

Potensi Sprayer Otomatis sebagai Solusi Masalah Penyiraman Tanaman untuk Petani Cabe

Nurida Finahari, Khanif Prasetyo Budi, Toni Dwi Putra

Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

Email : nfinahari@widyagama.ac.id

*Abstrak – Cabe (*capsium annum L*) merupakan komoditi hortikultura yang penting. Ketersediaan air merupakan salah satu faktor pendukung sistem produksi tanaman cabe. Pemenuhan kebutuhan air pada cabe sangat mempengaruhi pertumbuhannya. Salah satu kendala bagi para petani adalah pengelolaan waktu ketika mengolah lahan. Petani menghabiskan banyak waktu untuk menyiram dan memupuk tanaman. Hal ini berdampak pada efisiensi waktu para petani untuk mengolah lahan yang lain dan membersihkan gulma. Pengembangan rancang bangun sistem pengairan tanaman menggunakan sensor kelembaban tanah bisa menjadi alternatif solusi. Sistem ini mampu melakukan penyiraman secara otomatis dan mendeteksi ketersediaan air untuk penyiraman. Sistem kontrol yang digunakan adalah Arduino Uno sebagai pengontrol utama. Dari alur pikir desain otomatis, bisa dikatakan bahwa adalah memungkinkan untuk dilakukan proses otomasi pada pekerjaan penyiraman tanaman cabe. Permasalahan kecukupan air pada musim kemarau bisa diatasi berbasis pada pengendalian jumlah air siraman, yang disesuaikan dengan bacaan sensor kelembaban tanah. Adapun permasalahan lain yang perlu dikaji, terkait dengan sistem pengendalian kelembaban tanah pada saat musim penghujan. Permasalahan ini bisa dikaji dengan acuan sistem kontrol penyiraman air berbasis kelembaban tanah juga yang mungkin bisa dikombinasikan dengan sistem dryer/pengering tanah. Ini bisa dikembangkan menjadi teknologi tepat guna berikutnya sebagai karya pengabdian masyarakat.*

Kata Kunci : Komoditas Pertanian, Cabe, Kecukupan Air, Sistem Penyiram Otomatis, Sensor Kelembaban Tanah

*Abstract - Chili (*capsium annum L*) is an important horticulture commodity. The availability of water is one of the supporting factors for the chili crop production system. Meeting the water needs of chili greatly affects its growth. One obstacle for farmers is managing time when processing land. Farmers spend a lot of time watering and fertilizing plants. This has an impact on the time efficiency of farmers to cultivate other land and clear weeds. The design development of a plant irrigation system using soil moisture sensors can be an alternative solution. This system is capable of automatically watering and detecting the availability of water for watering. The control system used is Arduino Uno as the main controller. From the automated design mindset, it can be said that it is possible to carry out an automation process on the work of watering chili plants. The problem of adequate water in the dry season can be overcome based on controlling the amount of water spray, which is adjusted to the soil moisture sensor readings. As for other problems that need to be studied, related to the system of controlling soil moisture during the rainy season. This problem can be assessed by reference to a soil moisture based watering control system that might also be combined with a soil dryer / dryer system. This can be developed into the next appropriate technology as a community service work.*

Keywords: Agricultural Commodities, Chili, Water Adequacy, Automatic Watering System, Soil Moisture Sensor

1. PENDAHULUAN

Gemah ripah loh jinawi, adalah penggambaran kondisi Indonesia yang menunjukkan kemakmuran terkait dengan potensi kekayaan alam. Posisi geografis Indonesia memungkinkan hal tersebut terjadi karena matahari bersinar sepanjang tahun dengan curah hujan yang cukup. Kondisi geografis tersebut menyebabkan tumbuhan yang beraneka, baik yang bersifat dibudidayakan maupun yang tumbuh alami, subur berlimpah di seluruh kawasan. Hal ini menjadikan

sektor pertanian sebagai salah satu penyumbang GDP andalan, sebesar 14% pada tahun 2007 [1]. Namun dengan fakta bahwa rakyat yang bekerja di bidang pertanian (dan perikanan) masih banyak yang berada dalam kategori miskin (40%), sektor ini masih memerlukan penanganan yang intensif. Dalam hal ini teknologi penunjang untuk proses tanam dan/atau pengolahan hasil pertanian menjadi teknologi yang bersifat tepat guna dan sangat dibutuhkan. Keterikutan rekayasa teknologi

diharapkan dapat menjadi pemicu efektifitas dan efisiensi dari kinerja sektor pertanian.

Cabai (*capsium annum L*) merupakan komoditi hortikultura yang penting. Ketersediaan air merupakan salah satu faktor pendukung sistem produksi tanaman cabai. Pemenuhan kebutuhan air pada cabai sangat mempengaruhi pertumbuhannya. Penelitian Antony dan Singandhupe [2] menunjukkan perlakuan irigasi permukaan 100% pada tanaman cabai berpengaruh terhadap morfologi tanaman, yaitu terhadap jumlah cabang, tinggi tanaman, panjang akar dan hasil panen. Penelitian Alviana dan Susila [3] juga menunjukkan pertumbuhan vegetatif tanaman cabai yang ditanam dengan irigasi tetes dan mulsa *polyethylene* meningkat secara linier.

Salah satu kendala bagi para petani adalah pengelolaan waktu ketika mengolah lahan dan keterbatasan pengetahuan tentang teknologi itu sendiri. Minimnya alat yang dapat di gunakan untuk membantu kinerja petani patut digarisbawahi. Petani menghabiskan banyak waktu untuk menyiram dan memupuk tanaman. Hal ini berdampak pada efisiensi waktu para petani untuk mengolah lahan yang lain dan membersihkan gulma. Hal ini tentunya akan berdampak pada perolehan hasil panen. Di sisi lain, swasembada pangan adalah program pemerintah yang saat ini sedang gencar digalakkan, agar Indonesia bisa mandiri dalam penyediaan pangan pada akhir tahun 2019 [4]. Indonesia merupakan negara agraris dimana lahannya subur dengan 2 musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Pada musim penghujan biasanya tanaman pangan tidak perlu dilakukan penyiraman karena telah mendapatkan air hujan yang cukup. Sedangkan pada musim kemarau tanaman harus disiram dengan teratur sesuai dengan kondisi kelembaban tanah. Para petani biasanya tidak menanam tanaman pangan pada musim kemarau karena takut tidak akan tumbuh dengan baik dan gagal panen. Ketergantungan petani dengan musim menyebabkan produksi petani menurun dan menjadi kendala dalam menyukseskan program swasembada pangan. Artikel ini hanya membahas potensi penanganan masalah penyiraman tanaman pada musim kemarau.

Analisis Situasional

Permasalahan penyiraman tanaman cabe telah diteliti beberapa orang. Supriadi, dkk [5] mengkaji penetapan kebutuhan air untuk tanaman cabai merah. Keberhasilan tanaman untuk berproduksi secara maksimal tidak terlepas dari metode pengelolaan, termasuk teknik budidaya dalam penetapan jumlah air yang dibutuhkan. Ketersediaan air menentukan keberhasilan produksi tanaman, baik secara vegetatif maupun generatif,

karena air merupakan kebutuhan dasar bagi tanaman. Hasil percobaan menunjukkan bahwa respon tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*) dan cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) pada parameter pertumbuhan dan produksi merupakan respon linier terhadap kebutuhan air. Dani [6] mengembangkan rancang bangun sistem pengairan tanaman menggunakan sensor kelembaban tanah. Sistem ini mampu melakukan penyiraman secara otomatis dan mendeteksi ketersediaan air untuk penyiraman. Sistem ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sistem otomatis penyiraman tanaman dan sistem pendeteksi kekosongan air pada tangki air penyiraman. Sistem kontrol yang digunakan adalah *Arduino Uno* sebagai pengontrol utama. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembaban tanah yang digunakan untuk membaca keadaan tanah dan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air pada tangki. Berdasarkan hasil pengujian, persentase kesalahan rata-rata sensor kelembaban tanah adalah 3,285%, sedangkan persentase kesalahan rata-rata sensor ultrasonik adalah 4,91%. *Buzzer* akan menyala jika diberi tegangan kecil sekitar 0 V sampai dengan 0,07 V, dan berhenti berbunyi jika diberi tegangan 4 V sampai 5 V.

Peralatan kontrol juga dikembangkan oleh Gunawan dkk [4] untuk sistem penyiraman tanaman secara umum, dikhususkan pada pemanfaatan pada musim kemarau. Sementara itu Jimenez et al. [7] mengembangkan sistem yang sama tetapi dikhususkan untuk para petani Mediterania. Sistem yang dikembangkan bertujuan untuk penentuan keseimbangan air selama irigasi di pot tanaman. Persyaratan utama desainnya adalah kepresisian yang tinggi dan biaya rendah untuk membuatnya terjangkau oleh sebagian besar petani. Untuk alasan itu, sistem diimplementasikan menggunakan *platform open source*. *Flowmeter* presisi tinggi digunakan untuk memantau air irigasi yang disediakan. Sistem ini juga mampu mengirimkan data secara nirkabel ke *server* di *Cloud* sehingga dapat diakses dari perangkat apa pun selama terhubung dengan akses internet. Menurut Montesano [8] sensor kelembaban dielektrik (*GS3, Decagon Devices, Pullman - WA, USA*) sangat cocok untuk manajemen irigasi dalam produksi pertanian rumah kaca. Peralatan ini sudah diuji untuk mengukur kecepatan respon fisiologis tanaman akibat perlakuan stress kekeringan. Penelitian Montesano menunjukkan bahwa pemantauan *set-point* untuk sistem kontrol kelembaban berpengaruh terhadap respon fisiologis tanaman. Hasil-hasil penelitian di atas dapat dijadikan acuan untuk desain teknologi tepat guna berupa sistem penyiraman otomatis untuk tanaman cabe.

Dasar Desain

Cabai merupakan tanaman yang berasal dari Peru, dari famili terong – terongan (*solanaceae*) yang memiliki nama ilmiah *Capsicum sp.* Tumbuhan ini populer sebagai tanaman obat pekarangan dan juga tumbuh di hutan-hutan sekunder dataran rendah hingga ketinggian 600 m dpl. Cabai dikenal orang Romawi sejak lama dan sering dikacaukan dengan lada. Di Indonesia buah keringnya digunakan sebagai rempah pemedas.



Gambar 1 Tanaman cabai rawit

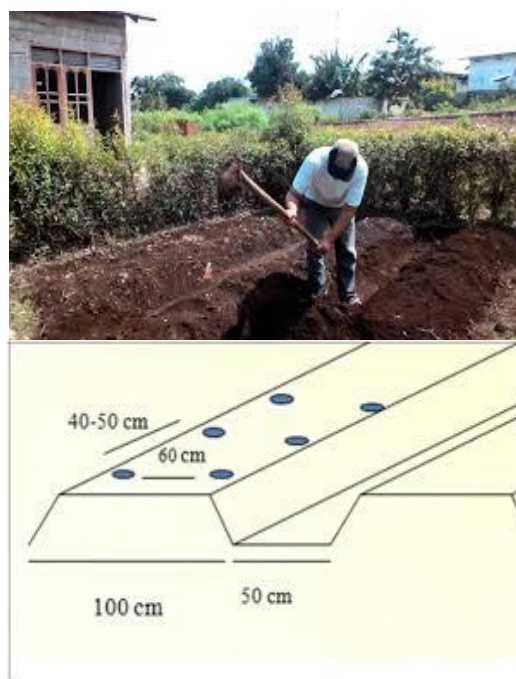
Tanaman cabai merupakan tanaman batang tidak berkayu. Jenis cabai rawit, panjang batangnya tidak melebihi 100 cm. Untuk cabai besar, tinggi batang dapat mencapai 2 m, bahkan lebih. Batang tanaman cabai berwarna hijau tua atau muda. Beradaptasi dengan baik pada temperatur 24 – 27 °C. Ditanam pada tanah yang gembur, subur, tidak terlalu liat dan cukup air. Sudut kemiringan lahan 0 - 10 derajat. Membutuhkan sinar matahari penuh dan tidak ternaungi. pH tanah yang optimal untuk pertumbuhannya adalah antara 5,5 sampai 7. Tanaman cabai membutuhkan pengairan yang cukup, tetapi apabila air berlebihan maka dapat menyebabkan kelembaban yang tinggi dan merangsang tumbuhnya jamur dan bakteri. Tanah yang terlalu basah dapat membusukkan akar, sehingga tanaman akan mati. Sebaliknya, jika kekurangan air, tanaman cabe akan kurus, kerdil, layu dan mati juga [5].

Dalam pertanian, tanah diartikan lebih khusus yaitu sebagai media tumbuh tanaman darat. Tanah berasal dari hasil pelapukan batu bercampur dengan sisa-sisa bahan organik dan organisme (vegetasi atau hewan) yang hidup di atasnya atau di dalamnya. Selain itu di dalam tanah terdapat pula udara dan air. Tanah tersusun dari empat bahan utama yaitu bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Bahan – bahan penyusun tanah tersebut jumlahnya masing – masing berbeda untuk setiap jenis tanah ataupun lapisan tanah. Pada tanah lapisan atas yang baik untuk pertumbuhan tanaman lahan kering (bukan sawah) umumnya mengandung

45% (volume) bahan mineral, 5% bahan organik, 20 – 30 % udara dan 20 – 30 % air.

Pengolahan tanah bertujuan untuk membuat lapisan olah yang gembur, menghilangkan gulma atau sisa-sisa tanaman, menghilangkan racun dan menghilangkan organisme pengganggu tanaman (OPT) dalam tanah. Oleh karena itu, pengolahan tanah harus dilakukan secara bertahap dan memerlukan cukup waktu antar tahapannya, yaitu sekitar 5-7 hari. Hal ini dimaksudkan agar tanah cukup terjemur oleh sinar matahari sehingga gas-gas racun dalam tanah hilang dan OPT tanah mati. Tanah yang ideal untuk penanaman cabai adalah tanah yang gembur, remah, mengandung cukup bahan organik (sekurang-kurangnya 1,5%), unsur hara, dan air, serta bebas dari gulma. Untuk keperluan tersebut diperlukan tindakan-tindakan pengolahan tanah yang terdiri atas pembajakan (pencangkulan tanah), pembersihan gulma dan sisa-sisa tanaman, perataan permukaan tanah, serta pembuatan bedengan dan saluran. Persiapan lahan untuk lahan kering diuraikan sebagai berikut

- Lahan dicangkul sedalam 30-40 cm sampai gembur.
- Dibuat bedengan-bedengan dengan lebar 100-120 cm, tinggi 30 cm, dan jarak antar bedengan 30- 50 cm.
- Dibuat garitan-garitan dan lubang-lubang tanam dengan jarak (50-60 cm) x (40-50 cm). Pada tiap bedengan terdapat 2 baris tanaman.
- Dibuat lubang penanaman bibit cabai dengan kedalaman lubang 5-7 cm



Gambar 2. Persiapan lahan pada lahan kering

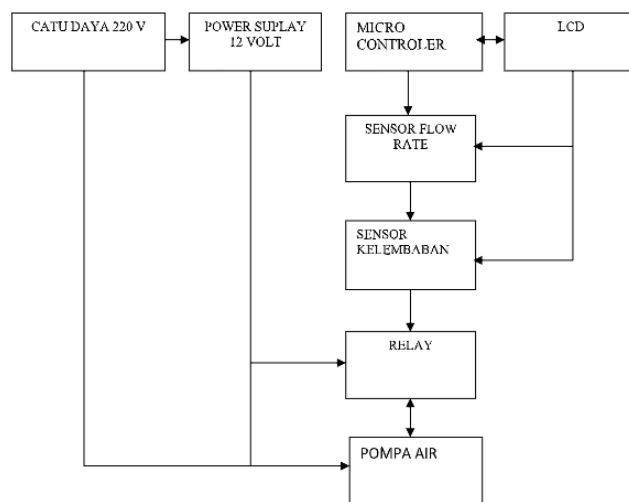
Perbaikan sifat fisik tanah dapat juga dilakukan dengan pemberian bahan organik. Bahan organik mempunyai sifat mengurangi kepadatan tanah berat (tanah liat) dan meningkatkan daya tahan air bagi tanah ringan (tanah pasir). Tanah yang berpasir sekurang-kurangnya harus mengandung bahan organik 4% (C-organik 2%), dan untuk tanah liat diperkirakan mengandung bahan organik 2% (C-organik 1%). Lahan dengan kesuburan kimia yang kurang baik bukan merupakan faktor pembatas yang serius dalam budidaya cabai merah, karena penggunaan pupuk organik dan pupuk buatan relatif mudah. Hal yang tidak menguntungkan adalah adanya pemberian pupuk yang berlebihan dan tidak berimbang. Sering dijumpai petani yang memberikan pupuk secara berlebihan (terutama pupuk N) dengan maksud mendapatkan hasil yang setinggi-tingginya, tetapi kenyataannya hasilnya tidak selalu memuaskan. Penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menjadikan tanaman rentan terhadap serangan hama dan penyakit, serta dapat menurunkan kualitas tanah. Untuk menghasilkan buah sebanyak 21 ton/ha, tanaman cabai merah harus menyerap unsur hara N sebanyak 70 kg/ ha, P₂O₅ 16 kg /ha, dan K₂O 92 kg /ha [12]. Bila efisiensi serapan N diperkirakan 60%, P 40% dan K 70%, maka pupuk N yang perlu diberikan adalah $70 \text{ kg}/0,6 = 117 \text{ kg}$, P₂O adalah $16 \text{ kg}/0,4 = 40 \text{ kg}$, dan K₂SO adalah $92 \text{ kg}/0,7 = 131 \text{ kg/ha}$. Kebutuhan pupuk tersebut bervariasi tergantung pada jenis lahan, varietas, dan waktu tanam.

2. SPESIFIKASI TEKNIS

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *Rational Unified Proses (RUP)*. Dalam metode ini, terdapat tahapan pengembangan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Diagram catu daya ditampilkan pada Gambar 3. Cara kerja peralatan bisa dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Fase *Rational Unified Proses (RUP)*

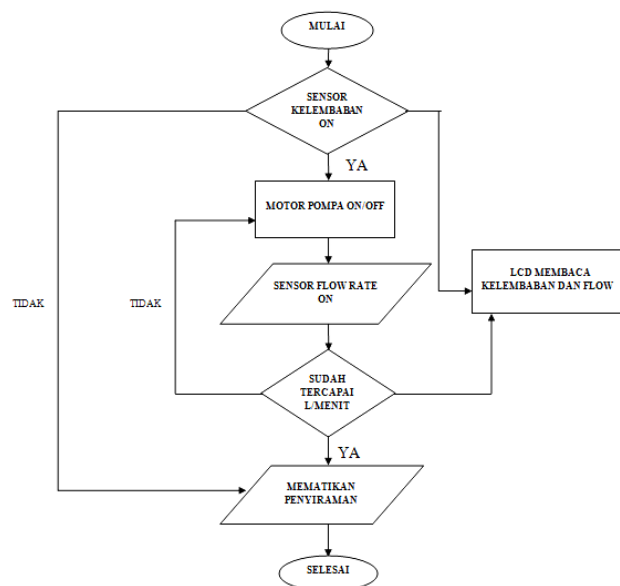
Fase RUP	Proses Yang Dilakukan
<i>Inception</i>	Pendefinisian batasan kegiatan, melakukan analisis kebutuhan dan melakukan perancangan awal sistem.
<i>Elaboration</i>	Perancangan perangkat lunak yaitu pembuatan <i>prototype</i> alat, dan program sistem penyiraman.
<i>Construction</i>	Pengimplementasian rancang bangun alat yang telah di buat yaitu perakitan keseluruhan komponen.
<i>Transition</i>	<i>Deployment</i> dan sosialisasi perancangan sistem.



Gambar 3. Diagram Catu Daya

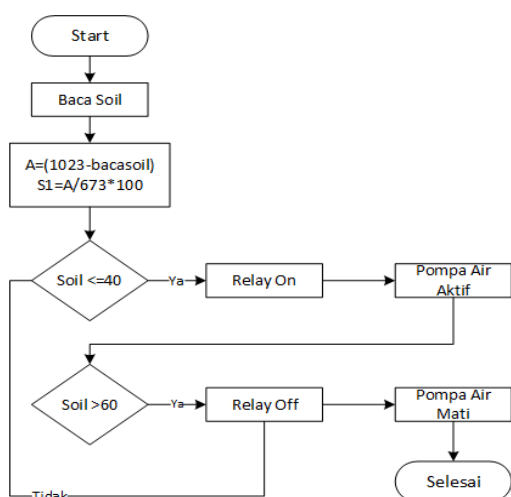
Keterangan Diagram Catu Daya

1. Catu daya sebagai sumber tegangan 220 Volt (AC).
2. Power suplay merubah tegangan dari 220 Volt (AC) menjadi 12 Volt (DC)
3. Mikrokontroler sebagai penerima data yang dikirim dari sensor flow rate kemudian mengintruksikan .
4. Sensor flow rate berfungsi untuk menghitung jumlah liter kebutuhan penyiraman.
5. Driver digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air.
6. Pompa air digunakan untuk menyiram tanaman



Gambar 4. Diagram Kerja Alat

Pada saat sistem *start*, *timer off* akan menghitung waktu sampai batas yang ditentukan untuk *timer on*, selanjutnya *output* mikrokontroler akan memberi signal pada modul *relay* untuk mengaktifkan pompa. Ketika sensor *flow rate* sudah berjalan maka sensor mulai menghitung volume yang dibutuhkan oleh tanaman untuk melakukan penyiraman, data dapat dilihat di LCD. Jika hitungan sensor *flow rate* sudah mencapai kesesuaian dengan hitungan nilai input, maka sensor akan memberikan signal ke mikrokontroler untuk menonaktifkan pompa. Detail pembacaan sensor ditunjukkan pada Gambar 5. Bahasa program untuk pengendalian sensor kelembaban tanah ditampilkan pada Gambar 6. LCD akan menampilkan nilai pembacaan sensor kelembaban tanah dengan satuan % Rh dan LCD juga akan menampilkan jumlah pembacaan debit air yang dibutuhkan pada waktu penyiraman.



Gambar 5. Diagram kerja sensor kelembaban

Untuk mengatur debit aliran digunakan *water flow sensor* yang terdiri dari *body*, ada yang dari plastik dan dari logam, kemudian rotor dan sensor *Hall Effect*. Ketika cairan melalui rotor maka rotor akan berputar. Kecepatan air pada sensor *flow* akan mempengaruhi *flow rate*. Output Sensor *Hall Effect* pada sensor *flow* ini akan mengeluarkan output signal, atau *pulse*. Kecepatan *pulse* output berbanding lurus dengan kecepatan cairan yang melalui rotor. Analogi sensor ini sebenarnya mirip dengan kincir air. Semakin cepat air dan debit air akan mempercepat pula perputaran dari kincir itu sendiri, adapun bahasa program sensor *flowrate* ke *arduino* ditampilkan pada Gambar 7.

3. BAHASAN

Sistem kerja dari penyiram tanaman otomatis yang direncanakan diimplementasikan pada petani cabe ini mengikuti alur pikir penelitian-

penelitian terdahulu. Namun demikian untuk mengakomodasi perbedaan kondisi aktual dari tanah area penanaman yang menjadi obyek, masih diperlukan beberapa penyesuaian. Dari acuan desain yang membahas tentang teknik penanaman cabe, bisa ditarik data kebutuhan air untuk proses perkembangan cabe. Data kebutuhan ini juga bisa ditambahkan variabel ketersediaan air di wilayah tanam. Data tersebut kemudian dipadukan dengan spesifikasi teknis sistem penyiraman air. Dalam hal ini kebutuhan air per tanaman dikonversikan dalam satuan area penyiraman sesuai kapasitas jangkauan *sprayer*. Untuk satuan area penyiraman tersebut kemudian dihitung jumlah sensor kelembaban yang diperlukan. Inputan 40% kelembaban adalah contoh asumsi awal. Nilai sebenarnya akan dihitung dari kondisi aktual di lapangan. Dari sini pekerjaan teknis yang dilakukan hanyalah urutan rutinitas logika sesuai sistem otomasi umum. Yang perlu digarisbawahi hanyalah tentang kecepatan respon yang diinginkan, sejak masuknya data kelembaban hingga keluarnya air dari *sprayer* atau berhentinya pompa.

Sistem penyiraman ini tentu saja bisa diatur untuk pemakaian pada area perkebunan, rumah kaca, atau bahkan sistem pot. Dengan demikian pemakai sistem ini bisa luas, dari petani kecil skala rumahan hingga petani untuk luasan sawah yang lebih besar. Dengan memanfaatkan program-program gratisan yang banyak ditemukan di internet, biaya *installment* juga bisa ditekan lebih ekonomis.

Pemrograman Sensor Soil Moisture pada Arduino

```

1  int sensorPin = A0; // pin sensor
2  int powerPin = 6; // untuk pengganti VCC
3
4
5  void setup() {
6    // jadikan pin power sebagai output
7    pinMode(powerPin, OUTPUT);
8    // default bernilai LOW
9    digitalWrite(powerPin, LOW);
10   // mulai komunikasi serial
11   Serial.begin(9600);
12 }
13
14 void loop() {
15   Serial.print("Nilai kelembaban: ");
16   Serial.println(bacaSensor());
17   // baca setiap 5 detik
18   delay(5000);
19 }
20
21 int bacaSensor() {
22   // hidupkan power
23   digitalWrite(powerPin, HIGH);
24   delay(500);
25   // baca nilai analog dari sensor
26   int nilaiSensor = analogRead(sensorPin);
27   digitalWrite(powerPin, LOW);
28   // makin lembab maka makin tinggi nilai outputnya
29   return 1023 - nilaiSensor;
30 }
  
```

Gambar 6. Bahasa program pengendalian sensor kelembaban

```
1 #include <Wire.h>;
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>;
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f, 16, 2); // alamat i2c lcd dan type lcd 16x2
4
5 int flowPin = 2;
6 double flowRate;
7 volatile int count;
8 unsigned long oldTime;
9
10
11 void setup() {
12   lcd.begin();
13   lcd.backlight();
14
15   pinMode(flowPin, INPUT);
16   attachInterrupt(0,flow,FALLING);
17 }
18
19 void loop() {
20
21   if (millis() - oldTime > 10){ // baca sinyal pulse setiap 10 milli second
22     detachInterrupt(0); // non aktifkan interupsi
23     lcd.setCursor(0,0); // posisi penampilakn LCD
24     lcd.print("count: ");
25     lcd.print(count); // // tampilakan jumla counter sinyal output water flow
26
27     oldTime = millis(); // update waktu internal
28     //count = 0;
29     attachInterrupt(0,flow,FALLING); // aktifkan lagi interupsi
30   }
31 }
32
33 void flow(){
34   count++; // counter jika ada sinyal FALLING di pin 2 ( int0 )
35 }
```

Gambar 7. Bahasa program pengendalian sensor *flowrate*

4. SIMPULAN

Bisa dikatakan bahwa adalah memungkinkan untuk dilakukan proses otomasi pada pekerjaan penyiraman tanaman cabe. Permasalahan kecukupan air pada musim kemarau bisa diatasi berbasis pada pengendalian jumlah air siraman, yang disesuaikan dengan bacaan sensor kelembaban tanah. Adapun permasalahan lain yang perlu dikaji, terkait dengan sistem pengendalian kelembaban tanah pada saat musim penghujan. Permasalahan ini bisa dikaji dengan acuan sistem kontrol penyiraman air berbasis kelembaban tanah juga yang mungkin bisa dikombinasikan dengan sistem *dryer*/pengering tanah. Ini bisa dikembangkan menjadi teknologi tepat guna berikutnya sebagai karya pengabdian masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bank Indonesia. 2008. *Studi Madya Perekonomian Indonesia*.
- [2]. Antony, Edna. Singandhupe, RB. 2004. *Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (capsicum annum l.)*. Agricultural Water Management, 65 : 121-132
- [3]. Alviana, V.F., A.D. Susila. 2009. *Optimasi dosis pemupukan pada budidaya cabai (Capsicum annum L.) menggunakan irigasi tetes dan mulsa polyethylene*. J Agron. Indonesia, 37(1) : 28-33
- [4]. Gunawan, Marlina Sari. 2018. *Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah*. Jurnal of Electrical Technology 3(1) : 13-17
- [5]. Supriadi, Devie Rienzani. Susila, Anas D. Sulistyono, Eko. 2018. *Penetapan Kebutuhan Air (Capsicum Annum L) dan Cabai Rawit*. J. Hort. Indonesia 9(1) : 38-46
- [6]. Dani, Ahmad Wahyu. 2017. *Rancang Bangun Sistem Pengairan tanaman Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah*. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana 8(2) : 151-155
- [7]. Jiménez, Carvajal. L. Ruiz,Pe nalver. J.A., Vera Repullo. M. Jimenez , Buendía. Antolino, Merino. J.M. Molina, Martínez. 2016. *Weighing lysimetric system for the determination of the waterbalance during irrigation in potted plants*. Agricultural Water Management 183 : 178-185
- [8]. Francesco, Fabiano Montesano. Marc, van Iersel. Francesca, Boaria. Vito, Cantorea. 2015. *Datasheet Soil Moisture Sensor*. DF Robot. Pudong, Shanghai. China.