

PERANCANGAN KEBUN MINI HEMAT AIR DENGAN SISTEM MIKROIRIGASI FUZZY OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO

Diana Rahmawati¹, dan Kunto Aji²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura

¹diana_rahmawati@yahoo.com dan ²kuntoaji90@gmail.com

Abstrak: Sistem yang diusulkan dalam penelitian ini adalah kebun mini yang merupakan teknologi pintar untuk memenuhi kebutuhan tanaman dan pohon untuk tumbuh dan mencegah dari efek berbahaya. Parameter sistem yang digunakan adalah kelembaban dan suhu. Dilengkapi dengan node relay kontrol otomatis, dan arduino yang dikelola dengan sistem fuzzy untuk mengontrol informasi kebun mini. Telah dibuat prototipe kebun mini. Sistem ini memungkinkan untuk mengontrol pertumbuhan melalui mempelajari hubungan antara informasi lingkungan dalam ruangan dan dipantau informasi tentang pertumbuhan tanaman. Sistem kontrol kebun mini fuzzy otomatis akan sepenuhnya mengotomatisasi pengelolaan kebun mini menggunakan sistem dan teknologi terbaru. Sistem kontrol yang diusulkan dan monitor kelembaban dan suhu menggunakan Arduino.

Kata kunci: kebun mini, mikroirigasi, arduino, fuzzy, temperatur, kelembaban.

Abstract: The system proposed in this research is mini garden which is a smart technology to provide plants and trees the required nourishment from the sunlight and to prevent the same from the harmful effects. System components used are humidity and temperature sensor, relay nodes for automatic control, and arduino manage using fuzzy system to control mini garden information. A model of mini garden is achieved. It was possible to do control plant growth through closely studying relationship between indoor environmental information and monitored information on crop itself. The mini garden fuzzy automatic control system will fully automate the management of a mini garden using the latest pervasive systems and technology. The proposed system controls and monitors humidity and temperature using a Arduino

Keywords : mini garden, microirrigation, arduino, fuzzy, temperature, humidity.

PENDAHULUAN

Dalam situasi krisis ekonomi saat ini, sektor pertanian masih sanggup bertahan untuk dikembangkan. Turunnya nilai tukar rupiah terhadap dolar membuat produk sektor pertanian mempunyai daya saing sebagai komoditi ekspor. Disamping itu harga produk pertanian yang mengalami kenaikan dalam nilai rupiah membuat sektor ini lebih mempunyai prospek dibandingkan dengan produk dari sektor lainnya. Untuk lebih memberdayakan sektor pertanian perlu upaya untuk lebih mengefisienkan dan menggunakan cara-cara yang lebih modern. Dilihat dari beberapa abad terakhir ini kemajuan teknologi makin pesat, mengakibatkan perubahan sosial budaya yang tidak kecil. Kesibukan akan dunia pekerjaan seolah-olah menjadi prioritas karena tuntutan ekonomi sehingga memilih alternatif-alternatif tertentu yang memungkinkan terlaksananya aktifitas secara praktis.

Pada musim kemarau 2014 ini, ada tiga desa di Kabupaten Bangkalan yang terancam mengalami krisis pangan. Sebab, lahan pertanian di tiga desa tersebut tandus sehingga tidak dapat ditanami tanaman pangan. Demikian diungkapkan Kepala Badan Ketahanan Pangan Bangkalan Abdullah Fanani. Dia pun merinci tiga desa yang rawan pangan tersebut. Yaitu, Desa Manoan, Kecamatan Kokop, Desa Pettong dan Tanah Merah, Kecamatan Tanah Merah. Dijelaskan, meski tiga desa tersebut masuk kategori wilayah dengan curah hujan cukup, namun tanaman pangan seperti padi sulit tumbuh pada musim kemarau ini. Akibatnya, petani yang menanam padi kerap gagal panen. (<http://radarmadura.co.id/2014/09/tiga-desa-di-bangkalan-rawan-krisis-pangan/> Sep 24, 2014)

Meski sudah dikenal luas di dunia internasional, serta di kalangan peneliti, pemerhati, dan pelaku pertanian, namun tidak semua masyarakat Indonesia mengenalnya. Metode irigasi ini dilakukan dengan cara pemberian langsung air untuk tanaman pada area perakaran, sehingga menekan jumlah penggunaan air.

Dalam Sidang Kolokium Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air (Puslitbang SDA) Kementerian Pekerjaan Umum 2013 di Bandung, Kamis (16/5/2013), Widya Utaminingsing menyampaikan bahwa penerapan irigasi mikro di Indonesia belum berkembang secara luas. Praktik ini masih terbatas pada usaha tani komersial. Padahal, semakin langkanya ketersediaan air, nilai ekonomi air semakin tinggi. (<http://properti.kompas.com>, 18 Mei 2013).

Sejauh ini, praktik irigasi mikro di seluruh dunia tidak hanya diterapkan pada daerah kering, namun juga di daerah perkotaan dan daerah-daerah dengan tingginya harga air. Terdapat beberapa jenis irigasi mikro, yaitu irigasi tetes (drip irrigation), irigasi percik (spray irrigation), bubbler irrigation, irigasi bawah permukaan (sub-surface irrigation), dan mini sprinkler. Masing-masing jenis irigasi tersebut dapat dibedakan dari cara pengeluaran air. Cara irigasi ini dapat dilakukan di lahan terbuka dan rumah kaca. Selain itu, penerapannya juga sangat fleksibel.

Sistem irigasi mikro ini dapat dikombinasikan dengan penggunaan aeroponik dan hidroponik. Irigasi mikro juga dapat menanggulangi masalah kekeringan lahan, lokasi lahan yang sulit, serta sulitnya distribusi air menuju lokasi lahan.

Pada proposal ini diajukan sistem pengairan otomatis pada kebun mini dengan prinsip mikroirigasi. Selain untuk menghemat air, sistem pengairan otomatis ini dapat menghemat energi. Untuk itu diperlukan suatu sistem pengendalian khusus. Dalam hal ini akan diterapkan suatu metode berbasis fuzzy logic yang mempunyai dua parameter utama, yaitu suhu dan kelembaban tanah. Diharapkan dengan metode ini dapat diatur debit air yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut.

Dengan mengimplementasikan pengendalian pompa air untuk pengairan yang berdasarkan kelembaban tanah dan suhu tanah menggunakan metode Fuzzy Inference System ke dalam hardware Open Source Arduino uno. Sistem ini diharapkan mampu mengairi tanah sesuai dengan karakteristik tumbuhan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber Daya Lahan dan Kontribusinya Untuk Mengatasi Kebutuhan Lahan Pertanian

Pesatnya pembangunan di berbagai sektor yang berkepentingan dengan ruang, berdampak terhadap makin terbatasnya lahan potensial untuk pengembangan komoditas pertanian, karena alih fungsi lahan pertanian produktif ke penggunaan nonpertanian. Alih fungsi lahan terutama terjadi pada lahan sawah beririgasi yang lok (2005), alih fungsi asinya strategis. Menurut data Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat lahan sawah di Pulau Jawa pada tahun 1999-2002 mencapai 167.150 ha, dan di luar Jawa 396.009 ha. Menurut data terkini, laju konversi lahan pertanian subur ke nonpertanian mencapai tidak

kurang dari 110.000 ha/tahun, bahkan ada yang 145.000 ha/tahun. Konversi dan alih fungsi lahan pertanian produktif akan selalu terjadi selama belum ada peraturan perundang-undangan yang mampu mengatasinya. Untuk melindungi eksistensi lahan pertanian, sebagaimana diatur dalam RUU Lahan Pertanian Pangan Abadi (LPPA), penggunaan lahan khususnya untuk pengembangan pertanian harus dilakukan berdasarkan kesesuaian dan potensinya. Penciutan lahan potensial juga disebabkan oleh erosi dan longsor, serta pencemaran lingkungan Lahan yang terdegradasi pada tahun 1993 mencapai 18 juta ha dan pada tahun 2003 menjadi 23,20 juta ha, atau dalam waktu 10 tahun terjadi peningkatan 5,20 juta ha. Degradasi sumber daya lahan dan hutan berkisar antara 2,50 - 2,80 juta ha/tahun. Terjadinya degradasi lahan berkaitan dengan pertambahan jumlah penduduk dan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukungnya serta tidak memperhatikan aspek konservasi lahan (Distan. Kalsel, 2009).

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Situgadung, Tangerang yang telah ikut mengembangkan teknik dan peralatan irigasi mikro, menurut informasi Joko Wiyono juga melakukan pengujian jenis irigasi mikro yang mana yang cocok untuk tanaman tertentu di lahan kering dengan hasil yang optimal atau terbaik. Mereka mengujinya di kawasan Serpong, Banten, di Lampung dan bahkan juga di lahan pasang surut (di Kalimantan Selatan) yang bisa kekurangan air pada musim kemarau.

Sistem Irigasi Sprinkler dan Curah

Sistem irigasi sprinkler merupakan salah satu alternatif metode pemberian air dengan efisiensi pemberian air lebih tinggi dibandingkan dengan irigasi permukaan (surface irrigation). Pada metoda irigasi curah, air irigasi diberikan dengan cara menyemprotkan air ke udara dan menjatuhkannya di sekitar tanaman seperti hujan. Penyemprotan dibuat dengan mengalirkan air bertekanan melalui orifice kecil atau nozzle. Tekanan biasanya didapatkan dengan pemompaan.

Hansen et al. (1986) menyebutkan ada tiga jenis penyiraman yang umum digunakan dalam irigasi sprinkler yaitu Nozel tetap yang dipasang pada pipa, pipa yang dilubangi (Perforated sprinkler) dan penyiraman berputar.

PenetEs tipe compensating dapat mengalirkan air pada selang tekanan yang cukup besar pada saluran lateral, sedangkan penetes tipe multi outlet dapat memberikan air pada dua atau lebih titik dengan penambahan selang kecil. Hubungan antara debit pengeluaran dengan tekanan operasi pada sebuah penetes dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = Kd \times Hx \quad (1)$$

Keterangan :

Q : Debit keluaran penetes (l/jam)

Kd : Koefisien debit

H : Head tekanan operasi (m)

X : Exponen debit

(Rusmayadi, 2003).

Irigasi curah dapat digunakan untuk hampir semua tanaman, pada hampir semua jenis tanah. Akan tetapi tidak cocok untuk tanah berstruktur liat halus, dimana laju infiltrasi kurang dari 4 mm per jam dan atau kecepatan angin lebih besar dari 13 km/jam.

Keuntungan irigasi curah, antara lain :

1. Efisiensi pemakaian air cukup tinggi
2. Dapat digunakan untuk lahan dengan topografi bergelombang dan kedalaman tanah (solum) yang dangkal, tanpa diperlukan peralatan lahan (land grading)
3. Cocok untuk tanah berpasir dimana laju infiltrasi biasanya cukup tinggi
4. Aliran permukaan dapat dihindari untuk memperkecil kemungkinan terjadinya erosi
5. Biaya tenaga kerja untuk operasi biasanya lebih kecil dari pada irigasi permukaan
6. Tidak mengganggu operasi alat dan mesin pertanian.

Faktor-faktor pembatas :

1. Kecepatan dan arah angin berpengaruh terhadap pola penyebaran air
2. Air irigasi harus cukup bersih bebas dari pasir dan kotoran lainnya
3. Investasi awal cukup tinggi
4. Diperlukan tenaga penggerak di mana tekanan air berkisar antara 0,5 - 10 kg/cm.

Kinerja (performance) alat pencurah dinyatakan dalam 5 parameter :

1. Debit Sprinkler (sprinkler discharge)

2. Jarak pancaran(distance of throw)
3. Pola sebaran air (distribution patern)
4. Harga pemberian air (application rate)
5. Ukuran rintik (droplet size)

Sistem Operasi irigasi Sprinkler :

1. Sistem berputar (rotating head system)
2. Sistem pipa berlubang (perforated pipe system)

Sistem sprinkler berdasarkan jaringan dan cara pengopeasiannya dibedakan menjadi 3 tipe :

1. Sistem berpindah (portable system)
2. Sistem solid atau permanene
3. Sistem semi permanent

Komponen irigasi Curah:

Komponen utama dari system ini antara lain mata curah (sprinkler), lateral, saluran cabang (sub main) dan saluran utama (main line). Sprinkler digunakan untuk menyemprotkan air dalam bentuk rintik ke lahan. Jaringan lateral, saluran cabang dan saluran utama digunakan untuk mengalirkan air dari sumber ke sprinkler.

Umumnya komponen irigasi curah terdiri dari :

1. pompa dengan tenaga penggerak sebagai sumber tekanan,
2. pipa utama,
3. pipa lateral,
4. pipa peninggi (riser),
5. kepala sprinkler(sprinkler head)

(Balai Irigasi, 2009)

Rekayasa Peralatan Irigasi Untuk Menunjang Produksi Tanaman Pangan

Pengembangan air tanah untuk irigasi tanaman dan hortikultura perlu dukungan peralatan distribusi seperti pompa, perpipaan dan alat pemberiannya. Peralatan distribusi yang dibuat harus mempunyai efisiensi > 75%. Tujuan rekayasa adalah diperolehnya prototype alat pemberi air dari perpipaan beserta system jaringan perpipaannya untuk tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi semisal hortikultura dan jagung parent stock. Peralatan irigasi yang dirancang adalah tipe curah-timbang, pancar dan bocoran pipa. Tipe bocoran dan curah timbang dipergunakan untuk mengairi jeruk dan cabai, tipe pancar untuk mengairi bibit tanaman jeruk. Tekanan pompa yang diperlukan untuk masing-masing prototipe alat antara 0.5-0,8 kg/m dengan debit antara 1,7-15 m/dt (Firmansyah, Imam Uddin, 1999).

Uji coba irigasi mikro

Pengujian kinerja terhadap sistem irigasi tetes diperoleh bahwa tingkat keseragaman untuk tanaman cabai mencapai 82,82 % (SU) dan 88,74 % (DU) sedangkan untuk tanaman jagung 83,46 % (SU) dan 88,21 (DU). Dengan hasil uji tersebut dapat dikatakan bahwa sistem irigasi tetes yang digunakan untuk tanaman cabai dan jagung termasuk dalam kategori BAIK. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keseragaman tersebut antara lain adalah : kondisi filter air, kondisi lubang Emmiter yang tersumbat oleh tanah, perubahan koefisien gesek pada pipa lateral karena tumbuhnya lumut dan sebagainya. Sedangkan untuk sistem irigasi curah diperoleh hasil tingkat keseragamannya 89,91 % (CU). Dengan demikian sistem irigasi curah yang digunakan untuk tanaman kacang tanah termasuk dalam kategori BAIK (Wiyono, 2006).

Sistem Fuzzy

Sejarah Fuzzy Logic

Konsep Fuzzy Logic diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California di Berkeley pada 1965, dan dipresentasikan bukan sebagai suatu metodologi control, tetapi sebagai suatu cara pemrosesan data dengan memperkenankan penggunaan partial set membership dibanding crisp set membership atau non-membership. Pendekatan pada set teori ini tidak diaplikasikan pada system control sampai tahun 70an karena kemampuan computer yang tidak cukup pada saat itu. Profesor Zadeh berpikir bahwa orang tidak

membutuhkan kepastian, masukan informasi numeric, dan belum mampu terhadap control adaptif yang tinggi.

Fungsi Implikasi Fuzzy

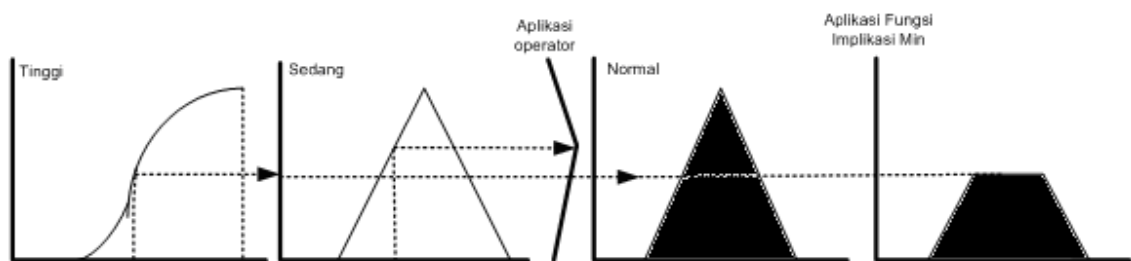
Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah :

IF x is A THEN y is B

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti :

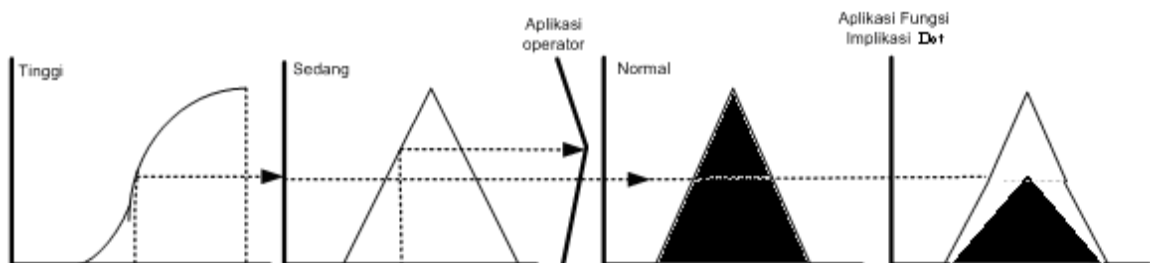
IF (x1 is A1) (x2 is A2) (x3 is A3) (xN is AN) THEN y is B Dengan adalah operator (missal : OR atau AND).

Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan. Yaitu :a. MIN (minimum). Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy. Gambar berikut ini menunjukkan salah satu contoh penggunaan fuzzy min.



Gambar 1. Penggunaan Fuzzy Min

IF permintaan Tinggi AND biaya produksi barang Sedang THEN produksi barang Normal DOT (product). Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy. Gambar dibawah ini menunjukkan salah satu contoh penggunaan fuzzy dot.



Gambar 2. Penggunaan Fungsi Dot

IF permintaan Tinggi AND biaya produksi barang Sedang THEN produksi barang Normal

Fungsi Keanggotaan

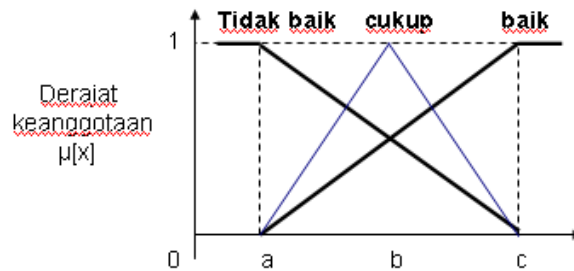
Fungsi keanggotaan dalam fuzzy adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai derajat keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1, yang digambarkan kedalam grafik fungsi sehingga didapatkan suatu fungsi. Fungsi inilah yang disebut sebagai fungsi keanggotaan dalam himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan yang digunakan dalam tugas akhir ini antara lain: keanggotaan Linier dan representasi kurva segitiga.

1. Representasi yang menggunakan kurva segitiga

- a. Representasi input berdasarkan kualitas benih
- b. Representasi input berdasarkan banyak pembibitan
- c. Representasi input berdasarkan mutu benih
- d. Representasi input berdasarkan benih tingkat produksi
- e. Representasi input berdasarkan sebelum tanam
- f. Representasi input berdasarkan pupuk susulan 1

- g. Representasi input berdasarkan pupuk susulan 2
- h. Representasi input berdasarkan banyak pengamatan
- i. Representasi input berdasarkan serangan hama sundep
- j. Representasi input berdasarkan serangan hama beluk
- k. Representasi input berdasarkan serangan hama tikus
- l. Representasi input berdasarkan saat anakan
- m. Representasi input berdasarkan saat frimordia
- n. Representasi input berdasarkan jenis lahan
- o. Representasi input berdasarkan luas lahan

Contoh:



Gambar 3. Representasi Input Keanggotaan Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan Tidak Baik:

$$\mu[z] = \begin{cases} 1; & x < a \\ (c-x)/(c-a); & a \leq x \leq c \\ 0; & x > c \end{cases} \quad (2)$$

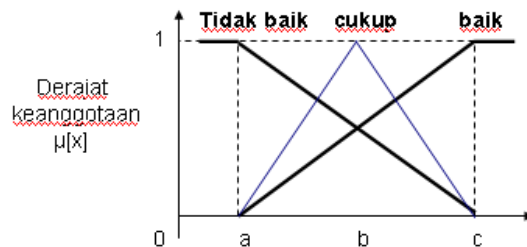
Fungsi Keanggotaan Cukup:

$$\mu[z] = \begin{cases} 0; & x < a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & b < x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

Fungsi Keanggotaan Baik:

$$\mu[z] = \begin{cases} 0; & x < a \\ (x-a)/(c-a); & a \leq x \leq c \\ 1; & x > c \end{cases} \quad (4)$$

2. Representasi linier output hasil:



Gambar 4. Representasi Output Fungsi Keanggotaan Kuva Segitiga

Fungsi Keanggotaan output tidak baik :

$$Z(\text{tidak baik}) = c - (\alpha \text{ predikat} * (c-a)) \quad (5)$$

Fungsi Keanggotaan output cukup baik:

$$Z(\text{cukup baik}) = \alpha \text{ predikat} * (b-a) + a \quad (6)$$

$$Z(\text{cukup baik}) = c - \alpha \text{ predikat} * (c-b) \quad (7)$$

Fungsi Keanggotaan output baik:

$$Z(\text{baik}) = (\alpha \text{ predikat} * (c-a)) + a \quad (8)$$

Aturan If-Then

Aturan If-Then merupakan aturan yang dipakai dalam pembuatan aplikasi ini. Rule- rule inilah yang nantinya akan dihitung untuk mencari sebuah keputusan dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani.

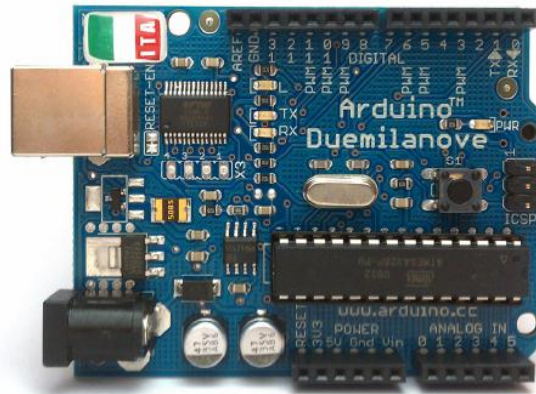
Defuzzification

Merupakan penentuan output crisp menggunakan rata-rata berbobot, yaitu:

$$Z = \frac{(\alpha \text{ predikat1} * z1) + (\alpha \text{ predikat2} * z2) + (\alpha \text{ predikat3} * z3) + (\alpha \text{ predikat4} * z4)}{\alpha \text{ predikat1} + \alpha \text{ predikat2} + \alpha \text{ predikat3} + \alpha \text{ predikat4}} \quad (9)$$

Arduino

Arduino merupakan sistem mikrokontroler yang berbasis *open source*. Mikrokontroler adalah komputer kecil yang bisa melakukan pekerjaan tertentu secara khusus seperti mengambil input dari switch dan sensor kemudian memutuskan pekerjaan selanjutnya yang harus dilakukan oleh arduino.



Gambar 5. Arduino

Dasar dari terciptanya arduino adalah uno. Arduino mendukung panjang 13 digit input dan output dan mendukung 6 digit input analog. Arduino bisa dijalankan dengan menggunakan power dari usb atau *power supply*. Mikrokontroler pada board mendukung 32 K kode program dengan memori atau RAM 2 K.

Sensor Temperature

Sensor merupakan perangkat yang bisa mengkonversi kejadian nyata kedalam sinyal elektronik. Sensor merupakan bagian yang mewakili antarmuka (*interface*) antara dunia nyata dan perangkat elektronik seperti komputer sedangkan dibagian lain interface ini diwakili aktuator yaitu dimana bisa mengkonversi signal elektronik ke dalam fenomena secara fisik [Kenny, 2013]. Suhu adalah merupakan menentukan derajat dari panas atau dingin. Suhu bisa juga ditentukan sebagai jumlah dari energi panas pada sebuah objek atau sistem. Sensor suhu mendeteksi perubahan parameter fisik seperti tahanan atau output voltage yang berhubungan dengan perubahan suhu [John Fontes, 2013]. Ada dua tipe dasar dari merasakan suhu yaitu:

1. *Contact* (bersentuhan) untuk merasakan suhu membutuhkan sensor untuk menjadi persentuhan langsung secara fisik dengan media atau objek yang akan di rasakan. *Contact* bisa digunakan untuk mengawasi suhu padat dan cair.
2. *Non-Contact* menasirkan pengukuran radiasai energi dari sumber energi panas yang di pancarkan

Penelitian Terdahulu

[Vellidis. 2008] telah melakukan *research* dengan menggunakan sensor soil, sensor thermocouples, circuit board sensor, Radio Frekuensi Identifier (RFID) dan laptop sebagai server. Sensor yang sudah terhubung dengan circuit board yang dilengkapi dengan RFID disebar ke beberapa titik/node untuk membaca kondisi lahan pertanian dan data hasil bacaan diolah oleh circuit board kemudian dikirimkan ke sever dalam hal ini laptop melalui komunikasi RFID.

[Kim dan Evans. 2009] melakukan studi untuk merancang sebuah sistem *software* yang *user friendly* yang berfungsi mengatur penggunaan air untuk menyiram tanaman. Dalam sistem ini memuat mesin konversi, lokalisasi (*localization*), dan *mission planning*. Cara kerja sistem ini yaitu pertama mengkonversi data dari mesin konvensional dan sistem *hidraulic* ke sistem kontroler elektronik. Kontroler elektronik berfungsi sebagai kontrol utama alat penyiram tanaman. Kemudian kontroler elektronik membutuhkan kemampuan secara berkelanjutan untuk monitoring sistem irigasi dilokasi yang berbeda. Di subsistem lain berfungsi sebagai mesin kontrol dan akses ke navigasi. Kemudian sistem *mission planning* dapat memutuskan berapa banyak air yang dibutuhkan untuk menyiram tanaman sesuai dengan data yang diterima dari mesin kontroler utama. Peralatan yang digunakan dalam studi ini yaitu *soil water reflectometers, soil temperature sensor, Bluetooth radio transmitter, 12-V battery, solar panel* dan komputer.

[Atta et al. 2011] melakukan research untuk mengatur produktifitas air agar lebih efisien dan efektif. Efisien dalam hal penggunaan air dan efektif dalam hal pengiriman air. Dalam pengaturan air di lahan gandum menggunakan tiga sensor yaitu *sensor moisture soil* (tanah), *temperature* (suhu), dan *humidity* (kelembaban). Sensor ini akan terhubung dengan *sensor node circuit board* yang berfungsi menerima data dari sensor kemudian dikirimkan melalui RFID ke *field station* yang berfungsi sebagai penerima, memproses dan menyimpan data secara berkala. *Field station* dilengkapi dengan RFID untuk menerima data dari *node circuit board*. Dengan sistem ini air dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan kondisi tanah di lahan gandum.

[Bisyri. 2012] melakukan penelitian akuisisi data menggunakan sensor soil untuk membaca kondisi lahan berupa data analog kemudian diolah dengan menggunakan *Micro Controller Unit (MCU) Arduino Uno* menjadi data digital. Data dari MCU arduino uno akan dikirimkan ke server dalam hal ini *Personal Computer (PC)* melalui *wireless* dengan menggunakan modul Xbee versi 1. Sensor yang digunakan hanya satu sensor sehingga kurang mewakili kondisi tanah di lahan pertanian tersebut.

[Saptomo dan Setiawan. 2010] ada dua teknologi komunikasi wireless yang digunakan dalam sistem irigasi otomatis yaitu pertama sistem komunikasi berbasis seluler (GSM) yang menyediakan jangkauan area komunikasi wireless secara luas untuk sistem kontrol irigasi. Kedua sistem *wireless sensor network* dengan jangkauan komunikasi antara end device dan koordinator sampai 500 m.

METODE PENELITIAN

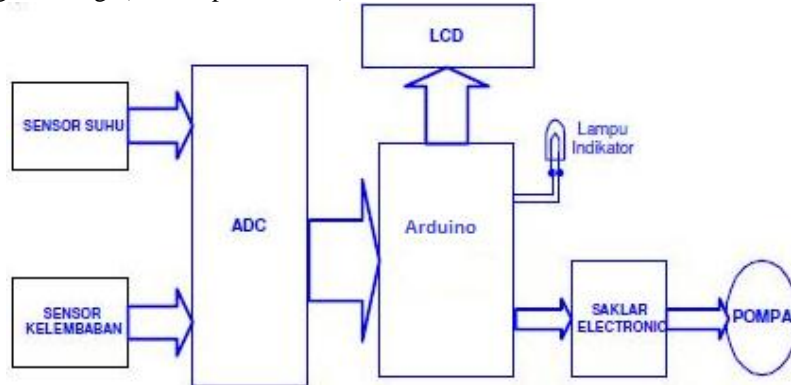
Dalam pengembangan sistem pengairan otomatis ini penulis menggunakan paradigma prototype. Dimana pengolahan dan pembuatan hardware mikrokontroler lebih mudah, apalagi di dukung dengan open sourcenyang Arduino. Prototype merupakan suatu metode dalam pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan untuk membuat sesuatu program ataupun hardware dengan cepat dan bertahap, sehingga dapat di evaluasi oleh pemakai. Mengingat kebanyakan pemakai mengalami kesulitan dalam memahami spesifikasi, sehingga pemakai tidak begitu paham sampai pengujian dilakukan. Selain itu, prototype membuat proses pengembangan sistem menjadi lebih cepat dan lebih mudah, terutama pada keadaan kebutuhan pemakai sulit untuk diidentifikasi. Menurut Abdul Kadir dalam bukunya Pengenalan Sistem Informasi (Kadir,2003), metode pengembangan prototype terdiri dari beberapa mekanisme :

- a. Identifikasi Kebutuhan pemakai
Untuk membangun sistem pengairan dengan kontrol hardware mikrokontroler dibutuhkan spesifikasi tanaman, tanah, sensor kelembaban, sensor suhu, jenis mikrokontroler dan pompa yang digunakan untuk pengairan.
- b. Membuat prototype Pada mekanisme ini, penulis menggunakan mikrokontroler dengan jenis Arduino Uno, dengan memberikan sensor kelembaban, sensor suhu dan LCD 16x2 sebagai tampilan outputnya.
- c. Menguji Prototype
Untuk pengujian ini langsung pada tanah yang sudah ditanami dengan spesifikasi tertentu. Dengan jangka beberapa waktu sambil mendengarkan kritik dan saran dari pemakai.
- d. Memperbaiki Prototype
Setelah dalam pemakaian dengan jangka waktu tertentu, tidak sesuai dengan yang diminta pemakai, maka perlu ada perbaikan atau modifikasi pada prototype tersebut.
- e. Mengembangkan versi produk
Tahap terakhir adalah finishing dari produk tersebut. Sesuai dengan permintaan atau masukan dari pemakai (user).

Perancangan Sistem Pengairan

Pada dasarnya Sistem Pengairan Otomatis ini merupakan sistem yang dapat mengontrol pompa air untuk digunakan mengairi lahan pertanian secara otomatis. Adapun sistem otomatis atau kontrol pada pompa

air menggunakan arduino berdasarkan sensor kelembaban tanah dan sensor temperatur. Diharapkan dengan adanya sistem ini maka pengairan akan lebih efektif dan efisien. Sistem pengairan otomatis ini menggunakan metode *Sprinkle Irrigation System*, yaitu pengairan dengan pancaran dengan menggunakan pipa – pipa yang dilubangi (Kartasapoetra,1994).

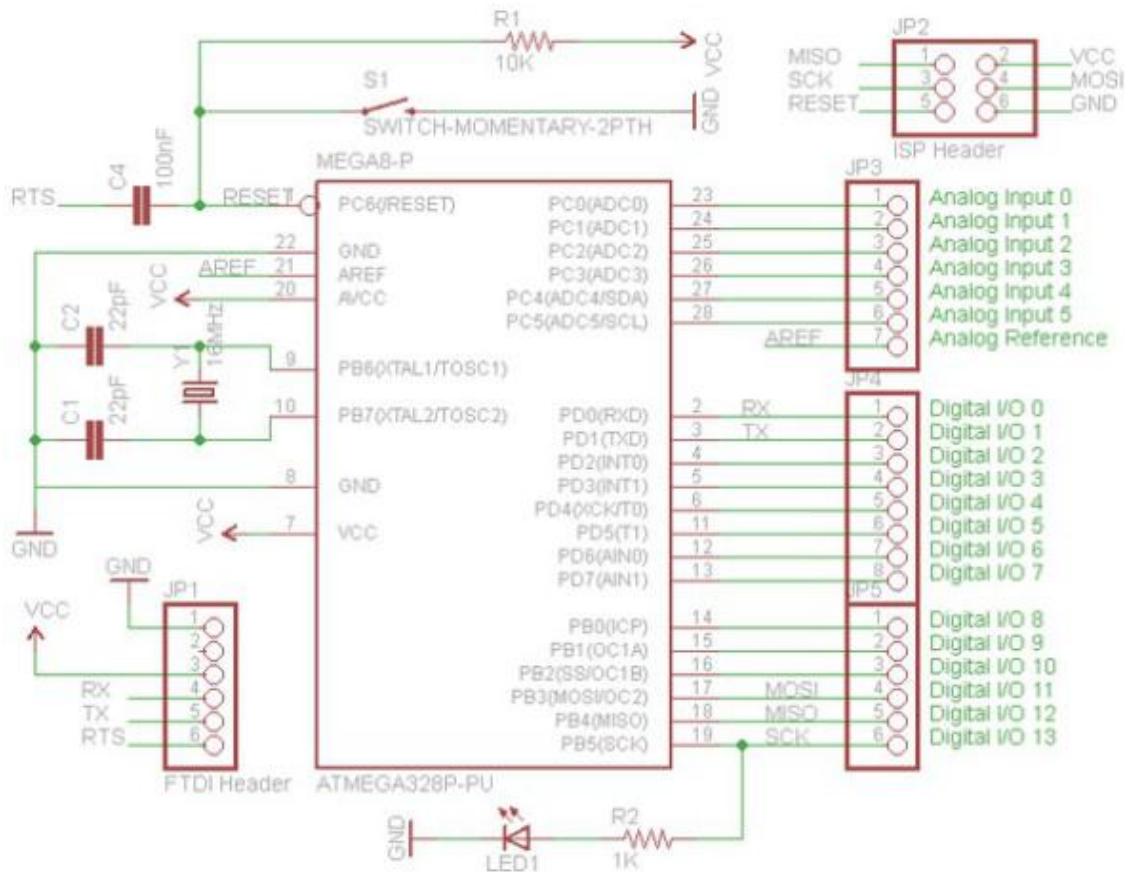


Gambar 6. Blok Diagram Sistem Penyiraman Otomatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hardware Sistem

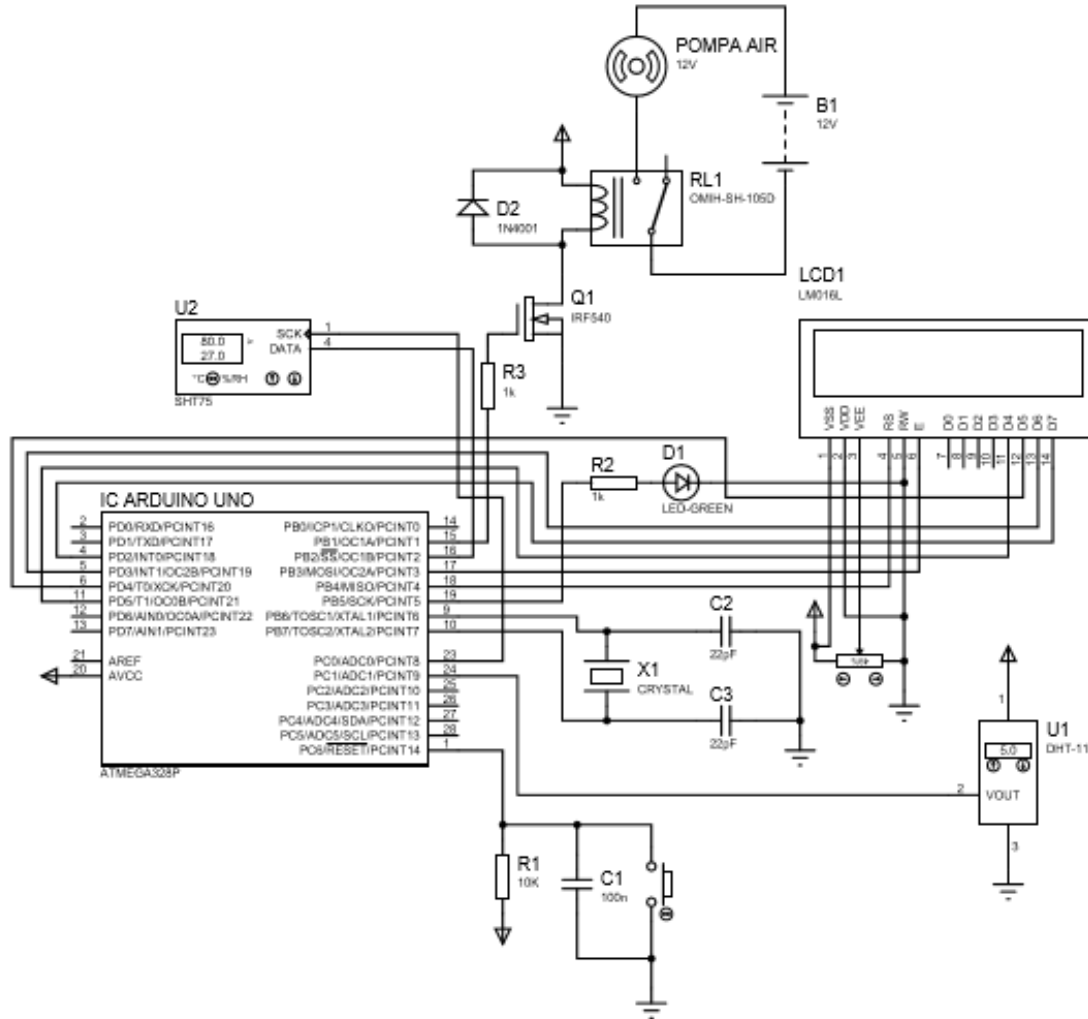
Skema rangkaian sebagai berikut :



Gambar 7. Diagram Skema Sistem Keseluruhan

Pada dasarnya Sistem Pengairan Otomatis ini merupakan sistem yang dapat mengontrol pompa air untuk digunakan mengairi lahan pertanian secara otomatis. Adapun sistem otomatis atau kontrol pada pompa air menggunakan mikrokontroler Atmega 8 berdasarkan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu. Tidak

hanya mengontrol pompa, tapi sistem juga bisa menampilkan berapa kelembaban tanah dan suhu tanah melalui Liquid Crystal Display. Sehingga diharapkan dengan adanya sistem ini maka pengairan akan lebih efektif dan efisien. Sistem pengairan otomatis ini menggunakan metode Sprinkle Irigation System, yaitu pengairan dengan pancaran dengan menggunakan pipa – pipa yang dilubangi (Kartasapoetra,1994). Inisialisasi awal ketika perangkat dinyalakan akan membaca kelembaban tanah melalui Sensor Kelembaban tanah. Data yang diterima sensor akan diproses arduino. Apabila bit kelembaban kurang dari ambang atas maka pompa akan hidup. Pompa akan hidup seterusnya hingga mencapai ambang atas. Ketika mencapai ambang atas pompa otomatis mati.



Gambar 8. Blok Diagram Rangkaian Arduino



Gambar 9. Prototipe Penyiraman Otomatis

Pengendalian Fuzzy

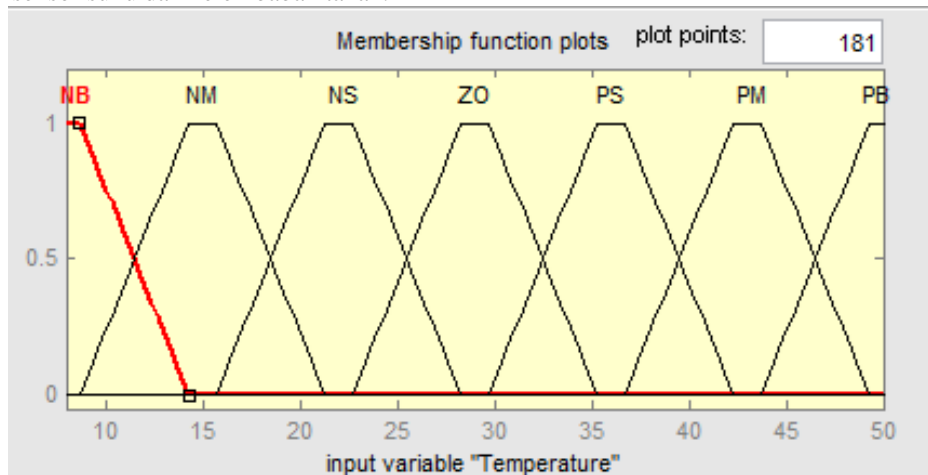
Pada bagian ini dibahas tentang perancangan pada sistem *fuzzy logic control* dengan *Fuzzy Inference System* yang akan menjelaskan tentang pembuatan fungsi keanggotaan fuzzy untuk sensor suhu tanah dan kelembaban tanah pada fuzzifikasi. Kemudian dilakukan pembuatan rule – rule dan *Fuzzy Associative Memory* pada *knowledge base*. Pada penelitian ini, input diberikan berupa inputan dari sensor suhu dan sensor kelembaban tanah. Output berupa lama penyiraman. Rule-rule yang dibuat, dirancang sedemikian rupa sehingga sesuai dengan tumbuh kembang tanaman sawi daging (phokchoy) yang maksimal. Sistem kemudian disimulasikan dengan Matlab, sehingga ditemukan besaran output lama penyiraman sesuai dengan kondisi input.

4. Implementasi dan Simulasi hasil

Pada proses ini dilakukan simulasi fuzzifikasi, pembuatan rule, dan proses defuzzifikasi.

a. Fuzzifikasi

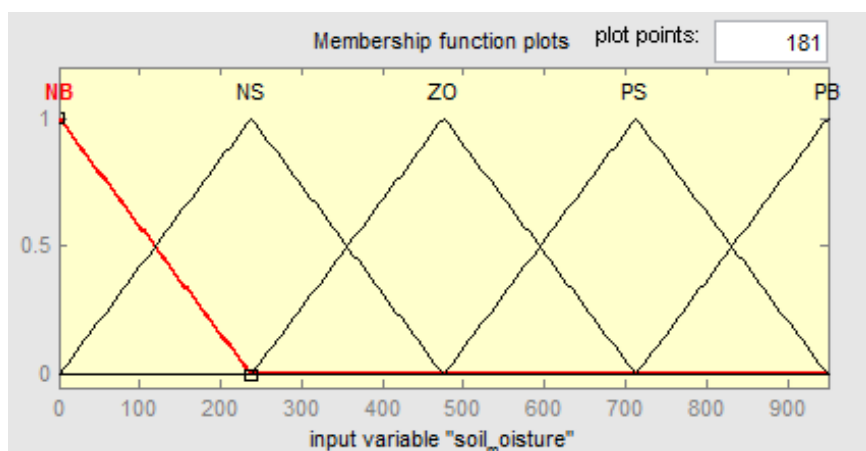
Pada sistem pengairan otomatis ini terdapat dua input masukan yang akan di fuzzifikasikan ke himpunan fuzzy dan menjadi fungsi keanggotaan fuzzy. Fuzzifikasi dari input – input masukan yang akan dikeluarkan rangkaian sensor suhu dan kelembaban tanah.



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan input Temperatur

Dipilih tujuh buah nilai linguistik untuk input variabel temperatur 0-50 derajat:

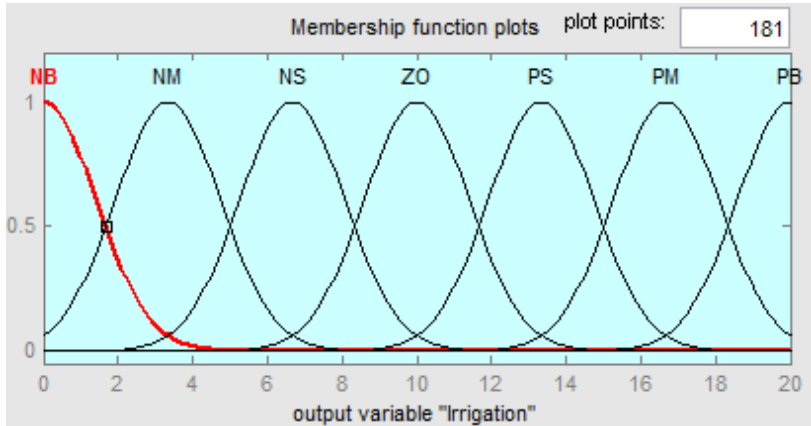
NB(sangat dingin)	: 0-15 derajat
NM(agak dingin)	: 0-21 derajat
NS(dingin)	: 16-28 derajat
ZO(agak hangat)	: 23-35 derajat
PS(hangat)	: 30-43 derajat
PM(panas)	: 36-49 derajat
PB(panas sekali)	: 44-50 derajat



Gambar 11. Fungsi Keanggotaan input Kelembaban tanah

Dipilih lima buah nilai linguistik untuk input variabel kelembaban tanah 0-950:

- NB(sangat kering) : 0-230
- NS(kering) : 0-480
- ZO(lembab) : 230-710
- PS(agak basah) : 480-950
- PB(basah) : 710-250



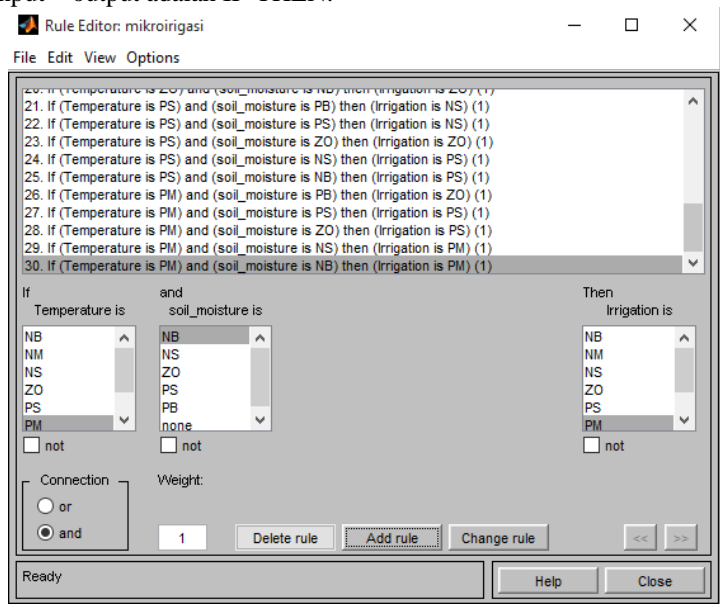
Gambar 12. Fungsi Keanggotaan Output Durasi Penyiraman

Output dari fuzzy berupa durasi pengairan yang mengatur berapa lama pompa air itu bekerja mengalirkan air. Lama atau tidaknya berdasarkan area tanah yang diairi kemudian juga jenis tanaman. Untuk hal ini penulis hanya melakukan simulasi dengan ketentuan variabel linguistik sebagai berikut :

- NB (sangat cepat) : 0-5 menit
- NM (Cepat) : 0-8 menit
- NS(agak cepat) : 2-12 menit
- ZO(Sebentar) : 5-15 menit
- PS(Sedang) : 9-19 menit
- PM (agak lama) : 12-20 menit
- PB(Lama) : 15-20 menit

b. Aplikasi fungsi Implikasi

Setelah dilakukan proses fuzifikasi, maka dilakukan pembuatan aturan fuzzy (*fuzzy rule*). Aturan- aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara input atau output. Aturan dibuat berdasarkan pengalaman, tumbuh kembang sawi daging yang baik, untuk hasil yang optimal. Tiap aturan merupakan suatu implikasi. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua input adalah operator AND, dan yang memetakan antara input – output adalah IF-THEN.



Gambar 13. Simulasi Rule Base

c. Komposisi Aturan

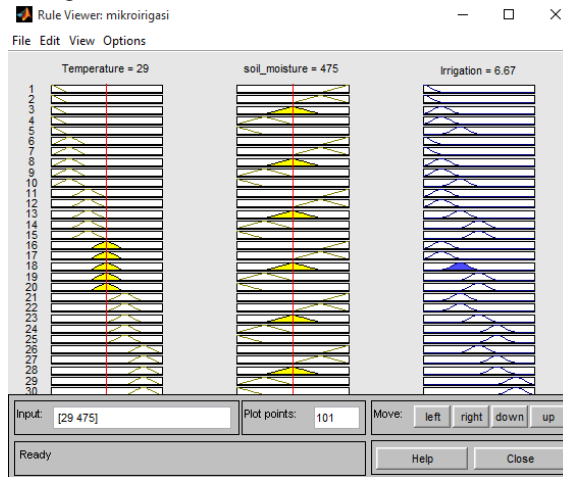
Simulasi ini menggunakan metode mamdani. Komposisi antar fungsi implikasi menggunakan fungsi min, yaitu dengan cara mengambil nilai minimum dari output aturan, kemudian menggabungkan daerah fuzzy dari masing – masing aturan dengan operator AND.

d. Defuzzifikasi

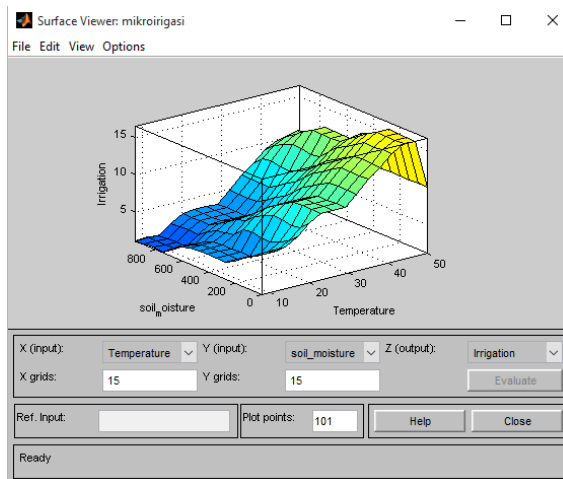
Defuzzifikasi yang digunakan dalam menentukan lama durasi pengairan dengan metode centroid. Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z_0) daerah fuzzy secara umum dirumuskan :

$$Z_0 = \frac{\int_a^b z \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz} \tag{10}$$

Untuk domain kontinu, dengan (Z_0) adalah nilai hasil defuzzifikasi dengan $\mu(z)$ adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan Z adalah nilai dominan ke-i.



Gambar 14. Rule Viewer



Gambar 15. Surface viewer hasil simulasi

Dari hasil simulasi diperoleh contoh hasil jika input temperatur 29 derajat, dan kelembaban tanah 475, maka durasi penyiraman 6,67 menit.

KESIMPULAN

Dari hasil implementasi alat yang dibuat dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil perancangan alat sudah sesuai dengan apa yang diinginkan, hal ini dapat dilihat dari proses pembacaan sinyal yang diberikan oleh sensor kelembaban dan sensor suhu yang diproses oleh mikrokontroler dapat ditampilkan pada LCD 16x2. Dan dapat mengaktifkan relay yang terhubung dengan pompa berdasarkan logika fuzzy.
- b. Pembacaan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu sangat sensitif, perubahan bisa terjadi setiap detik. Namun demikian Arduino mempunyai fungsi delay yang dapat membaca saat penulis inginkan.
- c. Alat ini masih sangat sensitif terhadap gangguan dari luar seperti terjadinya grounding / short electric yang mengakibatkan pembacaan sensor kurang sempurna.
- d. Alat ini nantinya bisa diterapkan pada pertanian ataupun perkebunan dalam hal sistem pengairan. Dengan sedikit modifikasi menyesuaikan karakter tanaman dan cuaca setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada ketua LPPM Universitas Trunojoyo Madura dan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas kesempatan untuk melaksanakan penelitian Mandiri 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, Imam Uddin. (1999). *Rekayasa Peralatan Irigasi Untuk Menunjang Produksi Tanaman Pangan*
- Kartasapoetra, A. G dan M. M. Sutedjo. (1994) *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Kusumadewi, Hari Purnomo (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Naba, Agus (2009) *Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan MATLAB*, Malang: Andi.
- Rusmayadi, Gusti. (2003). *Irigasi Curah dan Tetes*. Buku Ajar (program Semi-que. Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Wiyono, Joko (2006) *Musim Kemarau tiba sistem irigasi mikro jadi pilihan*. BBP Mektan. Serpong.
- <http://properti.kompas.com>(18 Mei 2013).