

**SISTEM KONTROL IRIGASI OTOMATIS NIRKABEL**  
*WIRELESS AUTOMATIC CONTROL IRRIGATION SYSTEM*

**Oleh:**

**Wiranto<sup>\*)</sup>, Budi Indra Setiawan<sup>\*\*)</sup>, Satyanto Krido Saptomo<sup>\*\*)</sup>**

<sup>\*)</sup>Mahasiswa S2 Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana IPB

<sup>\*\*)</sup>Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana IPB

Komunikasi Penulis, e-mail : wiranto07@gmail.com

Naskah ini diterima pada 27 Juni 2014 ; revisi pada 31 Juli 2014 ;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 11 September 2014

**ABSTRACT**

*Irrigation water provides on agricultural land should be used optimally, that automatic irrigation system that is able to provide crop water with the expected conditions are needed. For wide area the automatic irrigation system a use wireless sensor network system (WSN). The advantages of this system such as easy data download and the device is easy to install so the user will convenient to monitoring the entire irrigated area. In this research, XBee / XBee pro was used as wireless system devices with radio communication system and GSM modem device for SMS communication system. The objective of this research is to improve the efficiency of irrigation systems for wireless control. The benefits of this study is to provide an alternative automatic irrigation system for the region with limited water availability because the system is able to regulate irrigation water allocation according to crop needs (efficiency of irrigation water use)*

**Keywords: irrigation, automatic control, wireless system, Short Message Service (SMS)**

**ABSTRAK**

Pemberian air irigasi pada lahan pertanian harus dilakukan secara optimum, sehingga perlu dibuat suatu sistem irigasi otomatis yang mampu menyediakan air untuk tanaman dengan kondisi yang diharapkan. Untuk area luas sistem irigasi otomatis dapat menggunakan sistem wireless sensor network (WSN). Kelebihan dari sistem ini diantaranya data mudah didownload dan perangkat mudah diinstalasi sehingga dapat memudahkan dalam monitoring seluruh kawasan irigasi. Pada penelitian ini digunakan perangkat Xbee/Xbee pro sebagai perangkat sistem nirkabel dengan system komunikasi gelombang radio dan perangkat modem GSM untuk system komunikasi SMS. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi sistem irigasi kontrol nirkabel (wireless). Manfaat dari penelitian ini sendiri adalah memberikan sistem irigasi otomatis alternatif untuk wilayah dengan ketersediaan air terbatas karena sistem ini mampu mengatur pemberian air irigasi sesuai dengan kebutuhan tanaman (efisiensi terhadap penggunaan air irigasi).

**Kata kunci: irigasi, kontrol otomatis, sistem nirkabel, Short Message Service (SMS)**

## I. PENDAHULUAN

Irigasi merupakan salah satu alternatif dalam pemberian air pertanian jika kebutuhan air tanaman lebih besar dari pada ketersediaan air di lahan pertanian. Pemberian air irigasi ke lahan pertanian bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selama periode pertumbuhannya secara optimal. Dalam prakteknya, pemberian air irigasi sering tidak dapat dikendalikan sehingga berdampak pada ketidaksesuaian suplai air. Jumlah air irigasi yang digunakan berpengaruh terhadap biaya agribisnis. Karena itu, penggunaan air irigasi harus terkendali agar memberikan input positif bagi pengembangan agribisnis.

Aliran air dari saluran irigasi terbuka sering tidak dapat menjangkau bagian hilir karena terjadi kebocoran dan pemborosan. Sering juga ditemui, aliran airnya tersumbat sampah. Kerusakan bangunan air yang terbuat dari besi merupakan masalah lain yang selalu timbul di lapangan. Dalam mengatasi hal ini, Sofiyuddin dkk (2012) memperkenalkan pintu sorong berbahan baku serat kaca yang lebih ringan dan murah serta cepat dalam pembuatan dan pemasangannya. Penggunaan sistem irigasi terkendali merupakan alternatif lain yang berpotensi mengatasi permasalahan tersebut. Sistem irigasi terkendali telah banyak diperkenalkan. Misalnya, Subari dkk (2011) mengembangkan sistem irigasi terkendali menggunakan jaringan nirkabel. Saptomo dkk (2013) mengembangkan irigasi curah otomatis berbasis sistem pengendali mikro. Tusi dkk (2010) dan Sofiyuddin dkk (2012) menghasilkan pintu air sorong terbuat dari serat kaca yang berfungsi juga sebagai alat ukur debit air serta karena ringannya mudah dipadukan dengan sistem kendali.

Penelitian ini merupakan tahap lanjutan dari pengembangan sistem irigasi terkendali nirkabel dengan mencoba memanfaatkan sistem komunikasi berbasis GSM yang telah tersedia dan banyak digunakan masyarakat dewasa ini. Dengan sistem ini diharapkan pemantauan dan pengendalian air irigasi khususnya irigasi tetes dapat dilakukan secara lebih efektif dalam jarak jauh.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Irigasi Tetes

Tujuan irigasi pada intinya adalah mengondisikan kelembaban tanah di daerah perakaran di antara titik kapasitas lapang dan titik layu permanen. Air apabila menetes di permukaan tanah yang relatif kering akan menyebar ke segala arah karena kombinasi pengaruh gaya kapiler tanah dan gravitasi mengikuti hukum Darcy (Hillel, 1980). Kuantitas dan penyebaran kelembaban tanah di

daerah perakaran sangat penting kaitannya dalam penyediaan air yang cukup bagi tanaman. Irigasi tetes merupakan salah satu irigasi hemat air yang dapat dipadukan dengan fertilisasi. Tetesan air ditujukan ke daerah perakaran melalui permukaan tanah menggunakan jarum air. Laju tetesan air dapat dikendalikan dengan membuka atau menutup keran selenoid menggunakan program komputer. Program ini membaca data kelembaban tanah yang diukur menggunakan sensor, mengolahnya dan memberikan perintah pada aktuator. Penggunaan jarum air membutuhkan kualitas air yang bersih yang ternyata sulit diperoleh di lapangan. Baru-baru ini, Reskiana dkk (2014) menemukan emiter irigasi berbentuk cincin poros yang dapat diletakkan langsung di daerah perakaran. Emiter cincin ini yang dapat merembeskan air sesuai kebutuhan tanaman ini sangat potensial digunakan sebagai aktuator dari sistem kendali.

### 2.2 Kontrol Otomatis

Kontrol otomatis memiliki peranan penting dalam sains dan rekayasa modern (Saptomo, 2000). Disamping untuk kepentingan khusus kontrol otomatis telah menjadi bagian integral yang penting dalam manufaktur modern dan industri proses. Kontrol otomatis merupakan esensi dalam kontrol numerikal mesin-mesin presisi pada industri manufaktur, desain sistem auto pilot pada industri penerbangan, desain mobil dalam industri otomotif, juga dapat diterapkan pada industri seperti mengontrol tekanan, temperatur, kelembaban, viskositas, aliran dalam industri proses (Bolton, 2010).

### 2.3 Komunikasi Nirkabel

Komunikasi nirkabel adalah komunikasi yang menggunakan frekuensi/spektrum radio yang memungkinkan transmisi (penerimaan atau pengiriman) informasi (suara, gambar, video, data) tanpa koneksi fisik yang bersifat *mobile* (GSM, CDM, Flexi, 3G) dan bersifat tetap (*wireless local loop, bluetooth, WiFi, WiMax*). Komunikasi nirkabel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sifat komunikasi nirkabel lokal, dengan memanfaatkan perangkat Xbee (Mustofa, 2011). Teknologi Xbee merupakan teknologi dengan *data rate* rendah, biaya murah, protokol jaringan tanpa kabel yang ditujukan untuk otomasi dan aplikasi *remote control*. (Pratama, 2012).

## III. METODE PENELITIAN

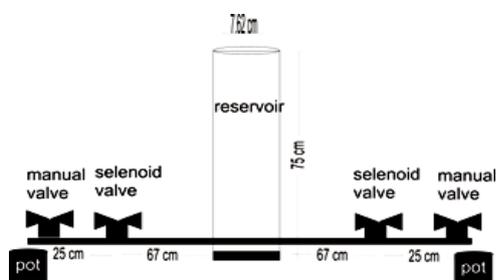
### 3.1 Rancangan Sistem

Tahap ini dilakukan analisis sistem mencakup semua kebutuhan dalam membangun perancangan dan implementasi sistem irigasi

otomatis dalam hal identifikasi masalah yang meliputi komunikasi radio Xbee, kontrol irigasi, sensor *water level*, mikrokontroler ATMega328 dan komunikasi SMS.

### 3.2 Rancangan Irigasi

Prototipe irigasi didesain memiliki satu reservoir sebagai tampungan air irigasi dan dua blok sistem irigasi yang terbuat dari pipa pvc (Gambar 1). Reservoir air irigasi terbuat dari pipa PVC 6 inci dan memiliki volume maksimum 3.1 liter. Pada bagian blok irigasi masing-masing terdiri dari *solenoid valve* dan *manual valve* yang dihubungkan dengan pipa PVC ½ inci. *Solenoid valve* berfungsi sebagai pengontrol buka tutup air irigasi dan *manual valve* berfungsi sebagai pengatur besar debit aliran irigasi. Media tanam menggunakan pot yang berisi tanah dengan ukuran 2100 cm<sup>3</sup>.



Gambar 1 Rancangan sistem irigasi

Perancangan komunikasi *wireless* terdiri dari *wireless* dengan pemanfaatan frekuensi radio dan *wireless* dengan pemanfaatan SMS. Komunikasi dengan memanfaatkan frekuensi radio pada penelitian ini menggunakan modul Xbee 2.4 GHz 1 mW yang terdiri dari *node end device* dan *node coordinator*. Seting komunikasi Xbee menggunakan perangkat lunak X-CTU atau dengan Hyperterminal dengan bahasa pemrograman *AT Command* dan komunikasi yang digunakan adalah tipe API. Komunikasi SMS dimanfaatkan *node coordinator* untuk mengirimkan data tinggi muka air reservoir.

Perancangan *software* yang dilakukan adalah pemrograman mikrokontroler ATMega328 menggunakan bahasa pemrograman C dengan penulisan pemrograman pada halaman arduino yang merupakan *open source arduino environment*. Perancangan *software* terdiri dari perancangan *software end device* dan *coordinator*. Perancangan *hardware* sistem irigasi ini terdiri atas sensor *water level*, sensor *soil moisture*, mikrokontroler ATMega328, *solenoid valve*, catu daya 12 volt dan relay.

### 3.3 Mekanisme Sistem

Rancangan sistem irigasi akan diterapkan pada prototipe irigasi. Sensor diatur dengan nilai keluaran < 5 volt DC, karena mikrokontroler

hanya mampu mengenali nilai referensi sebesar 5 volt. Jenis sensor yang digunakan adalah sensor *soil moisture* SKU:SEN0114 yang dapat bekerja pada catu daya 3.3 – 5.0 Volt dengan dengan *output* sensor 0 - 4.2 Volt. Nilai *soil moisture* tersebut sebagai nilai masukan pada input sinyal *analog* pada *end device* ATMega328, nilai sensor tersebut dikirimkan melalui gelombang radio Xbee. Nilai yang dikirimkan oleh *end device* diterima oleh *coordinator* dan dibandingkan dengan nilai *set point*. Nilai *set point* merupakan nilai acuan *soil moisture* yang dikehendaki, jika terjadi nilai *output* sensor kurang dari nilai *set point* maka ATMega328 akan menggerakkan *relay* sebagai penghubung (*fuse*) mekanik untuk menyalakan *solenoid valve* hingga nilai *soil moisture* mencapai *set point*. Pengukuran *water level* pada reservoir menggunakan sensor *water level* jenis eTape PN-6573P-8, catu daya yang digunakan 5 Volt dan *output* yang dihasilkan berkisar 300-900 mV. Nilai tinggi muka air reservoir dikirimkan oleh modul GSM melalui komunikasi SMS. Data *soil moisture* dan *water level* disimpan pada *node coordinator* dengan menggunakan perangkat SD card dan dilengkapi dengan modul *real time clock* (RTC).

### 3.4 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melakukan uji sistem. Alur uji sistem yang dilakukan adalah sensor *soil moisture* terbaca pada *node end device*, komunikasi Xbee dapat terhubung dengan *node coordinator* dan dapat diidentifikasi berdasarkan ID *node end device*. *Node coordinator* mampu mengontrol *solenoid valve* berdasarkan nilai *soil moisture node end device* dan *coordinator* mampu mengirimkan nilai tinggi muka air melalui komunikasi GSM (SMS).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kalibrasi sensor

Sensor kelembaban tanah yang digunakan adalah sensor yang mengategorikan kandungan air dalam 3 kondisi (Tabel 1), yaitu:

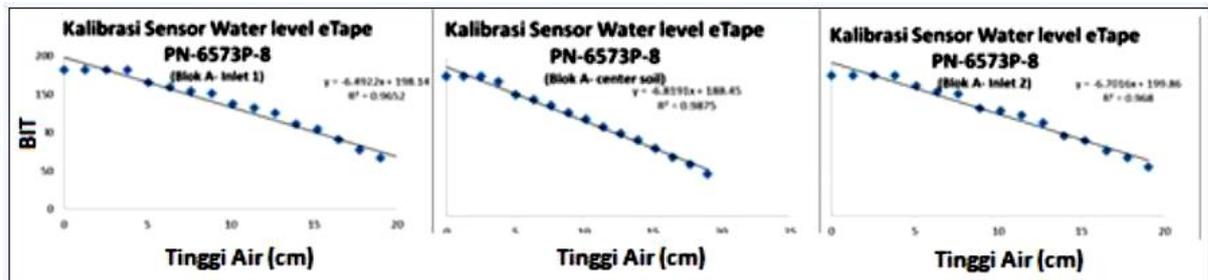
Tabel 1 Kategori kandungan tanah

	Luaran Sensor (Bit)
Tanah kering	0-300
Tanah lembab	300-700
Tanah basah	700-950

Kalibrasi sensor kelembaban tanah (KT) dilakukan pada objek tanah kering dengan penambahan air sebesar 20 ml, diperoleh persamaan untuk *node end device* ID 5678 KT = 0.064 BIT - 12.895 dan *node end device* ID 8765 KT = 0.0476 BIT - 3.3877. Selain sensor kelembaban tanah, digunakan juga sensor tinggi muka air untuk mengukur tingkat ketinggian air

pada reservoir. Sensor ketinggian air yang digunakan adalah sensor tinggi muka air merk eTape dengan tipe resistansi elektroda sehingga

nilai keluaran yang dihasilkan adalah ohm. Jenis sensor yang digunakan adalah jenis eTape PN-6573P-8.



Gambar 2 Kalibrasi TMA sensor etape

#### 4.2 Prototipe Irigasi

Prototipe irigasi didesain memiliki dua blok sistem irigasi, dengan dimensi reservoir berdiameter 7,5 cm ketinggian 75 cm dengan volume air maksimum yang tertampung 3,1 liter. Ketinggian air reservoir diukur dengan menggunakan sensor water level eTape PN-6573P-8, karena sensor ini hanya berukuran 20 cm maka pengukuran ketinggian muka air hanya diukur pada level ketinggian 40-60 cm. Air dari reservoir dihubungkan dengan pipa PVC 1,25 cm secara paralel menjadi 2 blok pipa irigasi. Pipa keluaran irigasi tersebut dilengkapi dengan *solenoid valve* 12 V sebagai pengendali on/off irigasi kemudian diujung pipa terdapat *valve* manual sebagai pengendali laju keluaran irigasi. Kedua ujung pipa ini digunakan sebagai irigasi tetes dengan media irigasi tanah (volume tanah 2100 cm<sup>3</sup>) yang berada pada pot.

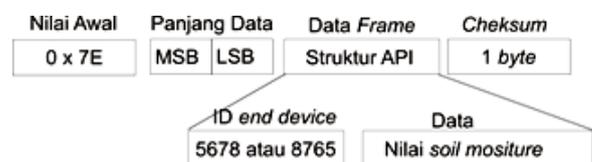
#### 4.3 Respon time valve

Pengukuran respon time *valve* merupakan pengukuran tundaan waktu air mengalir saat *valve* terbuka dan tertutup. Respon irigasi yang dihasilkan pada saat kondisi *valve* terbuka memiliki tundaan waktu 2 detik. Artinya air mengalir setelah 2 detik dari *valve* ketika *valve* on. Kondisi sebaliknya, terdapat tundaan waktu saat *valve* tertutup artinya terdapat air mengalir pada saat *valve* tertutup karena terdapat air yang masih mengalir diantara *valve* dan media irigasi. Lama tundaan waktu *valve* pada kondisi tersebut selama 10 detik dengan volume air sebesar 0.8 ml. Waktu tersebut merupakan waktu yang digunakan untuk interval pengiriman data dari *end device*

#### 4.4 Komunikasi Wireless Xbee

Modul *end device* merupakan modul yang mengirimkan data pengukuran *soil moisture* dengan interval 10 detik. Format pengiriman data dekonversikan kedalam format *frame* API mode 2 sehingga dilakukan identifikasi dan parse data *packet*.

Satu packet data terdiri dari nilai awal dan akhir suatu *packet*, panjang *packet*, mode *packet*, alamat pengirim *packet*, RSSI dan data *soil moisture*.



Gambar 3 Skema parse packet

Contoh data *packet*: 7E 00 0A 81 56 78 33 00 33 30 32 OD

Contoh data *packet*: 7E 00 0A 81 87 65 2C 00 36 38 39 OD

Kode pemrograman (Gambar 3) yang digunakan dalam pembacaan parse *packet* data pada *coordinator* untuk mengidentifikasi data ID *end device* 5678 = 0x56 & 0x78 dan data ID *end device* 8765 = 0x87 & 0x65 sedangkan untuk menentukan panjang data dari suatu *packet* data Xbee menggunakan penggabungan dari dua *packet* data ( $packet[1] \ll 8 \mid packet[2]$ ) ini digunakan karena pada Xbee nilai maksimum packet data adalah 8 bit.

#### 4.5 Uji Komunikasi Radio

Pengujian dilakukan untuk mengetahui jarak pengiriman data dari modul *end device* ke modul *coordinator*. Pengukuran ini menggunakan Xbee series 1 dengan jenis antenna *wire*. Pengukuran dilakukan dari jarak 0-100 meter pada lokasi dengan mengirimkan 10 data secara kontinu dengan interval yang sama.

Xbee tipe series 1 dengan daya 1 mW, memiliki kekuatan penerimaan data yang berfariatif. Pada Xbee yang digunakan pada penelitian ini adalah Xbee dengan antenna *wire* dan memiliki kekuatan optimum hingga jarak 40 meter.

**Tabel 2** Hasil pengukuran jarak xbee

No	Jarak (m)	Jumlah data yang diterima (%)
1	10	100
2	20	100
3	30	100
4	40	100
5	50	70
6	60	90
7	70	70
8	80	50
9	90	30
10	100	30

#### 4.6 Penyimpanan data

Semua data yang diterima di simpan kedalam memory eksternal (SD card) dengan kapasitas 2 GB yang merupakan kapasitas maksimal yang digunakan karena keterbatasan teknologi ATmega. Data yang tersimpan kedalam file teks (.txt) yang memiliki kapasitas penyimpanan relatif kecil dan mudah dalam penggunaannya. Data tersimpan secara data *real time* dan pada setiap penerimaan data modul *coordinator* langsung menyimpan data sebagai *row data* dengan format tgl/bln/th, jam:mnt:dtk,ID\_Xbee,Nilai dengan pe-misah data adalah *comma*.

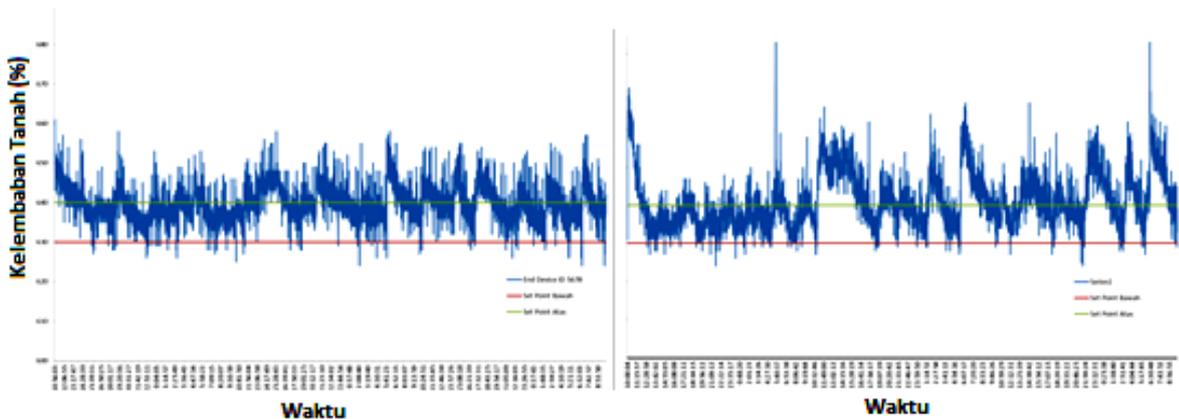
#### 4.7 Set Point dan Uji Prototipe Wireless

*Set point* yang digunakan adalah *set point* dengan nilai kadar air tanah 27% dan 30% (Gambar 4). Nilai *set point* tersebut merupakan batas bawah dari nilai *soil moisture* yang diinginkan. Interval

10 detik dalam pengiriman sinyal *end device* didapat dari perhitungan *respon time* dari *valve*, artinya jika terjadi nilai on pada *valve* maka air irigasi akan mengalir pada pot sebesar 0.8 ml sehingga pada Gambar 4 terlihat kenaikan nilai *soil moisture*. Nilai *overshoot* (Tabel 3) didapat dari nilai perbandingan antara selisih puncak maksimum atau minimum dengan nilai kestabilan (*set point*).

#### 4.8 Komunikasi SMS

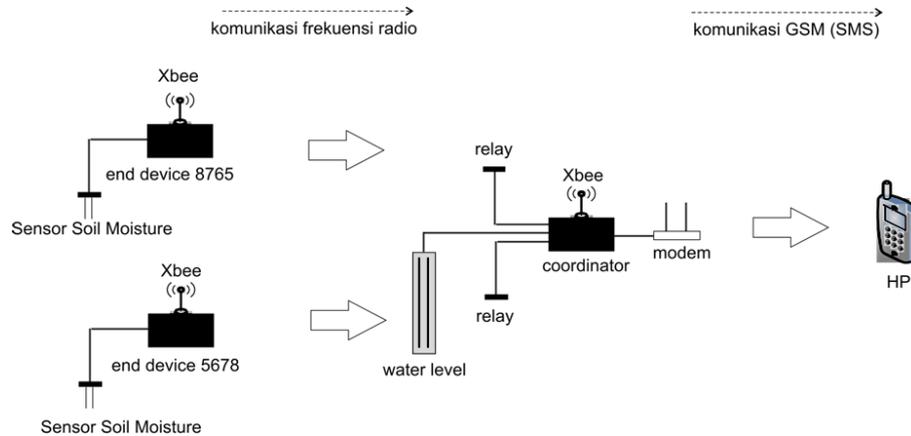
Desain komunikasi nirkabel pada penelitian ini menggunakan tipe *star topology* yang hanya mempunyai pusat pengontrol tunggal yang disebut *node coordinator* dengan 2 *node end device* sebagai pembaca sensor dan 1 *node coordinator* sebagai pengaktif aktuator (*valve*), penyimpan data dan pengirim sms *water level* pada reservoir (Gambar 5). Sistem pengiriman dengan komunikasi SMS ini dapat digunakan sebagai *monitoring system* dan akumulasi harian data penggunaan air irigasi pada kedua blok irigasi. Pengiriman SMS dilakukan dengan interval 24 jam dengan format data tgl/bln/th,data\_level (Gambar 6). Komunikasi dengan modem GSM ultimo menggunakan komunikasi serial RS232 ke *node coordinator*. Penambahan komunikasi ini menggunakan IC MAX232 untuk memperkuat sinyal hingga mencapai 12 Volt. Modem GSM ini diprogram dengan pemrograman standart *AT Command* dan diaplikasikan kedalam bahasa pemrograman yang dapat diterima pada *compiler arduino* - 23 merupakan *compiler open source* dengan bahasa pemrograman C/C++.



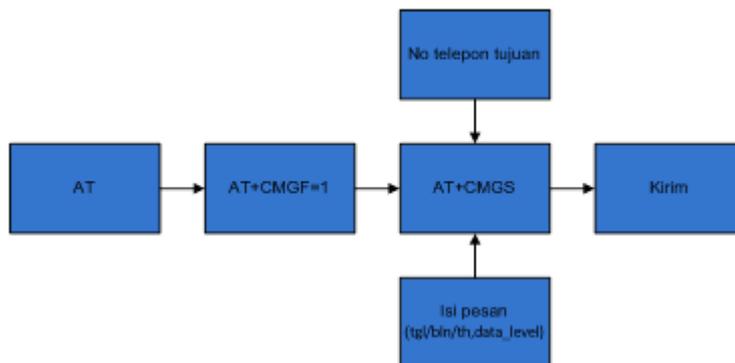
**Gambar 4** Data end device 5678 set point 630-640 dan Data end device 8765 set point 630-640

**Tabel 3** Nilai overshoot end device

Set Point	end device 5678		end device 8765	
	Overshoot max (%)	Overshoot min (%)	Overshoot max (%)	Overshoot min (%)
27 %	2.3	0.9	6.7	0.9
30 %	2.5	0.7	2.7	5.2



**Gambar 5** Skema komunikasi nirkabel



**Gambar 6** Skema komunikasi SMS

## V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini sistem kendali irigasi otomatis dengan menggunakan komunikasi nirkabel telah berhasil dilakukan. *Respon time* yang diberikan emitter pada saat awal pembukaan 2 detik dan pada saat akhir pembukaan adalah 10 detik dengan nilai error 0.8 ml sehingga memberikan gambaran akan efisiensi pemanfaatan air dalam irigasi. Xbee dengan antenna *wire* memiliki kekuatan optimum pada kondisi *outdoor* hingga jarak 40 meter. Nilai rata-rata *overshoot* untuk *end device* 5678 memiliki nilai *overshoot* maksimum 2.4% dan *overshoot* minimum 0.8% sedangkan *end device* 8765 memiliki nilai *overshoot* maksimum 4.7% dan *overshoot* minimum 3%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bolton, W. 2010. *Sistem Instrumetasi dan Sistem Kontrol, terj.* Eirlangga. Jakarta
- Hillel, D. 1980. *Application of Soil Physics.* Academic Press. New York.
- Pratama, M. 2012. *Metode Pemosisian Node menggunakan Sistem Pengukuran Berbasis Zigbee pada Jaringan Sensor Nirkabel.* Makalah the 14<sup>th</sup> Industrial Electronics Seminar 2012 (IES 2012).
- Mustofa, Ali. 2011. *Zigbee pada Sensor Nirkabel dan Jaringan Aktuator.* Jurnal Dielektrika vol.4, No. 2: 108-119.

- Reskiana, B. I. Setiawan, S. K. Saptomo, P. R. D. Mustatiningsih. 2014. Uji Kinerja Emiter Cicin (Performance Analyze of Ring-shaped Emitter). *Jurnal Irigasi*, Vol 9, No. 1, Mei 2014. Hal: 63-74.
- Saptomo, S. K. 2000. *Tata Air Lahan Basah dengan Sistem Kendali Fuzzy*. Tesis Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Saptomo, S. K., R. Isnaeni, B. I. Setiawan. 2013. *Irigasi Curah otomatis berbasis Sistem Pengendali Mikro (Microcontroller System based Automatied Sprinkler Irrigation)*. *Jurnal Irigasi*, Vol 8, No. 2, Oktober 2013. Hal: 115-125.
- Sofiyuddin, H. A., M. Muqorrobin, D. Rahmandani, A. Tusi, B. I. Setiawan. 2012. Pintu Sorong Tinjol berbahan Fiberglass sebagai Inovasi Alat Ukur Debit dalam Operasi Irigasi. *Jurnal Sumber Daya Air*. Vol.8, No.1, Mei 2012. Hal:27-38.
- Subari, H. A. Sofiyuddin, B. I. Setiawan. 2011. Pengembangan Sistem Irigasi Terkendali menggunakan Jaringan Nirkabel (Development on Automated Irrigation Sstem using Wireless Network). *Jurnal Irigasi*. Vol. 6, No.1, Mei Tahun 2011, Pages 28-36.
- Tusi, A., B. I. Setiawan, H. A. Sofiyuddin, D. Rahmandani, M. Muqorrobin. 2010. Pengembangan Pintu Air irigasi GFRP (Glass Fiber Reinforced Plastic). The Development of GFRP Water Gates). *Jurnal Irigasi*, Vol.5, No.1, Juni 2010, Pages 57-67.