

OTOMATISASI SISTEM IRIGASI TETES BERBASIS ARDUINO NANO

Surinia V. Kiri, Laura A. S. Lapono

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang, NTT

Abstrak

Telah dirancang sebuah sistem irigasi tetes otomatis menggunakan sel surya dengan output 9 Volt, baterai isi ulang 3,7 Volt, modul step up XL6009, sensor kelembaban tanah FC-28, Arduino Nano, LED dan solenoid valve 12 V DC ½". Tujuan utama perancangan ini adalah menghemat penggunaan air dalam pertanian lahan kering. Selain itu juga menghemat tenaga dan waktu petani karena sistem bekerja otomatis. Sistem ini dirancang khusus untuk tanaman cabai merah dengan kelembaban tanah antara 44,8% hingga 76,5%. Sistem ini bekerja dengan menggunakan energi matahari yang diserap oleh sel surya. Energi tersebut akan disimpan dalam baterai 3,7 Volt dan diubah menjadi tegangan 9 Volt melalui modul step up XL6009 sebagai tegangan input untuk Arduino Nano. Sensor kelembaban tanah FC-28 akan mendeteksi kadar kelembaban tanah. Selanjutnya Arduino Nano akan menerima input tegangan dari sensor kelembaban tanah. Jika output sensor kelembaban tanah FC-28 lebih dari 2,8 Volt (kelembaban tanah rendah, <44,8 %), LED merah akan menyala dan solenoid valve terbuka. Jika output sensor kelembaban tanah FC-28 kurang dari 1,25 Volt (kelembaban tanah tinggi, >76,5 %), LED hijau menyala dan solenoid valve tertutup.

Kata Kunci: *Sensor Kelembaban Tanah FC-28, Arduino Nano, Solenoid Valve, Modul Step Up XL6009*

Abstract

It has been designed an automatic drip irrigation system using solar cell with an output 9 V, 3,7 V rechargeable battery, XL6009 step up module, FC-28 soil moisture sensor, Nano Arduino, LED and 12 V DC ½" solenoid valve. The main purpose of this design is to conserve the use water for dry farmings. But it also can save energy and time farmers because the system can work automatically. This system specially designed for chili plants with soil moisture range between 44,5 to 76,5%. This system works using solar energy is adsorbed by the solar cell. Energy will be saved in 3,7 Volt rechargeable battery and changed to be 9 Volt by XL6009 step up modul as input for Nano Arduino. The FC-28 soil moisture sensor will detect level of soil moisture. Then Nano Arduino will receive input voltage from soil moisture sensor. If the output of the sensor more than 2,8 Volt (low soil moisture, <44,8 %), red LED will be on and solenoid valve open. If the output of the soil moisture sensor less than 1,25 Volt (high soil moisture, >76,5 %), green LED will be on and solenoid valve closed.

Keywords: *FC-28 Soil Moisture Sensor, Nano Arduino, Solenoid Valve, XL6009 Step Up Module*

PENDAHULUAN

Lahan kering adalah salah satu agroekosistem yang mempunyai potensi besar untuk usaha pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura maupun tanaman tahunan. Umumnya lahan kering dikaitkan dengan pengertian usaha tani bukan sawah yang bergantung pada air hujan [1].

Nusa Tenggara Timur termasuk salah satu wilayah dengan lahan kering yang cukup luas. Menurut data pemerintah Nusa Tenggara Timur, luas daerah pertanian lahan kering

sekitar 1.528.308 hektar sedangkan lahan pertanian basah seluas 284.103 hektar [2]. Khususnya di kota Kupang, curah hujan tahun 2014 yaitu 1414, 8 mm/tahun dengan jumlah hari hujan 103 hari. Jadi, kota Kupang tidak memiliki cadangan air bersih yang cukup. Selain itu menurut data Badan Pusat Statistik, waktu penyinaran matahari di kota Kupang adalah 82,25% [3]. Karena itu, tingkat penguapan di kota Kupang sangat tinggi. Maka dibutuhkan penyiraman yang hemat air dan

langsung ke tanaman untuk menghindari evaporasi berlebih.

Permasalahan lainnya yaitu petani masih menyiram tanaman secara manual. Menyiram tanaman dalam jumlah yang banyak pada lahan yang luas tidak hanya membutuhkan banyak air namun memerlukan banyak waktu dan tenaga.

Karena ketersediaan air sangat terbatas maka teknik penyiraman yang dipilih harus hemat air. Irigasi tetes merupakan metode irigasi yang hemat air dengan membiarkan air menetes pelan-pelan ke akar baik melalui permukaan tanah atau langsung ke akar. Dibandingkan dengan sistem irigasi curah atau pancaran, efisiensi sistem irigasi tetes jauh lebih tinggi yakni mencapai 91,88%. Selain itu, hasil tanaman pada lahan beririgasi tetes lebih baik daripada lahan beririgasi curah [4].

Seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat, telah dirancang sistem-sistem penyiraman otomatis, di antaranya adalah hasil perancangan dari Agus Nuryadi [5]. Perancangan tersebut menggunakan mikrokontroler ATmega16. Selain itu, pernah dilakukan oleh Rizqiani Putri [6]. Perancangan yang dibuat menggunakan Arduino Uno, sensor suhu dan kelembaban tanah DHT11 serta sensor kelembaban tanah YL-69.

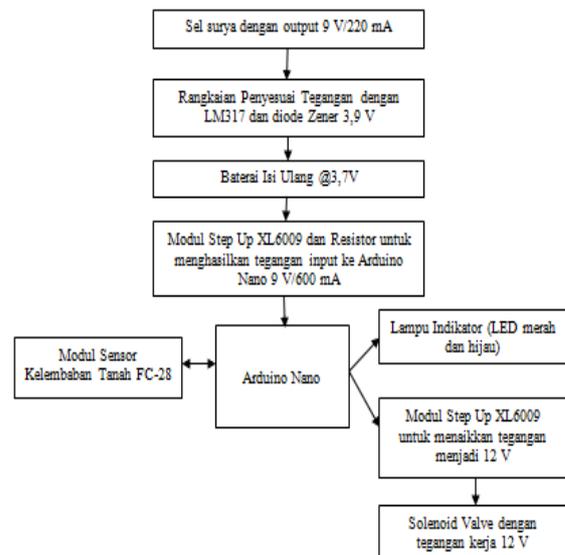
Namun dalam perancangan ini, peneliti menggunakan Arduino Nano karena konstruksinya yang kecil. Sensor yang dipakai adalah sensor kelembaban tanah FC-28 karena mudah digunakan dan harganya terjangkau. Selain itu, karena sistem ini bertujuan untuk digunakan di daerah pertanian seperti kebun dan waktu penyinaran matahari yang relatif lebih lama, maka perancangan ini menggunakan sel surya sebagai sumber tenaga dan solenoid valve sebagai katup penyiraman.

Sistem ini dirancang untuk tanaman cabai merah. Cabai merah adalah salah satu tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan membutuhkan jumlah air yang tepat. Kelebihan air dapat menyebabkan kelembaban yang tinggi dan merangsang tumbuhnya jamur dan bakteri. Tanah yang terlalu basah dapat membusukkan akar sehingga tanaman mati. Sebaliknya jika kekurangan air, tanaman cabai akan kerdil, layu dan mati. Menurut hasil penelitian, tanaman cabai dapat tumbuh dengan baik pada tanah dengan kelembaban berkisar antara 44,8% hingga 76,5% [6].

METODE PENELITIAN

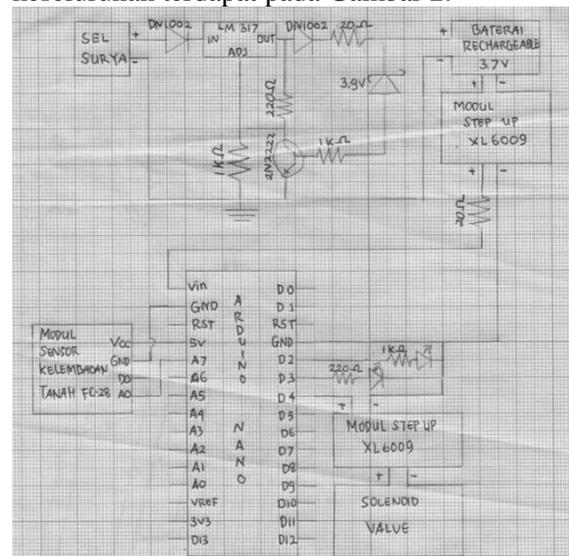
Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras mengikuti blok diagram pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

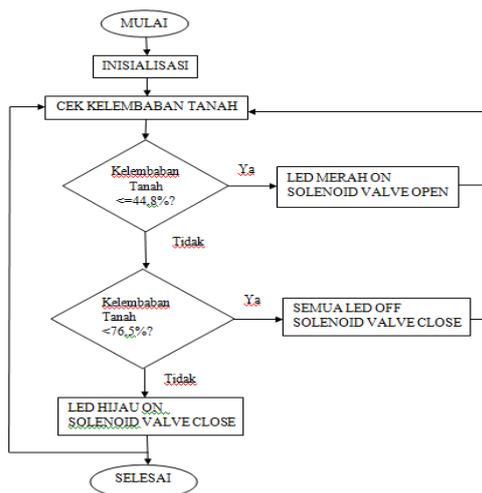
Bentuk rangkaian sistem secara keseluruhan terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Rangkaian Secara Lengkap

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak mengikuti flowchart pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Program

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tegangan Input Sistem

Sumber tenaga pada perancangan ini adalah sel surya dengan *output* 9 Volt dan arus 220 mA. Oleh karena itu dibuat rangkaian penyimpan daya. Daya disimpan pada 1 buah baterai *rechargeable* 3,7 V. Rangkaian ini menggunakan LM317 untuk mengatur tegangan keluaran antara 1,2 – 37 Volt DC. Perancangan ini pun menggunakan dioda Zener 3,9 Volt dengan tujuan membatasi tegangan yang masuk ke baterai agar tidak melampaui batas tegangan baterai. Dengan menggunakan modul step up XL6009, diperoleh tegangan keluaran 9 V dengan arus 600 mA untuk Arduino Nano dan sensor kelembaban tanah FC-28.

Tabel 1. Pengujian Tegangan

No.	Tegangan yang diinginkan (V)	Output tegangan (V)
1	9	9,05
2	9	9,05
3	9	9,11
4	9	9,11
5	9	9,07

Pengujian Sensor Kelembaban Tanah FC-28

Sebelum merancang rangkaian sensor kelembaban tanah FC-28, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi sensor menggunakan metode gravimetri. Tanah dijemur hingga kering (kelembaban tanah 0%) dan dibuat 9 buah sampel tanah. Kemudian setiap sampel

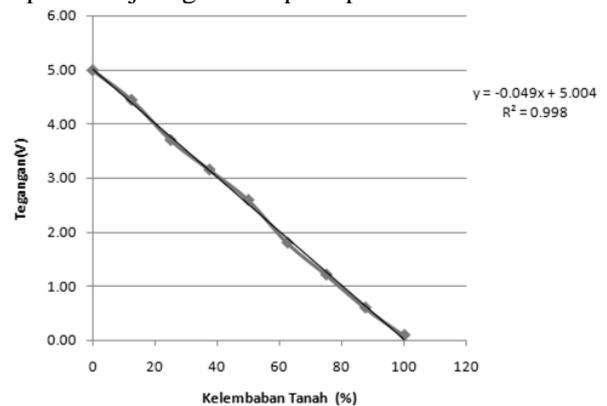
dicampur dengan air dalam jumlah yang berbeda-beda. Kadar kelembaban tanah dapat dihitung secara manual dari perbandingan antara volume air dan tanah.

Modul sensor kelembaban tanah FC-28 dihubungkan dengan Arduino Nano dan PC untuk menampilkan kelembaban tanah. *Probe* sensor ditancapkan ke setiap sampel tanah dan diamati tampilan *output* di Serial Monitor.

Tabel 2. Data Perbandingan Pengujian Sensor Kelembaban Tanah FC-28 dan Metode Gravimetri

Sampel		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Volume (mL)	Air	0	10	20	30	40	50	60	70	80
	Tanah	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Kelembaban Tanah (%)		0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
Tegangan Keluaran Sensor (V)	1	5.00	4.54	3.96	3.24	2.67	1.71	1.09	0.72	0.07
	2	5.00	4.58	3.86	3.03	2.74	1.80	1.09	0.72	0.07
	3	5.00	4.57	3.76	3.02	2.63	1.80	1.09	0.76	0.06
	4	4.96	4.44	3.72	3.00	2.53	1.74	1.11	0.68	0.08
	5	5.00	4.41	3.83	2.99	2.63	1.74	1.22	0.68	0.08
	6	5.00	4.40	3.53	3.22	2.63	1.73	1.30	0.53	0.09
	7	5.00	4.49	3.51	3.34	2.53	1.87	1.30	0.52	0.12
	8	4.98	4.37	3.64	3.19	2.52	1.88	1.30	0.48	0.12
	9	4.99	4.36	3.71	3.12	2.49	1.88	1.30	0.47	0.10
	10	4.97	4.19	3.52	3.36	2.49	1.88	1.29	0.46	0.08
Rata-Rata (V)		4.99	4.44	3.70	3.15	2.59	1.80	1.21	0.60	0.09

Nilai rata-rata keluaran sensor dan kelembaban tanah dengan metode gravimetri diplot menjadi grafik seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Air dan Tegangan *Output* Sensor Kelembaban Tanah FC-28

Berdasarkan Gambar 4, kadar air berbanding terbalik dengan *output* sensor kelembaban tanah FC-28. Semakin banyak jumlah air (kelembaban tanah semakin tinggi), semakin rendah tegangan keluaran sensor. Hubungan antara kadar air dan *output* sensor bersifat linear yang memenuhi persamaan garis lurus. Keduanya memiliki korelasi yang kuat, ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,998$.

Pengujian Solenoid Valve

Solenoid valve digunakan sebagai katup penyiraman yang dibuka dan ditutup berdasarkan ada tidaknya arus listrik yang mengalir. Pada pengujian solenoid valve, arus dari pin D4 Arduino dihubungkan ke solenoid valve. Rangkaiannya meliputi Arduino, modul *step up* XL6009 dan solenoid valve. Modul *step up* berfungsi untuk menaikkan tegangan dari pin Arduino (5 V) sehingga sesuai dengan *input* yang dibutuhkan oleh solenoid valve (12 V).

Tabel 3. Hasil Pengujian Solenoid Valve

Mode Pin D4 Arduino	Output Modul
Low	0 V
High	12 V

Pengujian Perangkat Lunak

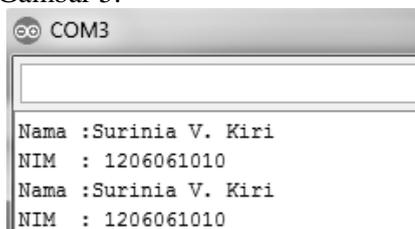
Perancangan ini memakai bahasa pemrograman C dengan menggunakan *software* Arduino IDE 1.6.7. Bahasa pemrograman yang digunakan dirancang sesuai dengan algoritma pada *flowchart* yang telah dibuat sebelumnya. Perancangan *software* meliputi perancangan program untuk pengujian sensor kelembaban tanah FC-28, pengujian Arduino dan rangkaian LED, serta pengujian solenoid valve.

Program Pengujian Arduino Nano

Pengujian Arduino Nano, sebuah *sketch* sederhana dibuat untuk menampilkan nama dan NIM mahasiswa. Adapun *sketch* yang dibuat sebagai berikut:

```
void setup () {  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop () {  
  Serial.println("Nama :Surinia V. Kiri ");  
  Serial.println("NIM : 1206061010");  
  
  delay (1000);  
}
```

Hasil running sketch untuk menampilkan nama dan NIM pada serial monitor ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Running Pada Serial Monitor

Program pengujian sensor kelembaban tanah FC-28

Pengujian sensor kelembaban tanah FC-28 menggunakan list program sebagai berikut:

```
Const int PIN_SENSOR = 7;  
void setup () {  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop () {  
  int dataPin = analogRead(PIN_SENSOR);  
  
  Serial.print("Nilai Kelembaban = ");  
  Serial.println(dataPin);  
  
  delay (2000);  
}
```

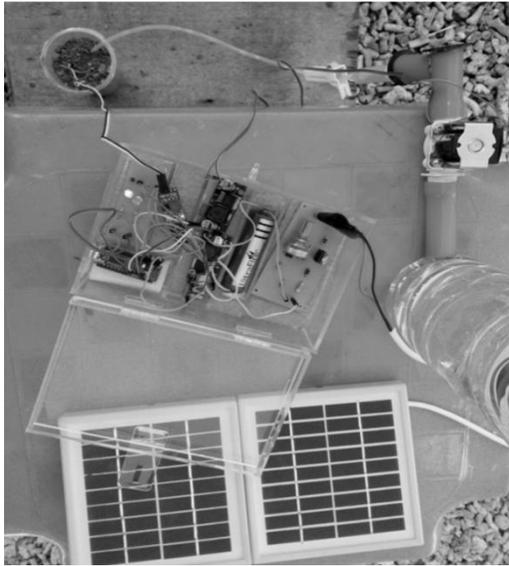
Program pengujian solenoid valve

Pengujian rangkaian solenoid valve dilakukan dengan menggunakan *sketch* untuk mengubah-ubah *output* pin D4 Arduino dan mengamati keadaan solenoid valve pada logika LOW dan HIGH. *Sketch* di atas digunakan adalah sebagai berikut:

```
const int PIN_SOLENOIDVALVE = 4;  
void setup ()  
{  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(PIN_SOLENOIDVALVE, OUTPUT);  
}  
  
void loop ()  
{ digitalWrite(PIN_SOLENOIDVALVE, HIGH);  
  delay(60000);  
  digitalWrite(PIN_SOLENOIDVALVE, LOW);  
  delay(60000);  
}
```

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Sistem irigasi tetes dirancang untuk membaca nilai kelembaban tanah dan mengontrol solenoid valve untuk menyiram tanaman. Untuk mengetahui integrasi dari seluruh blok yang dirancang maka perlu dilakukan pengujian kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem secara keseluruhan meliputi sistem catu daya, *input* (sensor kelembaban tanah FC-28), proses kontrol oleh Arduino Nano, dan *output* (LED sebagai lampu indikator dan solenoid valve). Dengan melakukan pengujian ini, dapat diketahui apakah sistem mampu bekerja dengan baik. Pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Listing program untuk keseluruhan sistem irigasi tetes ini merupakan gabungan dari baris-baris program untuk setiap blok sistem. Listing programnya adalah sebagai berikut:

```
const int PIN_SENSOR = 7;
const int PIN_MERAH = 2;
const int PIN_HIJAU = 3;
const int PIN_SOLENOIDVALVE = 4;
void setup ()
{ pinMode(PIN_MERAH, OUTPUT);
  pinMode(PIN_HIJAU, OUTPUT);
  pinMode(PIN_SOLENOIDVALVE, OUTPUT); }
void loop ()
{
  int dataPin = analogRead(PIN_SENSOR);
  if (dataPin >= 564)
  { digitalWrite(PIN_MERAH, HIGH);
    digitalWrite(PIN_HIJAU, LOW);
    digitalWrite(PIN_SOLENOIDVALVE, HIGH); }
  else
  if (dataPin > 242)
  { digitalWrite(PIN_MERAH, LOW);
    digitalWrite(PIN_HIJAU, LOW);
    digitalWrite(PIN_SOLENOIDVALVE, LOW); }
  else
  if (dataPin <= 242)
  { digitalWrite(PIN_MERAH, LOW);
    digitalWrite(PIN_HIJAU, HIGH);
    digitalWrite(PIN_SOLENOIDVALVE, LOW); }
}
```

Dengan mengunggah *sketch* di atas ke Arduino Nano yang telah terintegrasi dengan sistem *input* dan *output*, maka sistem irigasi tetes sudah mulai bekerja. Untuk melakukan pengujian sistem secara keseluruhan, digunakan 5 buah sampel tanah dengan kadar kelembaban tanah berbeda yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Proses pengujian sistem diulangi sebanyak 5 kali untuk masing-masing sampel.

Berikut ini adalah data hasil pengujian sistem secara keseluruhan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Kelembaban Tanah (%)	Pengujian ke-	LED Merah	LED Hijau	Solenoid Valve
0	1	ON	OFF	ON
	2	ON	OFF	ON
	3	ON	OFF	ON
	4	ON	OFF	ON
	5	ON	OFF	ON
25	1	ON	OFF	ON
	2	ON	OFF	ON
	3	ON	OFF	ON
	4	ON	OFF	ON
	5	ON	OFF	ON
50	1	OFF	OFF	OFF
	2	OFF	OFF	OFF
	3	OFF	OFF	OFF
	4	OFF	OFF	OFF
	5	OFF	OFF	OFF
75	1	OFF	ON	OFF
	2	OFF	ON	OFF
	3	OFF	OFF	OFF
	4	OFF	OFF	OFF
	5	OFF	OFF	OFF
85	1	OFF	ON	OFF
	2	OFF	ON	OFF
	3	OFF	ON	OFF
	4	OFF	ON	OFF
	5	OFF	ON	OFF

Berdasarkan hasil pengujian sistem pada Tabel 4, diketahui bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik pada kelembaban tanah antara 0 hingga 50%. Pengujian sampel 0% dan 25% mewakili keadaan kelembaban tanah di bawah 44,8%. Pada kondisi kelembaban tanah 0%, LED merah menyala dan solenoid valve terbuka. Demikian pula untuk sampel kedua dengan kelembaban tanah 25%.

Pada pengujian sampel ketiga dengan kelembaban tanah 50%, tidak ada LED yang menyala, dan solenoid valve tertutup. Tetapi, saat pengujian sampel dengan kadar kelembaban tanah 75%, terjadi penyimpangan kerja sistem untuk 2 pengujian pertama. Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya sensitivitas sensor kelembaban tanah FC-28. Dapat pula disebabkan oleh distribusi air yang tidak merata dalam tanah. Sedangkan hasil pengujian untuk sampel terakhir dengan kelembaban tanah 85% sistem bekerja dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem irigasi tetes otomatis telah dirancang dengan baik menggunakan sensor

kelembaban tanah FC-28 sebagai pendeteksi kelembaban tanah dan solenoid valve serta LED sebagai lampu indikator.

2. Arduino Nano mengolah data *output* dari sensor kelembaban tanah FC-28 dan mengontrol solenoid valve serta lampu indikator untuk kelembaban tanah 44,8%-76,5%.

Sistem irigasi tetes otomatis yang telah dibuat masih memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya adalah kurangnya sensitivitas sensor untuk membaca kelembaban tanah tinggi. Selain itu, sistem ini hanya dapat digunakan untuk satu jenis tanaman serta masih dalam skala kecil. Oleh karena itu, sistem ini dapat dikembangkan dengan:

1. Menggunakan sensor kelembaban tanah terbaru dengan sensitivitas yang lebih bagus dan memakai beberapa buah sensor agar ada perbandingan dan sistem lebih akurat.
2. Membuat pilihan untuk mengatur *range* kelembaban tanah sehingga dapat diaplikasikan untuk berbagai jenis tanaman.
3. Membuat sistem dalam skala yang lebih besar (lebih dari 1 tanaman).
4. Menggunakan alat ini untuk tanaman cabai merah dan melihat pertumbuhannya karena

belum dilakukan pengujian secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdurachman, A., 2008, Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional, *Jurnal Litbang Pertanian*, 27, 2, 43-49.
2. Apriando, Tommy., 2014, Kekeringan Lahan Pertanian di NTT, From <http://www.mongabay.co.id>, Diakses 3 Desember 2015.
3. Tim Penyusun, 2015, Nusa Tenggara Timur dalam Angka 2015, Kupang: Badan Pusat Statistik
4. Prabowo, Agung., dkk., 2004, Pengelolaan Irigasi Hemat Air di Lahan Kering: Aplikasi Irigasi Tetes dan Curah, *Jurnal*.
5. Nuryadi, Agus., 2015, Prototipe Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Berbasis Mikrokontroler Atmega16, Skripsi Jurusan Teknik Informatika, FST Universitas Islam Negeri, Yogyakarta.
6. Rizqiani Putri, Ajeng.dkk, 2014, Rancang Bangun Model Rumah Kaca Untuk Tanaman Cabe Dengan Media Pemberitahuan Melalui Twitter, *Jurnal*.