi arus listrik yang bersifat *Alternating Current* ( AC ) masuk ke *power supply*, dikomponen ini tegangannya diubah menjadi *Direct Current* (DC) baru kemudian dialirkan ke kekomponen lain yang membutuhkan. Bagian dalam PLC sangat sensitif, sehingga tidak boleh tertukar mana yang memakai suplai AC dan suplai DC.

Dalam gambar 2 diatas terdapat sebuah kontroler utama yaitu PLC yang menjadi pusat dari sistem ini. Karena PLC tidak bisa mengakses langsung ke sensor dan motor maka

harus menggunakan relay/kontaktor sebagai perantara. Terdapat 2 input yaitu dari sensor suhu ( Thermocouple PT 100 ) dan sensor kejernihan ( Turbidity ). Sensor suhu mempunyai 2 output yaitu sebagai penggerak motor ON atau OFF, dan sensor kejernihan mempunyai output untuk menggerakkan pakan otomatis. Setelah sistem berjalan sesuai dengan input dan outputnya maka PLC akan memonitoring semua sistem dengan memberikan informasi kepada pengguna berupa SMS.

Berikut adalah penjelasan bagian-bagian dari komponen input dan output pada PLC :

1. Sensor Suhu ( *Thermocouple PT100* ) berfungsi mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan (*voltase*), data suhu tersebut akan dikirim ke PLC.
2. Sensor kejernihan ( *Turbidity Sensor* ) berfungsi untuk mengukur kekeruhan/kejernihan air dengan sifat optic akibat dispersi sinar matahari atau dapat dinyatakan sebagai perbandingan cahaya yang dipantulkan terhadap cahaya yang datang dan akan mengirim perintah pada PLC untuk menggerakkan pakan otomatis.
3. PLC sebagai penerima *input* kemudian memproses data dan mengirim perintah ke semua *output*.
4. *Relay 1* berfungsi sebagai *driver* untuk motor AC 1 (ON) dan motor AC 2 (OFF).
5. *Relay 2* berfungsi sebagai *driver* penggerak blower untuk pakan otomatis.

Sistem kerja dari alat tersebut yang dimulai dari menyalakan sistem alat dengan menggunakan tombol on/off yang tersedia. Setelah sensor suhu, sensor kejernihan, dan pakan pakan otomatis membaca perintah maka sistem akan berjalan. Sistem pertama yang bekerja yaitu ketika kejernihan air >800 maka pakan otomatis akan ON dan pakan otomatis OFF jika skala sudah mencapai <800.

Sistem kedua yang bekerja yaitu sensor suhu. Sensor suhu akan bekerja ketika suhu berada < 24°C dan >35°C maka akan ada 2 sistem yang membaca perintah tersebut. Yang pertama jika suhu < 24°C maka pakan otomatis akan bekerja dan berhenti ketika suhu sudah normal atau 30°C, yang kedua ketika suhu >35°C maka pompa 1 dan 2 akan ON, pompa 1 bekerja untuk membuang air dari dalam tambak dan pompa 2 bekerja untuk mengisi air ke dalam tambak. Pompa 1 akan OFF ketika suhu sudah mencapai 30°C dan pompa 2 akan OFF ketika pengisian air sudah mencapai kapasitas yang telah ditentukan.

Sistem ketiga yang bekerja yaitu pakan otomatis. Pakan otomatis akan bekerja dengan waktu dan takaran yang telah ditentukan, disini penulis memberikan *set* waktu dan takaran 3 hari sekali dengan pemberian pakan pada pagi hari. Penulis memberi pakan pada pagi hari karena pada pagi hari suhu berada pada skala 27-35°C dimana suhu tersebut bisa berubah-



**E. Pengujian Keseluruhan**

Pengujian keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui sistem berjalan sesuai dengan program yang dirancang. Pengujian keseluruhan menggunakan sumber dari solar cell, dimana tegangan dari solar cell dikontrol oleh control charger dan kemudian disimpan di dalam aki kemudian dirubah menjadi tegangan AC oleh inverter. Untuk menghitung efisiensi digunakan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{input}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Intensif pada Lokasi Tambak Salinitas Tinggi”, Departemen Kelautan dan Perikanan, 2008.

[3] Boyd, C.E. & Fast, A.W. “Pond monitoring and management. Marine Shrimp Culture Principles and Practices”, Elsevier Science Publishing Comp. Inc, New York, 1992.

[4] Effendi, H. “Telaah Kualitas air bagi pengelolaan sumber daya lingkungan perairan”, 2000.

[5] Zuhail, “Dasar Tenaga Listrik”, ITB Press, 1991.

Tabel 1. Pengujian Input Sistem

NO	INPUT				OUTPUT	
	THERMOMETER DIGITAL	SENSOR SUHU	SELISIH	SENSOR TURBIDITAS	POMPA	PAKAN
1	28.1	27.3	0.8	805	OFF	ON
2	28.9	27.9	0.9	801	OFF	ON
3	31.4	30.8	0.6	780	OFF	OFF
4	32.2	31.3	0.9	765	OFF	OFF
5	33.3	32.5	0.7	750	OFF	OFF
6	33.9	33.2	0.7	720	OFF	OFF
7	34.2	33.9	0.3	701	OFF	OFF
8	35.2	35	0.2	685	ON	OFF

Jika dilihat dari tabel 1 diatas tingkat keakurasian pengujian suhu adalah  $0.8+0.9+0.6+0.9+0.7+0.7+0.3+0.2 / 8 \times 100 = 63,75 \%$  .

**V. Kesimpulan**

1. Dengan adanya sistem monitoring kualitas air tambak menggunakan PLC sebagai kontrolnya, maka pengguna dalam hal ini petani tambak udang akan dimudahkan, karena sistem ini secara otomatis akan mengontrol parameter-parameter yang sangat menentukan pada tambak udang seperti suhu, kejernihan air, dan pemberian pakan.
2. Sistem control ON-OFF dapat menjalankan dua buah output yaitu pompa dan pakan, dimana kedua output tersebut berjalan ketika sensor suhu dan sensor turbiditas memberikan perintah melalui PLC. Nilai perubahan sensor dapat mengatur output berupa pompa dan pakan. Ketika suhu <24° C dan nilai kekeruhan air 800 NTU pakan otomatis berjalan. Ketika suhu >35° C maka pompa akan berjalan dan berhenti ketika suhu sudah normal yaitu 30° C.

**VI. Daftar Pustaka**

[1] Adiwijaya, D., Sapto, P.R., Sutikno Sugeng, E., dan Subiyanto. “Budidaya udang vannamei (*Litopenaus Vannamei*)”, Departemen Kelautan dan Perikanan, 2003.

[2] Adiwijaya, D., Supito., I. Sumantri. “Penerapan teknik budidaya udang vannamei (*Litopenaus Vannamei*) Semi