

MESIN PAKAN OTOMATIS PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR MENGGUNAKAN SMS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA

AUTOMATIC FEEDING MACHINE FOR FRESHWATER FISH CULTIVATION USING SMS BASED ON MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA

Oleh : Yusuf Dwi Cahyono, Universitas Negeri Yogyakarta, Email : yusuf.dwi@student.uny.ac.id

Abstrak

Usaha budidaya ikan air tawar sangat dipengaruhi oleh pemberian pakan yang cukup, untuk itu pembudidaya harus menebarkan pakan ikan secara teratur. Tujuan pembuatan mesin ini untuk membangun perangkat keras dan perangkat lunak mesin pakan otomatis pada budidaya ikan air tawar menggunakan SMS berbasis mikrokontroler Arduino mega, serta mengetahui unjuk kerjanya. Pengembangan mesin pakan otomatis ini meliputi beberapa tahap yaitu; identifikasi kebutuhan, analisis kebutuhan blok diagram rangkaian, perencanaan sistem, langkah pembuatan mesin, flowchart program, pengujian alat, dan pengambilan data. Mikrokontroler Arduino mega (AT-Mega 2560) sebagai kontrol utama, SIM800L untuk mengirim dan menerima pesan, motor *power window* sebagai pembuka dan penutup stop kran, motor DC gearbox sebagai penebar pakan, solar cell dan baterai aki sebagai sumber tegangan. Hasil untuk pengujian unjuk kerja mesin pakan otomatis pada budidaya ikan air tawar menggunakan SMS berbasis mikrokontroler Arduino mega dapat bekerja sesuai fungsi dan tujuannya, dibuktikan dengan pengujian solar cell pada kondisi terik menghasilkan tegangan close circuit rata-rata 12,62V dan pada tegangan open circuit rata-rata 20,64V, pengujian baterai aki tanpa beban memiliki error 1,116% dan baterai aki dengan beban memiliki error 0,83%, pengujian RTC memiliki error 1% dengan waktu asli, tegangan motor power window saat berputar 9V, tegangan motor DC gearbox saat berputar 9,2V, SIM800L dapat mengirim dan menerima pesan, dalam menjalankan algoritma program mesin ini memiliki tingkat keberhasilan 100%.

Kata kunci: pakan otomatis, motor power window, motor DC gearbox, RTC, SIM800L, solar cell

Abstract

Freshwater fish cultivation business is very influenced by the availability of the food, for that reason, cultivation should be giving fish food regularly in scheduled times. The purpose of making this machine is to build hardware and software automatic feeding machine for freshwater fish cultivation using SMS based on microcontroller Arduino mega, and to know its performance. The development of automatic feeding machine includes several stages namely, identification of the needs, diagram analysis of block needs, system planing, machine creation step, program flowchart, tool testing and data retrival. Arduino mega microcontroller (AT-Mega 2560) as the main control, SIM800L for sending and receving messages, power window motor as opening and closng stop faucet, DC gearbox motor as feed spreader, solar cell and engine battery as voltage source. The results for the automatic feeding machine performance testing on freshwater fish cultivation using SMS based on Arduino mega microcontroller is that the machine can work according to the function and its purpose., proved by testing solar cell on the scorching conditions resulting in closed circuit voltage of 12.62V average and at flat open circuit voltage 20.64V, battery pack test without load has error 1.116% and engine battery with load has error 0.83%, RTC test has errpr 1% with orginal time, voltage of motor power window when rotating 9V, DC motor gearbox current voltage spin 9.2V, SIM800L can send and recive message, in running algorithm program this machine has 100% success rate.

Keywords: automatic feeding, power window motor, DC gearbox motor, RTC, SIM800L, solar cell

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki luas perairan mencapai 3,25 juta km² atau sekitar 63% wilayah Indonesia. Berdasarkan kadar garamnya atau salinitas dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis perairan, yaitu perairan tawar, perairan payau, dan perairan laut (Gusrina, 2008). Indonesia memiliki potensi produksi ikan yang cukup besar. Data Statistik Kelautan Dan Perikanan Indonesia bahwa produksi ikan tangkap di Indonesia pada tahun 2014 terdapat 6,1 juta ton, sedangkan produksi ikan budidaya di Indonesia pada tahun 2014 terdapat 14,8 juta ton. Usaha budidaya ikan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan pakan yang cukup dalam jumlah dan kualitas untuk mendukung produktivitas yang maksimal. Faktor pakan menentukan biaya produksi 60-70% dalam usaha budidaya ikan, sehingga perlu pengelolaan yang efektif dan efisien. Pakan yang diberikan ada dua jenis, yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami adalah jasad hidup yang diberikan sebagai pakan. Sedangkan pakan buatan adalah pakan yang dibuat dari berbagai macam bahan baku hewani dan nabati dengan memperhatikan kandungan gizi, sifat, dan ukuran ikan yang akan mengonsumsi pakan tersebut dengan cara dibuat oleh manusia (Gusrina, 2008). Pemberian pakan ikan harus memperhatikan jenis ikan yang dibudidayakan, waktu pemberian pakan ikan yang terjadwal, ketepatan dalam pemberian pakan ikan pada kolam harus merata, dan jumlah pakan ikan yang diberikan pada setiap hari sehingga pertumbuhan ikan dapat terjaga dengan baik. Terkadang pembudidaya tidak dapat memberikan pakan ikan secara langsung karena kesibukan lain. Oleh karena itu dibutuhkan suatu mesin yang dapat mengatur penebaran pakan ikan secara otomatis. Dengan adanya mesin tersebut maka pembudidaya tidak perlu khawatir jika tidak dapat memberikan pakan secara langsung.

Dari uraian di atas penulis berinisiatif membuat tugas akhir yang berjudul “Mesin Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Air Tawar Menggunakan SMS Berbasis Mikrokontroler *Arduino Mega*” adalah sebuah mesin yang bekerja untuk mengatur penebaran pakan ikan secara otomatis. Alat ini nantinya juga menggunakan SMS yang berfungsi untuk menginputkan jadwal dan memberikan notifikasi. Rancang bangun Mesin Pakan Otomatis ini menggunakan *Arduino Mega* sebagai kendali utama yang digunakan untuk mengolah acuan waktu berasal dari RTC. Sebagai *output* motor *power window* untuk membuka *stop* kran pada tabung pakan ikan, dan motor *gearbox* untuk menyebarkan pakan secara *horizontal*, modul SMS SIM800L untuk mengirimkan pesan. *Solar cell* dan baterai aki sebagai sumber tegangan.

Short Message Service (SMS) layanan pesan singkat yang dilakukan oleh sebuah perangkat yang dapat mengirimkan data berupa sebuah teks kepada perangkat lain. SMS adalah sebuah perangkat layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem pesan dalam bentuk *alphanumeric* antara terminal pelanggan atau antara terminal pelanggan dengan sistem eksternal seperti email, paging, voice mail, dan lain – lain. (Susano, 2014).

Motor DC merupakan motor yang memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor DC terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E). Jika arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, akan timbul torsi (T) yang akan memutar motor. (Nugroho, 2015)

Sel surya adalah suatu peralatan yang merupakan implementasi dari efek fotovoltaik yaitu mengkonversi cahaya matahari menjadi

energi listrik. Panel surya adalah satu kesatuan modul yang didalamnya terdapat sel surya dan peralatan tambahan lainnya. Tegangan output yang dihasilkan dari sel surya berubah – ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang jatuh pada permukaannya. (Adhijaya, 2014).

Solar charge controller adalah komponen untuk pembangkit listrik tenaga surya, memiliki fungsi sebagai pengisi baterai dan untuk mengatur arus listrik yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar. Solar charge controller biasanya terdiri dari 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai atau aki, dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel surya karena ada diode protection yang hanya melewati arus listrik DC dari panel surya ke baterai. (Permana, 2015)

Arduino Mega merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega 2560. Arduino Mega memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Atmega 2560 pada Arduino Mega hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke Atmega 2560 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal. (Ichwan, 2013)

Otomatisasi adalah penggunaan mesin untuk menjalankan sebuah tugas fisik yang biasa dilakukan oleh manusia (Lily, 2008). Mesin adalah alat mekanik atau elektrik yang mengubah energi ke energi lain untuk mempermudah pekerjaan manusia. Mesin pakan ikan otomatis merupakan mesin yang digunakan untuk memberikan pakan untuk ikan yang bekerja secara otomatis. Bagian

terpenting dari mesin pakan otomatis untuk mempermudah pekerjaan manusia.

Menurut Undang – Undang Republik Indonesia Nomer 7 Pasa 1 No. 13 Tahun 2016, pembudidayaan ikan adalah kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan / atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkat, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya. Budidaya ikan dikelompokkan menjadi budidaya ikan air tawar, budidaya ikan air payau, budidaya ikan air laut. Budidaya ikan air tawar merupakan budidaya ikan yang terdapat perairan tawar, seperti sawah, sungai, danau, kolam, dan rawa. Komoditas ikan budidaya air tawar yang lazim dibudidayakan di Indonesia:

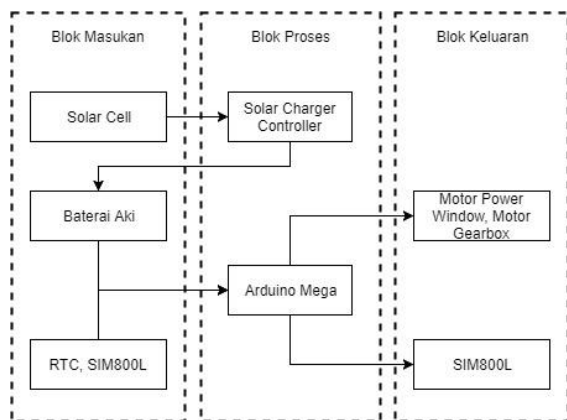
1. Komoditas air tenang: ikan mas, ikan nila, ikan gurami, udang galah, ikan patin, ikan bawal, ikan tawes.
2. Komoditas air deras: ikan mas.
3. Komoditas tambak: udang windu, ikan bandeng, ikan mujair, ikan nila, udang galah.
4. Komoditas jaring apung: udang windu, ikan bandeng, ikan mas, ikan mujair, ikan gurami, ikan patin, ikan bawal.
5. Komoditas jaring tancap: udang windu, ikan bandeng, ikan mas, ikan mujair, ikan gurami, ikan patin, ikan bawal.
6. Komoditas keramba: ikan mas, ikan nila, ikan mujair, ikan patin, ikan gurami, ikan betutu.

Dalam budidaya ikan terdapat dua jenis pakan, yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami adalah pakan yang disediakan secara alami dari alam dan ketersediaannya dapat dibudidayakan oleh manusia, menurut Gusrina (2008) pakan buatan adalah pakan yang hanya dibuat oleh manusia dengan menggunakan beberapa

bahan baku dan formulasi pakannya disesuaikan dengan kebutuhan ikan.

METODE PENELITIAN

Blok diagram rangkaian pada mesin ini terdiri dari beberapa blok yaitu *input* atau masukan, *controller*, *output* atau keluaran dan *solar cell*. Blok *input* atau masukan terdiri dari RTC yang digunakan sebagai acuan waktu yang nyata. SIM800L yang digunakan sebagai *input* jadwal dari SMS pengguna ke mesin. Blok *controller* terdiri dari mikrokontroler arduino mega sebagai pengolah data dan informasi, serta mengendalikan seluruh rangkaian yang digunakan pada mesin ini. Blok *output* atau keluaran terdiri dari motor *power window* yang digunakan untuk membuka dan menutup *stop kran* pada tempat pakan ikan, motor *DC gearbox* yang digunakan sebagai media penebaran pakan yang bergerak dengan gaya sentrifugal. SIM800L yang digunakan untuk mengirimkan pesan notifikasi bahwa mesin sedang bekerja. Blok *solar cell* yang terdiri dari *solar cell* 20W yang digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi sumber listrik, baterai aki 7,2AH yang digunakan untuk media menyimpan tegangan listrik, dan *charger controller* yang digunakan untuk menstabilkan tegangan yang masuk dari *solar cell* ke baterai aki.

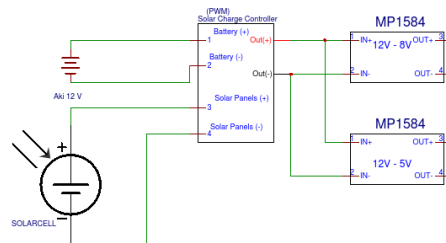


Gambar 1. Blok Diagram Rangkaian

Blok diagram rangkaian sistem keseluruhan proses yang diaplikasikan pada mesin pakan otomatis pada budidaya ikan air

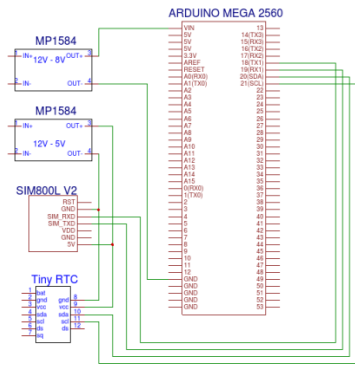
tawar. Alur kerja mesin ini yaitu ketika switch ditekan on maka beban pada *solar charge controller* akan aktif sehingga semua komponen pada mesin akan tersuplai listrik. Kemudian SIM800L harus mendapatkan masukan sms dari ponsel, untuk yang pertama sms setting jadwal untuk pemberian pakan, setting ini hanya dimasukan 1 kali dan akan disimpan pada eeprom arduino mega. Ketika rtc mendapatkan kecocokan nilai pada setting jadwal yang tersimpan pada eeprom maka motor power window dan motor gearbox akan berputar. Di mana motor power window berfungsi untuk membuka valve pada stop kran pvc, dan motor gearbox berfungsi untuk menyebarkan pakan ikan secara horizontal dan akan ada keluaran sms dari sim800l bahwa mesin sudah bekerja. Kedua ketika sim800l mendapatkan masukan sms dari ponsel untuk berkerja pada saat itu juga maka semua motor akan berputar, dan ada keluaran notifikasi sms melalui SIM800L bahwa mesin sudah bekerja.

Gambar 2 merupakan rangkaian *solar cell*.



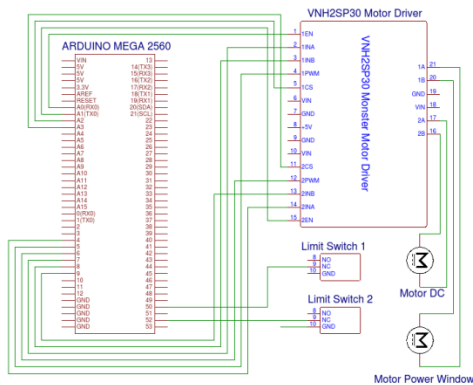
Gambar 2 Rangkaian Solar Cell

Rangkaian *solar cell* pada mesin ini digunakan sebagai sumber tegangan yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Dengan menggunakan *solar cell* 20W dan menggunakan *charge controller* untuk menstabilkan tegangan yang masuk dari *solar cell*, untuk menyimpan tegangan dari *solar cell* menggunakan baterai aki 7,2AH. Baterai aki mempunyai output 12V dan digunakan untuk mensuplai semua komponen. Pada rangkaian blok proses dan rangkaian blok *input* membutuhkan *step down* MP1584 untuk mengubah tegangan dari baterai aki.



Gambar 3 Rangkaian Proses Dan Rangkain Input

Pada rangkaian proses mikrokontroler arduino mega dibutuhkan tegangan *input* 8V sehingga menggunakan *step down* MP1584 yang mengubah tegangan dari 12V menjadi 8V, dan untuk rangkaian *input* pada SIM800L dan RTC dibutuhkan tegangan *input* 5V sehingga menggunakan *step down* MP1584 yang mengubah tegangan dari 12V menjadi 5V.

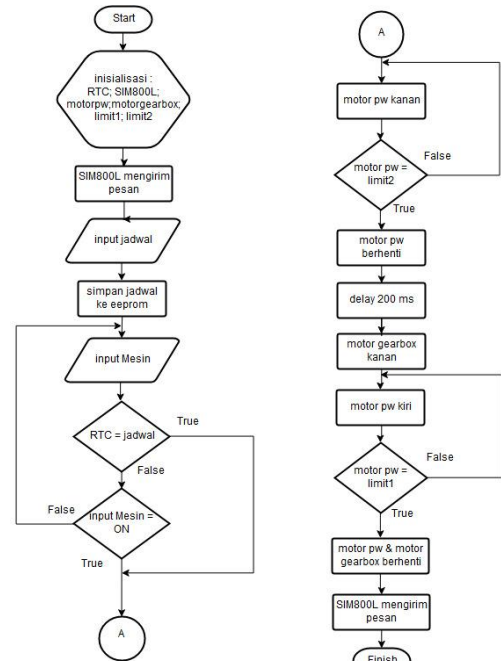


Gambar 4 Rangkaian output

Pada rangkaian output menggunakan motor power window dan motor DC gearbox. Pada motor power window dan motor DC gearbox dihubungkan dengan VNH2SP30 driver motor, VNH2SP30 merupakan driver h-bridge berbasis vnh2sp30 yang didesain untuk menghasilkan *drive* dua arah dengan arus kontinyu dengan rangkaian sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. *Input* tegangan yang dibutuhkan pada driver motor sebesar 5V yang disuplai dari Arduino mega. *Input* tegangan yang dibutuhkan pada motor power window dan motor DC gearbox sebesar 12V

yang disuplai dari baterai aki, dan Dengan menggunakan dua buah *limit switch* untuk membatasi gerak pada motor *power window*.

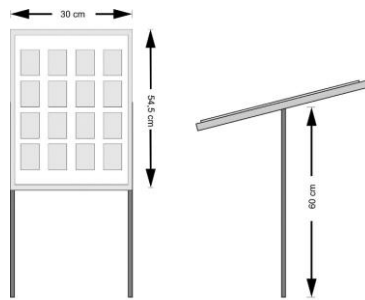
Perancangan perangkat lunak merupakan langkah yang paling menentukan dalam proses pembuatan alat ini. Perancangan software mesin paka otomatis pada budidaya ikan air tawar menggunakan sms berbasis Arduino mega menggunakan software Arduino IDE dan bahasa pemrograman C. Software Arduino IDE merupakan software open source yang banyak digunakan pada saat ini. Gambar 5 merupakan diagram alir atau flowchart program.



Gambar 5 Flowchart Program

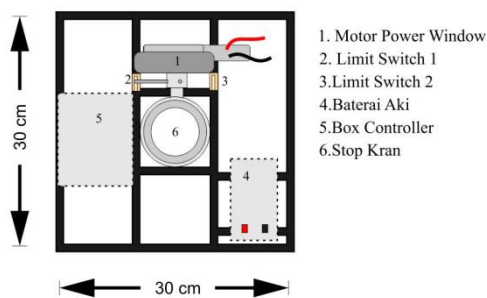
Pembuatan *hardware* dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat desain dengan ukuran yang telah ditentukan.
2. Membuat mekanik *solar cell*.



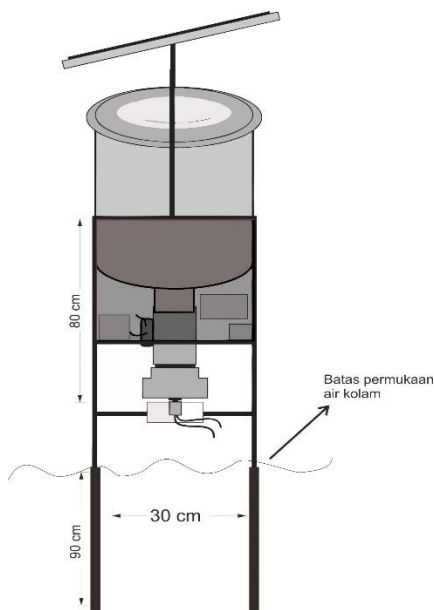
Gambar 6 Mekanik Solar Cell

3. Membuat mekanik kontroler



Gambar 7 Mekanik Kontroler

4. Membuat mekanik mesin



Gambar 8 Mekanik Mesin

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap mesin dilakukan untuk mengetahui kinerja masing-masing komponen dan keseluruhan. Hasil dari pengujian mesin dan pengambilan data

tersebut diharapkan mampu mendapatkan hasil yang baik, baik data maupun mesin bekerja sesuai dengan fungsi dan tujuannya. Pengujian unjuk kerja keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja seluruh bagian dari mesin pakan otomatis pada budidaya ikan air tawar menggunakan sms berbasis Arduino mega sebagai sebuah sistem secara menyeluruh dan hasil pengujian akan dimuat pada tabel.

Pengujian motor *power window* dan motor DC *gearbox* ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi motor yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini dalam keadaan baik. Motor *power window* dan motor DC *gearbox* yang menggunakan *driver* motor VNH2SP30. pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan motor *power window* dan motor DC *gearbox* dengan *driver* dan memberi inputan lewat Arduino mega.

Tabel 1 Hasil Pengujian Motor Power Window Dan Motor DC Gearbox

No	Motor	Beputar ke kiri	Beputar ke kanan
1	Power Window	5 V	9 V
2		5,1 V	9,1 V
3		5 V	9 V
1	DC Gearbox	5 V	9 V
2		5,2 V	9,2 V
3		5 V	9 V

Pengujian RTC ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi RTC yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini dalam keadaan baik. RTC yang digunakan untuk mencatat waktu digunakannya alat tersebut. Pengujian RTC dilakukan dengan memasukkan program kedalam Arduino dan menggubungkan dengan pin SDA dan pin SCL pada Arduino dengan RTC dan melihatnya dalam serial monitor Arduino mega.

Tabel 2 Hasil Pengujian RTC

No	Waktu Asli	Waktu RTC	Keterangan
1	10:52:23	10:52:22	Selisih 1 detik
2	10:55:42	10:55:41	Selisih 1 detik
3	10:59:11	10:59:10	Selisih 1 detik
5	11:00:09	11:00:08	Selisih 1 detik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kondisi dari SIM800L beserta dengan programnya. Pengujian dilakukan dengan cara memberi program pada Arduino untuk mengirim sms, dengan menghubungkan pinRX dan pinTX pada SIM800L. pengujian yang dilakukan hanya untuk mengirim sms saja karena fungsi dari SIM800L pada alat ini hanya digunakan untuk mengirim sms saja.

Tabel 3 Hasil pengujian SIM800L

No	Waktu	Mengirim sms	Menerima sms
1	10:59:11	Terkirim	Diterima
2	11:01:09	Terkirim	Diterima
3	11:05:23	Terkirim	Diterima
5	11:08:45	Terkirim	Diterima

Pengujian pada *solar cell* bertujuan untuk mengukur besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan ketika dilakukan pada kondisi siang hari.

Tabel 4 Hasil Pengujian Solar Cell

Menit ke	Voc	V(Volt)
1	20,64	12,60
10	20,64	12,70
20	20,64	12,70
30	20,64	12,60
40	20,64	12,50

Pengujian pada rangkaian solar *charge controller* bertujuan untuk mengukur tegangan pada saat keadaan load reconnect voltage, overcharge voltage, under-discharge voltage.

Tabel 5 Hasil Pengujian Charge Controller

Type charge controller	PWM
Load reconnect voltage	12,10 V
Overcharge voltage	13,80 V
Under-discharge voltage	11,50 V

Pengujian pada kolam ikan nila merah milik pak Didin yang beralamat di Depok, Caturtunggal, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman DIY, samping kedai futsal. Kolam ikan nila merah ini berjenis kolam intensif dengan ukuran 4 meter x 3 meter. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin pada kolam.

Tabel 6 Hasil Pengujian Pada Kolam

Hari, tanggal	Jadwal	Kondisi Cuaca	Kondisi Mesin
Rabu, 15-11-2017	07.00	Cerah	Bekerja
Rabu, 15-11-2017	15.00	Mendung	Bekerja
Kamis, 16-11-2017	07.00	Cerah	Bekerja
Kamis, 16-11-2017	15.00	Hujan	Bekerja

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap mesin pakan otomatis pada budidaya ikan air tawar menggunakan sms berbasis Arduino mega, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang dari pembuatan *hardware* mesin pakan otomatis pada budidaya ikan air tawar menggunakan sms berbasis Arduino mega.
2. Mesin dapat menjalankan algoritma dan juga program atau *source code* yang

dibuat menggunakan *software* Arduino ide sebelumnya dengan baik.

3. Hasil unjuk kerja dari mesin pakan otomatis pada budidaya ikan air tawar menggunakan sms berbasis Arduino mega, sudah bekerja dengan baik secara keseluruhan sesuai dengan fungsi dan tujuannya.

Saran

Berdasarkan keterbatasan waktu, kemampuan dan dana, masih banyak kekurangan dalam pengerjaan mesin yang dibuat ini, maka disarankan sebagai berikut:

1. Penambahan komponen untuk menghitung jumlah pakan ikan, bisa menggunakan load cell ataupun solar cell.
2. Penambahan kontrol menggunakan internet.
3. Membuat mekanik lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Gusrina.(2008).*Budidaya Ikan Jilid 1 Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Gusrina.(2008).*Budidaya Ikan Jilid 2 Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.

Gusrina.(2008).*Budidaya Ikan Jilid 3 Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.

Yani, A. (2007). *Geografi*. Jakarta : Grafindo

Lily, W. (2008). Interoperabilitas untuk akses ke mukti website pariwisata berbasis semantik dan ontologi. Universitas Gunadarma.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Pasal 1 Nomor 13 Tahun 2016 (Tentang Pembudidaya.

Susano, A. (2014). *Terapan Sistem Kecerdasan Buatan pada Sistem Informasi Akademik Berbasis SMS Gateway menggunakan Metode Breadth First Search*. Semnasteknomedia.

Nugroho, N. (2015). *Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik*. Universitas Sriwijaya.

Adhijaya, M.(2014). *Inovasi Peningkatan Efisiensi Panel Surya Berbasis Fresnel Solar Concentrator dan Solar Tracker*. Institut Teknologi Sepuluh November.

Permana, E. (2015). *Rancangan Alat Pengisi Daya dengan Panel Surya (Solar Charging Bag) Menggunakan Quality Function Deployment*. Institut Teknologi Nasional.

Ichwan, M. (2013). *Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik pada Platform Android*. Institut Teknologi Nasional.