

RANCANG BANGUN PROTOTIPE OTOMASI PENDISTRIBUSIAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

*Design and construct prototype of water distributed otomation using on Arduino Uno
Microcontroller*

Muhammad Rizki¹ dan Arfian Ahmad²

¹ Teknik Elektronika – Program Studi Teknik Elektro, FTI-ISTN Jakarta.

² Dosen Prodi Teknik Elektro, FTI-ISTN Jakarta.

Abstrak

Air merupakan sumber alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Pemakaian air yang tidak terkendali akan berdampak kepada krisis kebutuhan air di masa yang akan datang. Oleh karena itu, perlu tindakan pengaturan dan pengawasan setiap pemakaian air, khususnya pada rumah tangga. Maka, dirancang-bangun prototipe otomasi pendistribusian air berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Dari hasil pengujian alat yang dibuat didapat hasil toleransi kesalahan aliran air ke bak mandi 1 sebesar 3,31% dan bak mandi 2 sebesar 6,22% serta pengaturan penyiraman taman sesuai dengan perencanaan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan sistem bekerja dengan baik.

Kata Kunci : *Sensor Level Air, Flow Sensor, Modul Real Time Clock (RTC), Mikrokontroler Arduino Uno, Motor Pompa Air, Katup Elektrik, dan LabVIEW*

Abstract

Water as one of important natural resources need to be controlled due to water crisis in the future. Water management need to be applied especially in the level household. The prototype of water distribution controll system with Arduino Uno Microcontroller based then was designed. The study showed accuracy level distribution water tank 1 as much as 96.69% (error 3.31%) and distribution to water tank 2 as much as 93.78% (error 6.22%), respectively. So, it can be concluded that the overall system can operate properly.

Key Word : *Water Level Sensor, Flow Sensor, RTC Module, Arduino Uno, Water Pump Motor, Solenoid Valve, and LabVIEW*

1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik untuk di konsumsi maupun digunakan untuk kepentingan lain. Namun, ketersediaan air saat ini semakin sedikit karena banyaknya gedung-gedung dan hotel-hotel yang menggunakan air tanah sehingga pemakaian air yang tidak terkendali, yang mengakibatkan area resapan air dan ketersediaan sumber air menjadi berkurang. Hal ini dapat berdampak kepada krisis kebutuhan air di masa yang akan datang. Dalam rangka mengurangi potensi terjadinya krisis kebutuhan air, maka diperlukan tindakan penghematan pemakaian air. Dalam hal ini bentuk tindakan penghematan pemakaian air ditinjau dalam ruang lingkup rumah tangga, yaitu dengan melakukan penerapan sistem kendali dan *monitoring* terhadap penyediaan dan pendistribusian dalam pemakaian air.

2. Teori Penunjang

2.1. Sistem Otomasi Pendistribusian Air

Sistem otomasi pendistribusian air adalah sistem yang mengendalikan proses pengisian air tanki penampungan air berdasarkan kondisi level air dan pendistribusiannya berdasarkan kebutuhan pada wadah penampungan (tandon maupun bak mandi) dan penyiraman tanaman berdasarkan rentang waktu yang telah ditentukan.

2.2. Arduino Uno R3

Arduino Uno digunakan sebagai unit kendali dari kerja sistem secara keseluruhan. R3 merupakan seri terbaru Arduino yang sudah dilengkapi dengan ATmega16U2 yang terprogram untuk komunikasi serial melalui port USB. Arduino Uno versi R3 berbasis pada mikrokontroler ATmega328 yang memiliki bentuk fisik dan spesifikasi teknis seperti pada Gbr. 1 dan Tabel 1.

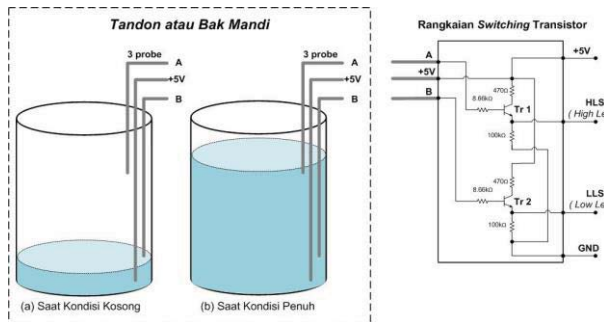


Gbr 1. Arduino Uno R3

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-9V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) (0.5 KB used by bootloader)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

2.3. Sensor Level Air



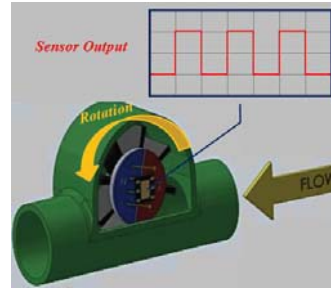
Gbr. 2. Sensor Level Air

Rangkaian sensor level air terdiri dari dua bagian, yaitu *probe* dan rangkaian *switching* transistor. *Probe* yang digunakan berupa 3 buah kawat aluminium yang diperuntukan agar dapat mendeteksi kondisi level air pada saat kosong maupun penuh.

Cara kerja sensor level air bermula ketika *probe* tegangan terhubung dengan *probe* sinyal level rendah (B) maupun *probe* sinyal level tinggi (A). Saat terhubung maka probe sinyal akan menghasilkan output tegangan, tegangan ini akan dibaca oleh Arduino Uno sebagai isyarat kondisi level air.

2.4. Flow Sensor

Flow sensor merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran zat cair ataupun gas. *Flow* sensor untuk mengukur kecepatan aliran air secara umum bekerja berdasarkan prinsip “efek *Hall*”, diman sebuah magnet permanen disematkan pada bagian rotor, sehingga saat air mengalir melalui rotor akan membuat rotor berputar dan medan magnet akan menginduksikan tegangan dengan luaran berbentuk gelombang segi-empat/*pulse*.



Gbr. 3. Flow Sensor

2.5. Modul RTC DS3231

RTC merupakan sebuah *chip* yang berfungsi untuk menghitung waktu yang dimulai dari hitungan detik, menit, jam, bulan dan tahun. Modul RTC secara umum yang banyak digunakan adalah tipe DS3231. RTC memiliki tingkat keakurasian tinggi dalam mencacah waktu dan tahan terhadap suhu lingkungan serta dilengkapi dengan rangkaian kapasitor *tuning* yang dapat diatur secara otomatis untuk menjaga kestabilan detak frekuensi. Pada sistem ini modul RTC digunakan untuk memberikan informasi waktu penyiraman tanaman.



Gbr. 4. Modul RTC DS3231

2.6. Modul Relay

Relay merupakan komponen elektro mekanikal yang terdiri dari *coil* dan kontak saklar (mekanikal). Cara kerja modul relay yaitu dengan memberi tegangan pada koil sehingga membangkitkan magnet listrik yang akan menarik tuas dari kontak saklar. Untuk mencatu daya atau tegangan pada *coil* dengan menggunakan transistor sebagai saklar melalui pemberian tegangan pada basis transistor. Pada sistem ini modul relay digunakan sebagai *driver* dari motor pompa dan katup solenoid



Gbr. 5. Modul Relay

2.7. Motor Pompa

Pompa yang digunakan berfungsi untuk memindahkan air dari suatu tempat ke tempat yang

lain melalui pipa. Pada sistem ini motor pompa digunakan untuk melakukan pengisian air ke tandon.



Gbr. 6. Motor Pompa

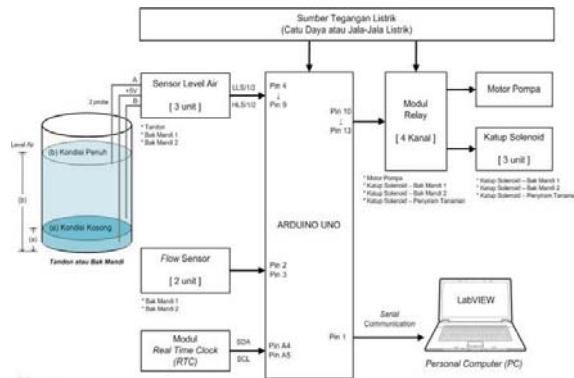
2.8. Solenoid Valve

Katup solenoid atau sering dikenal dengan *solenoid valve* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik untuk kondisi membuka dan menutup. Katup elektrik digunakan untuk mengendalikan pengisian air ke bak mandi.



Gbr. 7. Solenoid Valve

3. CARA KERJA SISTEM



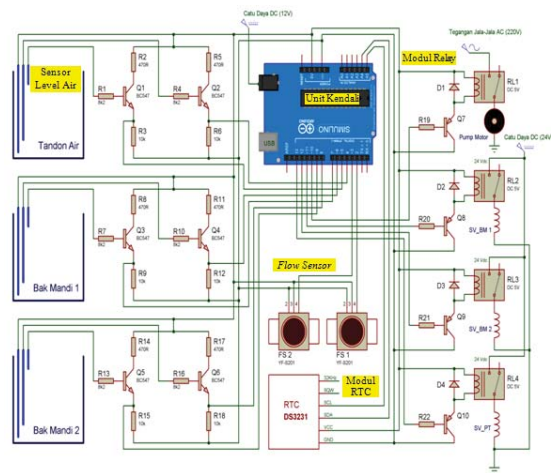
Gbr. 8. Diagram Blok Sistem

Cara kerja sistem secara keseluruhan berdasarkan diagram blok pada Gbr. 8 bermula dari pembacaan sensor level air pada tendon. Saat tanki dalam keadaan kosong maka kedua sensor level (prob A dan B) mendeteksi kondisi kosong dengan luaran kedua probe rendah (low), maka output rangkaian sensor level air menginformasikan ke Arduino Uno untuk mengaktifkan relay yang terhubung dengan motor pompa air. Sebaliknya, saat kondisi air penuh (kedua prob A dan B kondisi high), maka arduino Uno me-nonaktifkan relay sehingga motor pompa tidak aktif. Cara kerja yang sama terjadi pada saat pengisian air ke bak mandi, akan tetapi kendali kerja dari Arduino diperuntukan untuk mengatur membuka dan menutupnya katup solenoid. Saat proses pengisian air ke kedua bak mandi, terjadi

aliran air dari tandong menuju bak mandi. Besarnya aliran akan terbaca oleh *flow* sensor dan informasi besaran debit air akan di informasikan ke Arduino untuk ditampilkan pada perangkat lunak LabVIEW pada komputer.

Proses penyiraman tanaman terjadi saat informasi waktu yang diberikan oleh modul RTC sama dengan waktu yang terprogram pada Arduino Uno. Ketika hal itu terjadi Arduino Uno mengaktifkan kerja dari modul relay agar katup solenoid penyiraman tanaman terbuka.

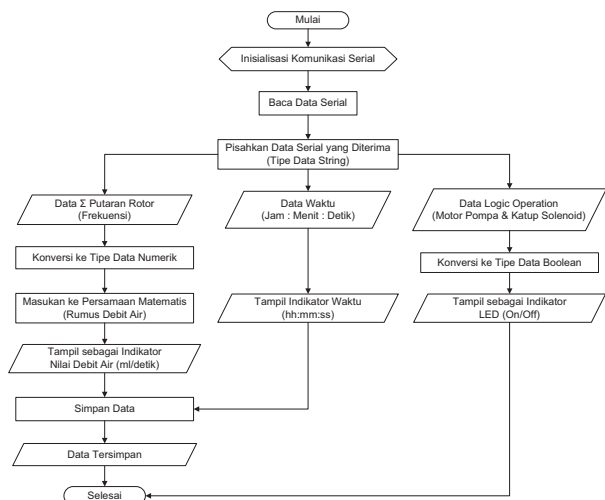
Adapun rangkaian lengkap dari sitem otomatis pengendalian pemakaian air ditunjukkan pada Gbr. 9. Rangkaian sistem secara keseluruhan tersusun dari beberapa rangkaian yang terdiri dari: rangkain catu daya, rangkaian sensor level air, *flow* sensor, modul RTC, Arduino Uno, modul relay, motor pompa dan solenoid valve.



Gbr. 9. Skematik Rangkaian Sistem

3.2. Perancangan HMI pada LabVIEW

Perancangan *Human Machine Interface* (HMI) pada LabVIEW terlebih dilakukan dengan membuat alur program pembacaan data seperti pada Gb.r 10.

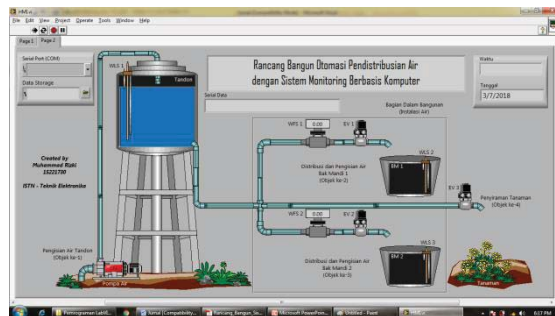


Gbr. 10. Diagram alir program pada LabVIEW.

Adapun tampilan HMI dari sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gbr. 11.



Gbr. 11a. HMI pada Halaman 1



Gbr. 11b. HMI pada Halaman 2

4. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1. Pengujian Catu Daya

Tabel 2. Hasil Pembacaan Tegangan

Kondisi	Catu Daya DC		
	Vin (Vac)	Vout Catu Daya 24 Vdc	Vout Catu Daya 12 Vdc
OFF	0 Vac	0 Vdc	0 Vdc
ON	228,5 Vac	24,2 Vdc	11,83 Vdc

Pengujian catu daya dilakukan untuk mengetahui dan memastikan besaran nilai tegangan keluaran (output) dari catu daya yang diperlukan pada sistem adalah sesuai agar sistem dapat berkerja dengan baik. Hasil pengujian tegangan luaran dari catu daya diperlihatkan pada Tabel 2.

4.2. Pengujian Sensor Level Air

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor Level Air

Kondisi	Tandon Air		Bak Mandi 1		Bak Mandi 2	
	LLS	HLS	LLS#1	HLS#1	LLS#2	HLS#2
Kosong	0 V [0]	0 V [0]	0 V [0]	0 V [0]	0 V [0]	0 V [0]
Rendah	4,26 V [1]	0 V [0]	3,57 V [1]	0 V [0]	4,26 V [1]	0 V [0]
Tinggi	4,22 V [1]	3,74 V [1]	3,23 V [1]	3,23 V [1]	3,48 V [1]	4,24 V [1]

Tabel 3 menunjukan hasil pengujian sensor level air yang dilakukan untuk mengetahui dan memastikan besaran nilai tegangan output pembacaan sensor level air pada kondisi kosong maupun penuh.

4.3. Pengujian Waktu Penyiraman Tanaman

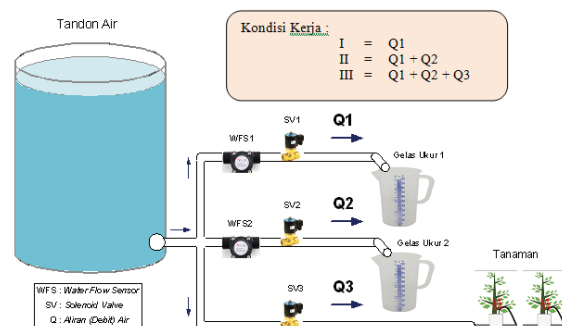
Pengujian lamanya waktu penyiraman tanaman dilakukan dengan membandingkan pembacaan waktu pada stopwatch dengan waktu penyiraman tanaman yang berlangsung pada sistem yang dibuat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan ketepatan waktu penyiraman tanaman. Hasil pengujian ketepatan dan durasi waktu penyiraman tanaman diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Waktu Penyiraman

Waktu Aktual	Waktu Terbaca (LabVIEW)	Durasi Penyiraman (Stopwatch)	Status Katup Solenoid (penyiraman tanaman)
08:59:59	08:59:59	00:00:00	OFF
09:00:00	09:00:00	00:00:01	ON
09:00:01	09:00:01	00:00:02	ON
09:00:02	09:00:02	00:00:03	ON
09:00:03	09:00:03	00:00:04	ON
09:00:04	09:00:04	00:00:05	ON
09:00:05	09:00:05	00:00:06	ON
09:00:06	09:00:06	00:00:07	ON
09:00:07	09:00:07	00:00:08	ON
09:00:08	09:00:08	00:00:09	ON
09:00:09	09:00:09	00:00:10	ON
09:00:10	09:00:10	00:00:11	ON
09:00:11	09:00:11	00:00:12	ON
09:00:12	09:00:12	00:00:13	ON
09:00:13	09:00:13	00:00:14	ON
09:00:14	09:00:14	00:00:15	ON
09:00:15	09:00:15	00:00:16	ON
09:00:16	09:00:16	00:00:17	ON
09:00:17	09:00:17	00:00:18	ON
09:00:18	09:00:18	00:00:19	ON
09:00:19	09:00:19	00:00:20	ON
09:00:20	09:00:20	00:00:21	ON
09:00:21	09:00:21	00:00:22	ON
09:00:22	09:00:22	00:00:23	ON
09:00:23	09:00:23	00:00:24	ON
09:00:24	09:00:24	00:00:25	ON
09:00:25	09:00:25	00:00:26	ON
09:00:26	09:00:26	00:00:27	ON
09:00:27	09:00:27	00:00:28	ON
09:00:28	09:00:28	00:00:29	ON
09:00:29	09:00:29	00:00:30	ON
09:00:30	09:00:30	00:00:31	OFF

4.4. Pengujian Flow Sensor

Pengujian flow sensor dilakukan dengan terlebih dahulu mengkalibrasi pembacaan dari flow sensor.



Gbr. 12. Skema Kalibrasi Flow Sensor

Proses kalibrasi *flow* sensor dilakukan dengan cara seperti yang ditunjukkan pada Gbr. 12. Pada Gbr. 12 dapat dijelaskan bahwa saat mencari nilai acuan pembacaan debit air dilakukan dengan meletakkan gelas ukur pada sisi keluaran yang mengarah kepada objek pengukuran, dalam hal ini untuk bak mandi 1 menggunakan gelas ukur 1 dan bak mandi 2 menggunakan gelas ukur 2. Kemudian, kendali kerja (*On/Off*) dari katup solenoid diatur berdasarkan durasi waktu tertentu (5-60 detik).

Tabel 5. Nilai Acuan Debit Air Bak Mandi 1

Durasi Waktu (detik) [A]	Volume (ml) Pada Kondisi			Volume Rata-rata (ml) [B]	Debit Rata-rata (ml/detik) [C = B : A]
	I	II	III		
5	70	60	60	63,33	12,67
10	130	120	110	120,00	12,00
15	200	188	170	186,00	12,40
20	270	250	230	250,00	12,50
25	340	310	285	311,67	12,47
30	400	370	335	368,33	12,28
35	470	435	385	430,00	12,29
40	540	498	458	498,67	12,47
45	610	550	510	556,67	12,37
50	680	610	560	616,67	12,33
55	750	670	610	676,67	12,30
60	820	735	665	740,00	12,33
Nilai Acuan Debit Rata-rata (ml/detik) Pada Gelas Ukur 1 (Bak Mandi 1)					12,37

Tabel 6. Nilai Acuan Debit Air Bak Mandi 2

Durasi Waktu (detik) [D]	Volume (ml) Pada Kondisi			Volume Rata-rata (ml) [E]	Debit Rata-rata (ml/detik) [F = E : D]
	I	II	III		
5	68	65	55	62,67	12,53
10	130	120	108	119,33	11,93
15	198	190	165	184,33	12,29
20	265	250	220	245,00	12,25
25	329	300	270	299,67	11,99
30	392	360	322	358,00	11,93
35	452	420	370	414,00	11,83
40	519	490	440	483,00	12,08
45	578	542	498	539,33	11,99
50	640	610	549	599,67	11,99
55	705	680	595	660,00	12,00
60	770	730	640	713,33	11,89
Nilai Acuan Debit Rata-rata (ml/detik) Pada Gelas Ukur 2 (Bak Mandi 2)					12,06

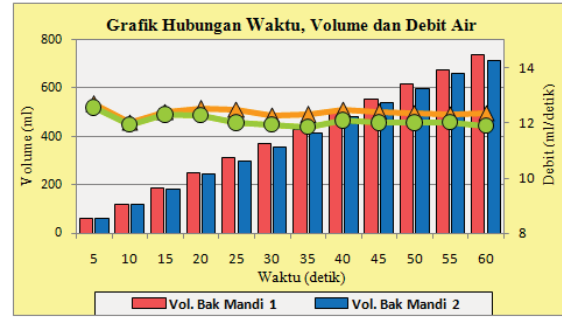
Pada Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan hasil pembacaan *volume* (ml) dan perhitungan debit air rata-rata pada masing-masing bak mandi.

Dengan hasil pembacaan tersebut diperoleh grafik hubungan antara waktu dan *volume* terhadap debit air adalah mendekati nilai yang konstan, dimana semakin besar volume dan lamanya waktu pembukaan katup solenoid, maka nilai debit air sekitar 12 ml/detik seperti yang ditunjukkan pada Gbr. 13.

Nilai pembacaan debit air pada *flow* sensor yang digunakan secara langsung pada masing-masing bak mandi diperoleh seperti pada Tabel 7.

Nilai pembacaan debit air pada Tabel 7 memiliki deviasi yang cukup besar terhadap nilai acuan, sehingga diperlukan pengkoreksian kembali untuk memperkecil deviasi dan meningkatkan akurasi

pembacaan dengan menambahkan faktor koreksi pada karakteristik *flow* sensor yang digunakan.



Gbr. 13. Grafik Hubungan Waktu, Volume dan Debit

Tabel 7. Hasil Pembacaan *Flow* Sensor

Debit Air (ml/detik) Pada LabVIEW [A]		Debit Air Acuan (ml/detik) [B]		Selisih (ml/detik) [C = B - A]	
BM 1	BM 2	BM 1	BM 2	BM 1	BM 2
8	5	12,37	12,06	4,37	7,06

$$\text{Faktor Koreksi (X)} = \frac{\text{Nilai Acuan}}{\text{Nilai Terbaca}}$$

Untuk bak mandi 1 diperoleh nilai faktor koreksi sebesar :

$$X_{BM1} = \frac{12,37 \text{ ml/detik}}{8 \text{ ml/detik}} = 1,55$$

Dan untuk bak mandi 2 diperoleh nilai faktor koreksi sebesar :

$$X_{BM2} = \frac{12,06 \text{ ml/detik}}{5 \text{ ml/detik}} = 2,41$$

Dengan diperolehnya faktor koreksi tersebut maka persamaan pembacaan sensor aliran (*flow*) menjadi:

➤ Bak Mandi 1

$$Q_{BM1} = \frac{f}{7,5} \times \frac{1000}{60} \times X_{BM1}$$

➤ Bak Mandi 2

$$Q_{BM2} = \frac{f}{7,5} \times \frac{1000}{60} \times X_{BM2}$$

Setelah penambahan nilai faktor koreksi diperoleh nilai pembacaan *flow* sensor yang memiliki toleransi error terhadap nilai acuan sebesar 3,31% pada Bak Mandi 1 dan 6,22% pada Bak Mandi 2. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pembacaan *Flow* Sensor

Debit Air (ml/detik) Pada LabVIEW [A]		Debit Air Acuan (ml/detik) [B]		Toleransi Error (%) [C = ((B - A) : B) x 100%]	
BM 1	BM 2	BM 1	BM 2	BM 1	BM 2
12,78	12,81	12,37	12,06	3,31 %	6,22%

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dari rancang bangun prototipe sistem otomasi pendistribusian air yang telah dibuat, dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu dan durasi penyiraman tanaman telah sesuai dengan waktu yang ditetapkan, yaitu pada jam 09.00 WIB dengan durasi 30 detik, sehingga diharapkan dapat mengefisiensi konsumsi air.
2. Toleransi error dari nilai pembacaan debit air ke kedua bak mandi terhadap nilai acuan, yaitu bak mandi 1 sebesar 3,31% dan ke bak mandi 2 sebesar 6,22%. Besar nilai toleransi error dipengaruhi oleh karakteristik *flow* sensor yang digunakan, sehingga untuk mendapatkan nilai toleransi yang kecil atau lebih akurat maka perlu menggunakan *flow* sensor yang memiliki karakteristik satuan pengukuran ml/detik. Nilai toleransi error tersebut, masih dapat dinyatakan cukup akurat sebagai bahan analisa perhitungan kapasitas (*volume*) air yang telah terdistribusi, sehingga konsumsi air dapat termonitor dan terkendali dengan baik.
3. Sistem otomasi pendistribusian air secara keseluruhan dapat berkerja sesuai yang diharapkan, dengan proses pengisian air ke tanki maupun ke kedua bak mandi secara otomatis bekerja berdasarkan pembacaan kondisi level air dan penyiraman tanaman berlangsung berdasarkan waktu yang telah terprogram.
4. Dengan diterapkannya sistem kendali otomatis dalam proses pengisian air ke tandon dan distribusi air ke kedua bak mandi maupun penyiraman tanaman, diharapkan dapat mengurangi pemborosan konsumsi air yang diakibatkan dari sistem kerja secara manual dan kelalaian manusia dalam pengoperasiannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta : C.V Andi Offset.
2. Syahwil, M. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta : C.V Andi Offset.

3. Larsen, Ronald W. 2011. *LabVIEW for Engineers*. New Jersey : Pearson Education, Inc.
4. McRoberts, Michael. 2010. *Beginning Arduino*. New York : Apress.
5. Kurniawan, Agung, “Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Aliran Udara Pada Lemari Asam Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”, Jurusan Teknik Elektronika Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, 2016.
6. *Tuesday, November 29, 2016, 07:42:10 PM*
<http://199.91.152.50/3jdjp2mvdoxg/q3d9pqpr10dezq7/HMI+Programming+with+LabView.pdf>

PETUNJUK DAN SYARAT NASKAH TULISAN PADA JURNAL ILMIAH ELEKTRO "SINUSOIDA"

- Naskah tulisan berupa hasil penelitian dan kajian IPTEK, bidang Teknik Elektro
- Naskah tulisan terdiri dari Judul, Nama Penulis, Instansi, Abstrak/Intisari, Pendahuluan, Teori, Eksperimen / Perancangan / perhitungan, Diskusi / Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima Kasih, dan Daftar Pustaka
- Naskah / Tulisan diketik dengan Microsoft Word dengan ukuran A4, margin atas / bawah / kiri / kanan 1 inch, 2 kolom (kecuali judul, instansi, abstrak/intisari 1 kolom). Jenis type font Times New Roman dengan ukuran untuk Judul 12, Penulis dan Instansi 11, isi 10, spasi 1. Jumlah halaman 8 sampai dengan 12 halaman.
- Bila naskah/tulisan diketik dalam bahasa Indonesia, maka Abstract harus dalam bahasa Inggris dan sebaliknya
- Abstrak/Intisari tidak boleh lebih dari 200 kata
- Nomor dan keterangan singkat untuk foto, diletakkan di bawahnya, sedangkan untuk tabel, diatasnya
- Penulisan kepustakaan dalam Daftar Pustaka, dimulai dari Nama Pengarang, Judul Karangan, Nama Majalah / Buku Volume Penerbitan, halaman, tempat dan tahun penerbitan.
- Naskah di kirim ke redaksi Jurnal Ilmiah Teknik Elektro "Sinusoida", FTI-ISTN, Jl Moch. Kahfi II Jagakarsa, Jakarta 12640. E-mail: sinusoida@istn.ac.id
- Redaksi berhak menolak naskah yang kurang memenuhi syarat.