



## **Sistem Aeroponik Berbasis Arduino Uno dan Komunikasi GSM Untuk Pemberian Larutan Nutrisi Untuk Budidaya Sayuran**

Fiqhi<sup>a</sup>, Yani Prabowo<sup>b</sup>, Grace Gata<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, [fiqhi@budiluhur.ac.id](mailto:fiqhi@budiluhur.ac.id)

<sup>b</sup>Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, [yani.prabowo@budiluhur.ac.id](mailto:yani.prabowo@budiluhur.ac.id)

<sup>c</sup>Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, [grace.gata@budiluhur.ac.id](mailto:grace.gata@budiluhur.ac.id)

### **Abstract**

The current computing and communication technologies can be applied in agriculture. With microcontroller technology, the solution can be done automatically by sending short message via mobile phone. The purpose of this research is to design the system of giving nutrition solution for plants aeroponic by controlling water pump through short message GSM communication. The aeroponic system was chosen in this study because it is more appropriate in water control for nutrient solutions. The results obtained from this study to provide a nutrient solution is enough to control one water pump machine that is activated via SMS command, giving orders through to Arduino then the water pump will actively watering as much as 120 times in 1 hour. Provision of nutrients as much as 2 times in one day, so that in a cycle of planting period for 21 days will be active as much as 5040 times. This information can be read by a microprocessor, usually through a serial interface to allow software to perform a time-dependent function. Real Time Clock (RTC) is a device used to provide timing information. RTC is designed for ultra low power consumption as it usually runs when the main system is turned off. This makes it possible to maintain the current time against an absolute time reference, usually set by the microprocessor directly, the information is used automatically to enable the on-off control system within 15 seconds in 1 hour for each message delivery..

*Keywords:* arduino, GSM communication, RTC, Aeroponics,

### **Abstrak**

Teknologi komputasi dan komunikasi saat ini bisa diaplikasikan di bidang pertanian. Dengan teknologi mikrokontroler pemberian larutan dapat dilakukan secara otomatis dengan mengirimkan pesan singkat melalui telepon selular. Tujuan dari penelitian ini adalah perancangan sistem pemberian larutan nutrisi untuk tanaman secara aeroponik dengan pengendalian pompa air melalui pesan singkat komunikasi GSM. Sistem aeroponik dipilih dalam penelitian ini karena lebih tepat dalam pengendalian air untuk larutan nutrisi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini untuk memberikan larutan nutrisi cukup mengendalikan satu buah mesin pompa air yang diaktifkan melalui perintah SMS, memberikan perintah melalui kepada Arduino maka pompa air akan aktif menyiram sebanyak 120 kali dalam 1 jam. Pemberian nutrisi sebanyak 2 kali dalam satu hari, sehingga dalam satu siklus masa tanam selama 21 hari akan aktif sebanyak 5040 kali. Informasi ini bisa dibaca oleh mikroprosesor, biasanya melalui antarmuka serial untuk memudahkan perangkat lunak melakukan fungsi yang bergantung pada waktu. Real Time Clock (RTC) adalah perangkat yang digunakan untuk memberikan informasi waktu. RTC dirancang untuk konsumsi daya ultra rendah karena biasanya terus berjalan saat sistem utama dimatikan. Hal ini memungkinkan untuk mempertahankan waktu saat ini terhadap referensi waktu absolut, biasanya ditetapkan oleh mikroprosesor secara langsung, informasi tersebut dimanfaatkan secara otomatis untuk mengaktifkan sistem kendali on-off dalam waktu 15 detik dalam 1 jam untuk setiap pengiriman pesan.

*Kata kunci:* arduino, komunikasi GSM, RTC, Aeroponik,

© 2017 Jurnal RESTI

### **1. Pendahuluan**

Teknologi komunikasi dan komputer saat ini bisa diterapkan dalam bidang pertanian. Dengan pengaplikasian teknologi tersebut di bidang pertanian terutama sistem pertanian aeroponik untuk mengatur pemberian larutan pupuk dan air, bisa menjadi lebih

efisien terutama untuk perawatan tanaman. Arduino pada penelitian digunakan sebagai pengendali on/off pompa air. Perintah untuk mengaktifkan dikirim melalui sms dengan sistem komunikasi GSM. Mesin pompa air ini dapat diaktifkan kapan saja dan dari mana tanpa harus datang kelokasi perkebunan, selain

menggunakan komunikasi GSM sistem ini dapat melakukan penyiraman secara otomatis sesuai dengan jadwal yang diberikan. Jika dalam satu area tanam diperlukan beberapa orang yang bertugas memberikan nutrisi untuk mengatur mesin pompa, maka sistem ini juga dapat mengurangi jumlah tenaga kerja dibagian penyiraman. Dalam perawatan tanaman secara manual seringkali petugas terlambat menyiram sehingga tanaman menjadi layu. Penelitian yang dilakukan oleh Fadhil, Argo and Hendrawan [1] merancang dan membuat mekanik sistem penyiraman otomatis dengan timer menggunakan mikrokontroler Atmega16, merancang algoritma perangkat lunak (*software*) untuk mikrokontroler Atmega16 dengan bahasa pemrograman assembly untuk mengontrol penyiraman pada sistem aeroponik, dan mengamati pertumbuhan tanaman pada sistem aeroponik otomatis berdasarkan parameter yang diuji meliputi panjang akar, jumlah daun, dan tinggi tanaman. Penelitian serupa pernah dilakukan oleh prabowo untuk tanaman secara otomatis dengan sensor kelembaban [2]. Penelitian perawatan tanaman berbasis mikrokontroler pernah dilakukan oleh Diansari [3]. Ketiga penelitian tersebut belum terkoneksi dengan jalur komunikasi GSM.

## 2. Tinjauan Pustaka/Penelitian Sebelumnya

### 2.1 Microcontroller Arduino Uno R3

Arduino adalah mikrokontroler AVR Atmel 8-, 16 atau 32-bit, mikrokontroler ini sangat mudah untuk digunakan berbagai keperluan sistem kendali dan mudah pula untuk dikembangkan. Didukung dengan berbagai modul peralatan yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler tersebut. Arduino uno adalah salah satu dari sekian banyak type yang mudah didapatkan di pasaran. Dengan menggunakan chip ATmega 328, Arduino ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input. Aspek penting dari Arduino adalah konektor standarnya, yang memungkinkan pengguna menghubungkan papan CPU ke berbagai modul *add-on* dengan menggunakan komunikasi serial I2C.[4] [5]. ATmega328 memiliki memory 32 KB (dengan 0.5 KB digunakan sebagai bootloader). Memori 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat baca tulis dengan libari EEPROM).

### 2.2 Sensor LDR

Sebuah komponen elektronika yang termasuk ke dalam jenis resistor yang nilai resistansinya (nilai tahanannya) akan berubah apabila intensitas cahaya yang diserap juga berubah. Dengan demikian LDR juga merupakan resistor dimana resistansinya dipengaruhi oleh intensitas cahaya. LDR terbuat dari Cadium Sulfida, bahan ini dihasilkan dari serbuk keramik. Biasanya *Cadium Sulfida* disebut juga bahan *photoconductive*, apabila konduktifitas atau resistansi dari Cadium Sulfida

bervariasi terhadap intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya yang diterima rendah maka hambatan juga akan tinggi begitu juga sebaliknya disinilah mekanisme proses perubahan cahaya menjadi listrik terjadi. [6]

### 2.3 GSM

SIM900 adalah modul Qual-band GSM/GPRS berbentuk SMT terbuat dari sebuah prosesor canggih ARM926EJ-S, merupakan solusi yang efektif sebagai modul komunikasi. SIM900A sudah menerapkan antarmuka standar industri dalam menyediakan fitur komunikasi GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz untuk voice, SMS, data, dan fax.

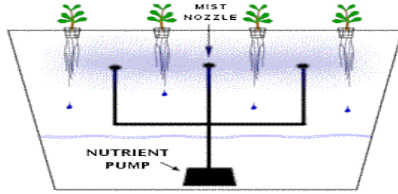
### 2.3 Real Time Clock (RTC)

*Real Time Clock* merupakan suatu chip (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. Ada dua buah jenis IC RTC yaitu: DS1307 merupakan Real-time clock (RTC) menggunakan jalur data paralel yang dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun. 56-byte, battery-backed, RAM *nonvolatile* (NV) RAM untuk penyimpanan. DS12C887 menggunakan jalur data seri yang memiliki register yg dapat menyimpan data detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun. RTC ini memiliki 128 lokasi RAM yang terdiri dari 15 byte untuk data waktu serta kontrol, dan 113 byte sebagai RAM umum. RTC DS 12C887 menggunakan bus yang termultipleks untuk menghemat pin.

### 2.5 Sistem Pertanian Tanpa Tanah Aeroponik

Sistem pertanian tanpa tanah aeroponik saat ini menjadi salah satu teknik yang mulai diaplikasikan oleh petani, karena memiliki keunggulan dibandingkan sistem pertanian tradisional. Sistem pertanian tanpa tanah ini ada beberapa macam seperti sistem hidroponik dan aeroponik. Sistem aeroponik ini memiliki keunggulan dapat diaplikasikan di tempat yang tidak terlalu luas karena dapat dibuat dengan sistem tersusun pada umumnya pertanian aeroponik ditempatkan pada sebuah greenhouse. Salah satu kunci keunggulan aeroponik adalah oksigenasi dari tiap butiran kabut halus larutan hara sehingga respirasi akar lancar dan menghasilkan banyak energi. Secara detail, prinsip aeroponik sebagai berikut. *Stryrofoam* yang digunakan berwarna putih, panjang 2 m, lebar 1 m dan tebal 3 cm. *Stryrofoam* dibor diameter 1.5 cm dengan jarak tanam 15 x 15 cm sehingga populasi yang diperoleh 44 tanaman/m<sup>2</sup> atau 88 tanaman/helai. Bibit yang berumur 12 hari dimasukkan ke dalam lubang tanam yang dibantu dengan busa atau *rockwool*. Sekitar 30 cm dibawah helai *stryrofoam* dipasang selang PE diameter 19 mm. Tiap 80 cm selang PE ditancapi *sprinkler spray jet* warna hijau dengan curah (flowrate) 0,83 l/menit atau setara dengan 50b/jam dan bertekanan 1,5-2 atmosfer pada lubang *sprinkler*. siku (*elbow*) pada

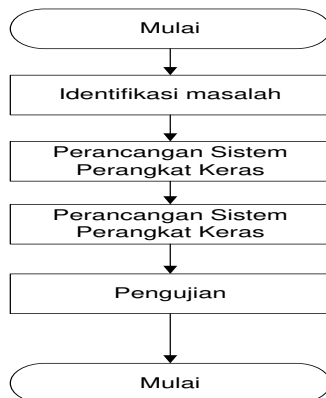
belokan, dan keran (*ballvalve*) juga dapat mengurangi tekanan. Pipa penyalur yang kecil akan menghasilkan gesekan aliran larutan dengan dinding pipa sehingga lebih baik menggunakan pipa atau selang berukuran agak besar untuk mengurangi gesekan [7]. Lihat Gambar 1.



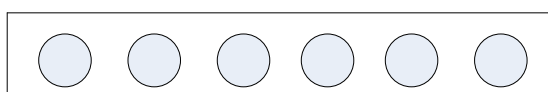
Gambar 1. Sistem pertanian Aeroponik.  
http://www.sistemhidroponik.com/sistem-aeroponik/

### 3. Metodologi Penelitian

Metodologi pada penelitian ini adalah perancangan sistem aeroponik dengan memberikan perintah pesan singkat untuk mengaktifkan pompa air. Sistem ini dirancang dapat dikendalikan secara otomatis maupun dengan mengirimkan pesan. Pemberian nutrisi dan konstruksi tempat tanaman disesuaikan dengan masukkan pakar pertanian. Gambar 2 adalah *flowchart* penelitian. Pada penelitian ini menitik beratkan pada perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Dari wawancara dengan pakar pertanian, bahwa saat ini sistem penyiraman masih dilakukan dengan membuka dan menutup keran saluran nutrisi untuk tanaman secara manual. Dalam penelitian ini dibuat prototype dari sistem pertanian dengan menggunakan aeroponik. Percobaan dilakukan untuk tanaman semusim. Perancangan meja tanaman fungsional dibuat sesuai dengan fungsi operasional *nozzle sprinkle*, pompa air dengan bahan pipa air, talang air dan *stereo foam*.



Gambar 2. Flowchart penelitian

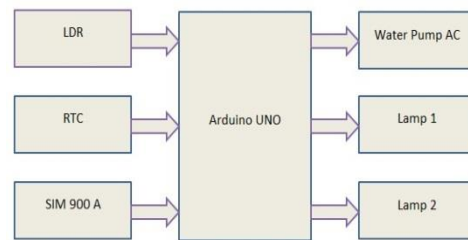


Gambar 3. Peletakan tanaman di meja tanam

Pada penelitian ini dibuatkan 2 model meja tanaman, dengan meja tanaman dengan talang air dan meja tanaman dengan pipa paralon, jarak antar tanaman 15 cm sehingga dalam 1 meter pipa atau talang air dapat menampung 6 titik tanaman dapat dilihat pada Gambar 3.

#### 3.1 Perancangan Perangkat Keras.

Sistem ini menggunakan Arduino sebagai pengendali rangkaian keseluruhan. Masing-masing diagram blok mempunyai tugas yang berbeda. Blok LDR berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya cahaya disekitar lahan pertanian, RTC berfungsi untuk timer otomatis yang akan melakukan penyiraman jika dalam waktu tertentu, media tanam belum disiram, SIM900A merupakan jalur komunikasi GSM. Water pump digunakan untuk menyempatkan larutan nutrisi dan air untuk tanaman. Hubungan antara komponen perangkat keras ditunjukkan Gambar 4 adalah diagram blok dari sistem keseluruhan. Penggunaan port pada mikrokontroler disajikan pada Tabel 1. Setiap peralatan yang digunakan dihubungkan pada pin Arduino sesuai dengan fungsinya.



Gambar 4. Diagram blok system

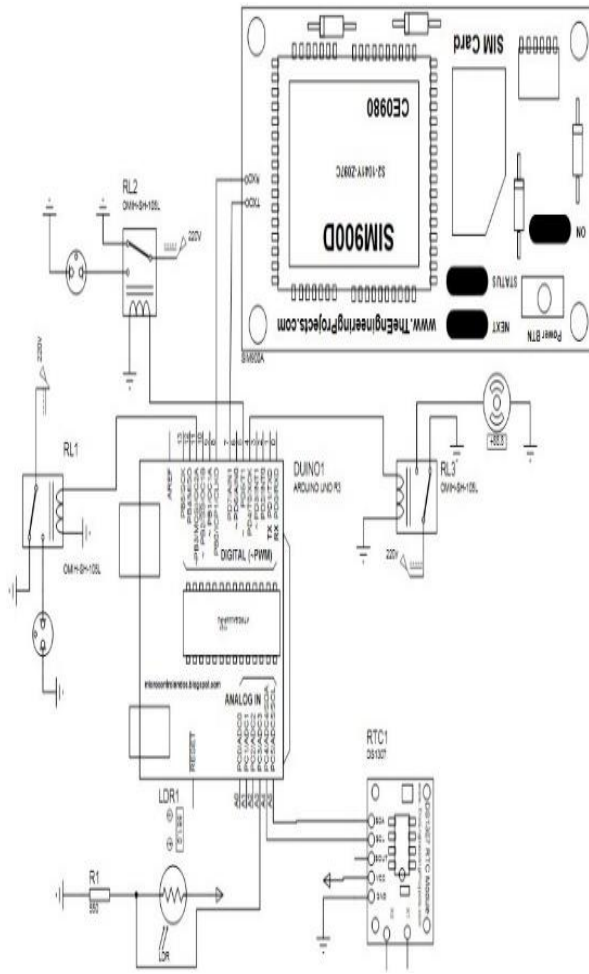
Tabel 1. Penggunaan port Arduino

No	Port	fungsi
1	4	Pompa air
2	5	Lampu neon 1
3	8	Lampu neon 2
4	11	LDR
5	2	SIM Card
6	3	SIM card
7	4 analog	RTC
8	5 analog	RTC

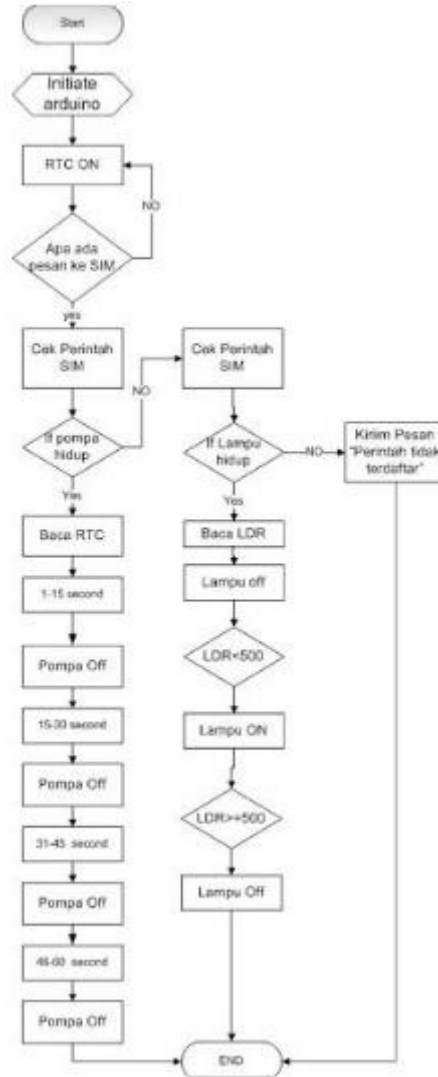
#### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Sistem ini akan bekerja ada dua metode. Metode pertama adalah metode otomatis. Pada metode otomatis ini sistem akan berjalan secara mandiri akan melakukan penyiraman setiap hari selama 2 kali pagi dan sore hari, secara otomatis dengan membaca data timer RTC yang akan memberikan instruksi penyiraman kepada *waterpump* yang terhubung dengan port yang sudah di inialisasi. Pada gambar 5 merupakan jalur kelistrikan

yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras.



Gambar 5. Jalur kelistrikan



Gambar 6. Flowchart program

Metode yang kedua adalah metode manual, dimana dalam metode ini pengguna dapat melakukan penyiraman secara langsung dengan memberikan perintah melalui pesan singkat. Pesan singkat yang diterima oleh Arduino akan diterjemahkan kemudian data tersebut digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan water pump yang portnya sudah di inisialisasi. Sistem penerangan secara otomatis akan menyala jika sensor LDR membaca bahwa situasi lingkungan sudah mulai gelap. Berikut merupakan *flowchart* yang memberikan gambaran alur perintah yang dilakukan arduino sehingga pompa dapat secara otomatis hidup untuk melakukan penyiraman, seperti yang terlihat pada gambar 6.

### 3.3 Konstruksi Meja Tanam

Konstruksi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan konstruksi dari bahan talang air pvc dan pipa paralon pvc, Jarak antara nosel pengkabut 15 cm. Dalam 1 meter dibutuhkan 7 buah nosel



Gambar 7. Gambar konstruksi.

Seperti yang terlihat pada Gambar 7, terdapat hasil dari rancangan dengan susunan peletakan tanaman dalam meja tanam menggunakan PVC.

**4. Hasil dan Pembahasan**

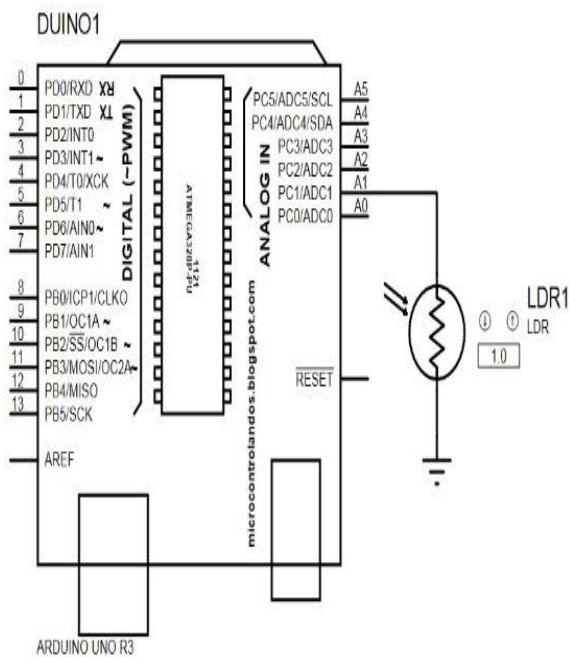
Dalam penelitian ini sistem dapat berjalan secara otomatis dengan membaca data RTC atau berjalan manual dengan mengendalikan melalui pesan singkat.

**4.1 Pengujian LDR secara otomatis.**

LDR difungsikan sebagai sensor untuk mendeteksi kondisi lingkungan sekitar tanaman apakah masih terang atau sudah gelap. Jika kondisi sudah gelap secara otomatis lampu akan menyala dengan sendirinya karena nilai hambatan pada LDR sebesar 200Kilo Ohm. Jika kondisi terang maka nilai hambatan 500 Ohm. Nilai hambatan akan sebanding dengan jumlah cahaya yang diterimanya. Gambar 8 skematik sensor LDR dengan Arduino. Tabel 2 adalah pengujian LDR.

Tabel 2. Pengujian LDR

Kedadaan yang dikondisikan pada program	Output yang terima pada arduino	Keluaran Dari Arduino Masukan Dari LDR
Saat gelap	< 500	HIGH(Hidup)
Saat terang	Else(>500)	LOW (mati)



Gambar 8. Skematik LDR dengan Arduino

**4.2 Pengujian Untuk Menghidupkan Lampu Dengan SMS.**

Pengujian menyalakan lampu dengan SMS ini dilakukan dengan mengirimkan perintah yang

dimengerti oleh sistem. Modul Sim900A difungsikan untuk menerima perintah pesan singkat yang kemudian disampaikan ke Arduino. Dibawah ini adalah algoritma untuk mematikan dan menyalakan lampu.

```

if(myNumber && state>=2)
{
  if(sms.indexOf("lamon")>-1)
  {
    lampu=false;
    digitalWrite(Neon1,LOW);
  }
  if(sms.indexOf("lamoff")>-1)
  sms="";
  send_sms("Lampu Off");
  delay(3000);
  SIM900A.print("AT+CMGD=1,1r");
  if(SIM900A.find("OK"))

```

Jika pesan yang diterima “lamon” maka lampu akan hidup terus menerus mengirimkan pesan “lampu hidup” dan jika sim menerima pesan “lamoff” maka mengirim pesan ”lampu mati” dan fungsi LDR berkerja kembali untuk mengatur lampu seperti semula. Gambar 9 adalah tampilan layar untuk mengaktifkan lampu.



Gambar 9. Perintah untuk mengaktifkan lampu.

**4.3 Pengujian Pompa Melalui SMS**

Pengujian pompa ini ditujukan untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan baik untuk mengkabutkan larutan nutrisi. Untuk dapat mengkabutkan dengan baik tekanan pompa minimal 1.5 atm dan maksimal 2 atm. Jika tekanan terlalu rendah maka larutan tidak dapat diserap oleh tanaman. Jika tekanan terlalu tinggi dapat merusak akar tanaman. Mengatur tekanan pompa perlu memperhitungkan hambatan-hambatan yang ada dalam penyaluran aliran. Pemberian nutrisi dalam 1 jam sudah cukup menjaga pertumbuhan tanaman tersebut. Pemberian nutrisi disesuaikan dengan kebutuhan tanaman tersebut. Sistem kecerdasan yang ditamamkan setiap pengiriman sms. Pompa akan hidup dan mati bergantian selama 15 detik. Dalam 1 jam pengaktifan SMS untuk pemberian larutan nutrisi maka pompa akan

menyiram sebanyak 120 kali. Satu hari pemberian nutrisi 4 kali. Sehingga dalam satu siklus masa tanam selama 21 hari akan aktif sebanyak 5040 kali. Dalam 1 hari mengirimkan 4 kali SMS maka dalam 1 masa tanam sebanyak 84 kali. Setelah menerima pesan SMS untuk mematikan pompa, secara otomatis akan mengaktifkan fungsi RTC untuk mengambil alih menjadi otomatis. Pengujian pompa melalui RTC dengan memberikan perintah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian pompa dengan RTC

kondisi	tegangan	kondisi pompa
if(now.second() 1<x<16	0 v	mati
if(now.second() 17< x<30	11.8 v	hidup
if(now.second()31<x<45	0 v	mati
if(now.second()46 <x 60	11.7 v	hidup

Penelitian ini menggunakan pompa air untuk mendistribusikan larutan nutrisi dengan dengan daya listrik (watt) antara 1200W dan dengan debit 300-350 l/m. pompa yang sedemikian kuatnya dapat melayani 100-150 sprinkler atau setara lahan produksi sekitar 400m<sup>2</sup>. Pompa tersebut terhubung dengan arduino Algoritma untuk menghidupkan pompa disajikan pada bagian berikut ini.

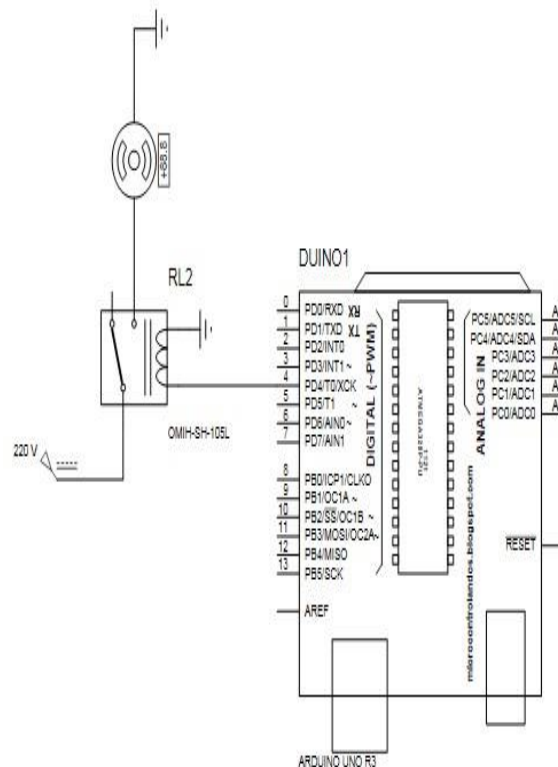
```

if(sms.indexOf("pompaon")>-1)
{
    pump=false;
    digitalWrite(Pompa,LOW);
    sms="";
    send_sms("Pompa Hidup");
    delay(3000);
    SIM900A.print("AT+CMGD=1,1\r");
    if(SIM900A.find("OK"))
    {Serial.println("Delete Memory OK");}
}
if(sms.indexOf("pompaoff")>-1)
{
    pump=true;
    digitalWrite(Pompa,HIGH);
    sms="";
    send_sms("Pompa Mati");
    delay(3000);
    SIM900A.print("AT+CMGD=1,1\r");
    if(SIM900A.find("OK"))
    {Serial.println("Delete Memory OK");}
}
    
```

Pada Gambar 10 merupakan pesan yang dikirim untuk mengaktifkan pompa air melalui sms. Gambar 11 merupakan skematik hubungan antara driver pompa dengan arduino. Driver ini terdiri dari relay untuk menjembatani perbedaan tegangan antara Arduino dan pompa air, dimana tegangan Arduino hanya 5 Volt DC sedangkan pompa air membutuhkan 220AC.



Gambar 10. Perintah untuk mengaktifkan dan mematikan pompa air.



Gambar 11. Skematik Driver Pompa dengan Arduino

## 5. Kesimpulan

### 5.1 Simpulan

Dari sistem yang dibuat perancangan pemberian larutan nutrisi untuk budidaya tanaman secara aeroponik dengan Arduino dan komunikasi GSM adalah kemudahan dalam memberikan nutrisi. Dengan menggunakan Arduino Uno sebagai kontroler, maka pemberian larutan nutrisi di sistem pertanian aeroponik menjadi mudah, cukup dengan mengirimkan pesan singkat. Secara otomatis larutan nutrisi akan terdistribusikan dengan mengirimkan satu kali perintah untuk menyiram sistem akan aktif selama 1 jam, untuk pemberian larutan nutrisi maka pompa akan menyiram

sebanyak 120 kali. Dengan pompa kekuatan 1200W dan debit 300-350 l/m. pompa yang sedemikian kuatnya dapat melayani 100-150 sprinkler atau setara lahan 400m<sup>2</sup>. Pompa tersebut dapat dikendalikan dengan tegangan sebesar 5VDC. Sistem penerangan menggunakan LDR sebagai sensor cahaya maka lampu secara otomatis akan aktif jika kondisi gelap.

## 5.2 Saran

Sistem ini masih memungkinkan untuk dikembangkan terutama untuk diaplikasikan dengan budidaya tanaman lain, mengikuti sesuai dengan saran pakar tanaman. Dari sisi perangkat pendukung perlu ditambahkan dengan mikrokontroler yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik. Mikrokontroler dapat digantikan dengan Programmable Logic Controller (PLC) ditambah dengan sistem komunikasi yang sesuai dengan microcontroller atau PLC.

## 6. Daftar Rujukan

- [1] Fadhil, M., Argo, B. D. and Hendrawan, Y., 2015. Rancang Bangun Prototype Alat Penyiram Otomatis dengan Sistem Timer RTC DS1307 Berbasis Mikrokontroler Atmega16 pada Tanaman Aeroponik Architecture of Prototype Automatic Sprinklers with a RTC DS1307 Timer System Based on Atmega16 Microcontroller in Aerop, 3(1), pp. 37–43
- [2] Prabowo, Y. and Imam, M., 2014. Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dengan Sensor Kelembaban Tanah, 11(2), pp. 57–61
- [3] Diansari, M., 2008 . Pengaturan Suhu, Kelembaban, Waktu Pemberian Nutrisi dan Waktu Pembuangan Air untuk Pola Cocok Tanam Hidroponik berbasis Mikrokontroler AVR ATMega 8535’.
- [4] E, M. G. R. M. and Selvi, S. M., 2017. Android Arduino Interface with Smart Farming System, 6(3), pp. 20521–20526. doi: 10.18535/ijecs/v6i3.22.
- [5] Fisher, D. K. and Gould, P. J., 2012. Open-Source Hardware Is a Low-Cost Alternative for Scientific Instrumentation and Research, pp. 8–20.
- [6] Tsauqi, A. K., Manuel, I., Hasan, V. M., Tsalsabila, A., Chandra, F., Yuliana, T. and Tarigan, P., 2016. Saklar Otomatis Berbasis Light Dependent Resistor ( LDR ), V, pp. 19–24.
- [7](<https://creatifitas.files.wordpress.com/2009/06/budidaya-aeroponik-blog.pdf>)(online)[ Accessed 10 April 2017]