

SISTEM PENGENDALIAN PERALATAN RUMAH TANGGA MELALUI SMARTPHONE BERBASIS MIKROKONTROLER

Surya Alimsyah, Rizal Fariz Hasbi

surya_alimsyah@yahoo.com.sg, rizalfarizhasbi@gmail.com

Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh. Kahfi II Jagakarsa, Jakarta Selatan.

ABSTRACT: Control system designed and created is intended as a remote control for household electrical appliances to control the operation turns the lamp on and off and brightness of incandescent lamps, switching on and off and changing the fan speed level, turning on and off the water faucet, detecting fire with notification results, as well as monitoring video capture by camera in realtime. Control commands are provided via touchscreen smartphones using Basic4Android application software. As the control center is single board Arduino Mega microcontroller based on ATmega 2560. While the smartphone communication with microcontroller is done using wifi without internet via router and Arduino Ethernet Shield. Light dimmer circuit based on BT138 TRIAC is controlled by Arduino Mega with Arduino Nano as slave, involving the Zero Crossing Detector circuit to bypass the part of AC source waveform, causing the lamp's effective voltage to be affected. The rotation of the fan speed is made by controlling each of the usual speed-level switch buttons on the fan, through each of the magnetic relays. Solenoid valve for tap water is turned on and off using solid state relay Sharp S202S01. Flame Sensor YG1006 detect the spectrum of fire-light waves in the range 760-1100 nm. IP Camera is used to capture videos that are displayed in realtime on a smartphone screen without going through a microcontroller. The prototype made has been tested with 100% results in the designed function, with the accuracy of dimmer voltage of 98.36%.

Keywords : Household electrical appliances control, Smartphone, Arduino, Wireless, Dimmer, Effective Voltage.

ABSTRAK: Sistem pengendalian yang dirancang-bangun, dimaksudkan sebagai *remote control* bagi peralatan listrik rumah tangga guna mengendalikan pengoperasian hidup-mati dan tingkat kecerahan lampu pijar, menghidup-matikan dan mengubah level kecepatan kipas angin, menghidup-matikan keran air, mendeteksi api dengan hasil berupa notifikasi, serta memantau video tangkapan kamera secara *realtime*. Perintah kendali diberikan melalui layar sentuh smartphone menggunakan software aplikasi Basic4Android. Sebagai pusat kendali digunakan papan tunggal Arduino Mega berbasis mikrokontroler ATmega 2560. Sedangkan komunikasi smartphone dengan mikrokontroler dilakukan menggunakan *wifi* tanpa internet melalui *router* dan Arduino Ethernet Shield. Rangkaian dimmer lampu yang berintikan TRIAC BT138 dikendalikan oleh Arduino Mega berbantuan Arduino Nano, melibatkan Rangkaian Zero Crossing Detector untuk memotong gelombang sumber AC, menyebabkan tegangan efektif lampu menjadi terpengaruh. Perubahan kecepatan putar kipas angin dilakukan dengan cara mengendalikan tiap-tiap tombol saklar level-kecepatan yang biasa terdapat pada kipas angin, melalui masing-masing sebuah *relay* magnet. Solenoid valve untuk keran air dihidup-matikan menggunakan *solid state relay* Sharp S202S01. Sensor Api yang menggunakan Flame Sensor YG1006 mendeteksi spektrum gelombang cahaya api dalam rentang 760–1100 nm. IP Camera digunakan untuk menangkap video yang ditampilkan secara *realtime* pada layar smartphone tanpa melalui mikrokontroler. Prototipe yang dibuat telah diuji coba dengan hasil 100% memenuhi fungsi yang dirancang, dengan keakuratan tegangan dimmer lampu sebesar 98,36%.

Kata kunci: Pengendalian peralatan listrik rumah tangga, Smartphone, Arduino, Wireless, Dimmer, Tegangan efektif.

1. PENDAHULUAN

Pada era *gadget* sekarang, aktifitas keseharian manusia terutama yang tinggal di kota-kota besar, hampir tak dapat terlepas dari interaksinya dengan *smartphone*. Acapkali waktu-waktu senggang senantiasa diisi dengan berbagai kegiatan berbasis *smartphone*, bahkan hampir selalu terlihat di tengah-tengah berbagai aktifitas yang sedang dilakukan senantiasa diselingi berinteraksi dengan *smartphone*. Terjadinya gejala tersebut hampir tak mengenal batas ruang waktu dikarenakan semakin mudahnya akses komunikasi menggunakan *hotspot*, *router* dan *wifi*.

Pada sisi yang lain, kemajuan teknologi mikrokontroler semakin menghadirkan berbagai kemampuan yang berkembang, termasuk kemampuannya dalam berkomunikasi dengan *smartphone*. Hal ini membuka gagasan inovasi *remote control* menggunakan *smartphone* bagi berbagai

peralatan listrik rumah tangga dengan memanfaatkan jaringan *wireless* yang sudah tersedia di rumah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arduino

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler ATmega 2560 yang memiliki 54-pin I/O digital (15-pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16-pin input analog (resolusi 10-bit), 4-pin UART, osilator kristal 16-MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP (*In-Circuit Serial Programming*), dan tombol reset. Flash Memory 256-KB (8-KB untuk bootloader), SRAM 8-KB, EEPROM 4-KB. External Interrupts: 2-int.0, 3-int.1, 18-int.5, 19-int.4, 20-int.3, dan 21-int.2. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau tepi jatuh.

Arduino Nano dengan ATmega328 adalah papan mikrokontroler yang memiliki 14-pin I/O digital (diantaranya dapat digunakan 6-pin sebagai output PWM, dan 6-pin sebagai input analog). Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.

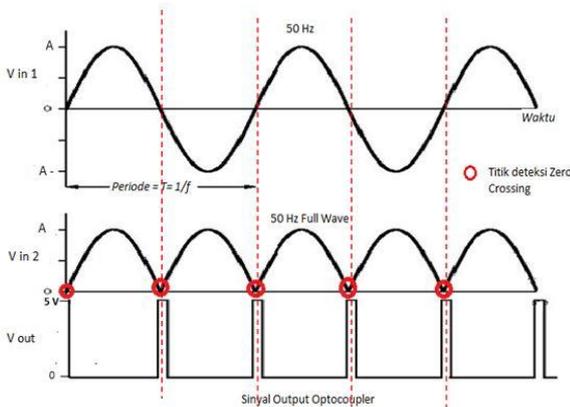
Modul Ethernet Arduino adalah mikrokontroler berbasis Arduino Uno dilengkapi Wiznet W5100 TCP/IP embedded Ethernet, sehingga memungkinkan Ethernet Arduino dapat terkoneksi dengan internet.

2.2 Router dan Wifi

Router adalah piranti elektronik yang fungsinya meneruskan data antar jaringan komputer, dimana perangkat lunak dan perangkat keras dilakukan *setting* untuk melakukan *routing* dan meneruskan informasi. Router akan menghubungkan dua atau lebih *subnet*. Sedangkan Wifi (*wireless fidelity*), yaitu seperangkat standar yang digunakan untuk komunikasi jaringan lokal tanpa kabel (WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11.22.

2.3 Zero Crossing Detector

Rangkaian Zero Crossing Detector adalah sebuah rangkaian sederhana yang dibentuk oleh sebuah penyearah jembatan-dioda (menerima tegangan input V_{in1}), yang outputnya (V_{in2}) akan menghidup-matikan LED pasangan dari sebuah Optocoupler. Keluaran dari *detector* adalah tegangan Collector terhadap Emitter (V_{out}) dari Opto Transistor NPN yang menjadi pasangan LED tersebut.



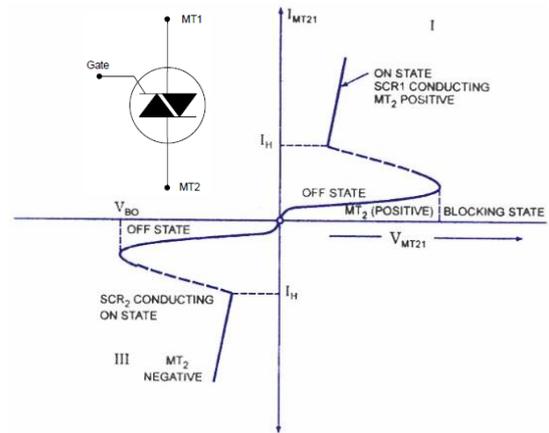
Gambar 1: Tegangan input-output Rangkaian Zero Crossing Detector

Tegangan input AC sinusoida, V_{in1} , yang diberikan, seperti terlihat pada Gambar 1, secara periodik akan bernilai nol saat ia memotong sumbu waktu (t), yaitu pada setiap periode π ($0, \pi, 2\pi, 3\pi$, dan seterusnya). Hanya pada saat-saat tersebut saja tegangan output jembatan-dioda, V_{in2} , menjadi 0 volt. Tegangan V_{in2} yang diterima oleh LED pada saat-saat periode π tersebut membuatnya tidak dapat memancarkan cahaya, sehingga Base-optik dari optotransistor pada waktu-waktu tersebut tidak menerima cahaya dari LED dan mengakibatkan Collectornya terputus dari Emitter. Hal ini menyebabkan tegangannya sebagai output *detector*,

V_{out} , menjadi berlogika TINGGI pada setiap periode π tersebut.

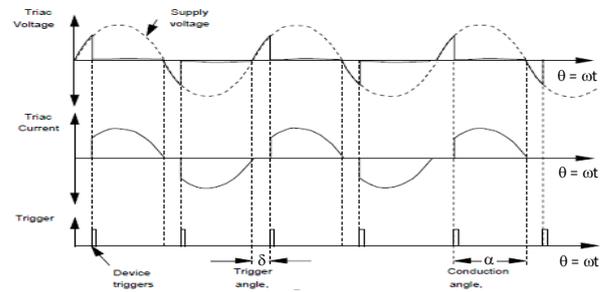
2.4 Triac

Triac memiliki simbol dan karakteristik V-I seperti pada Gambar 2. Triac dapat mengalirkan arus dalam 2 arah dari MT1 ke MT2 atau sebaliknya dari MT2 ke MT1 karena struktur Triac seperti 2 buah SCR yang arahnya berlawanan berhadap-hadapan dengan Katodanya menyatu, kemudian Gate-nya digabung.



Gambar 2: Simbol dan Karakteristik V-I Triac

Salah satu aplikasi Triac adalah pengendalian fasa arus bolak-balik dari beban listrik resistif seperti halnya lampu, diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3: Pengendalian Fasa Beban Resistif

Triac dipicu pada sudut δ untuk mengalirkan arus dan mengizinkan suplai tegangan ke beban melalui Triac selama sisa setengah siklus positif, lalu mematikan suplai ketika Anoda mengalami *current drop* di bawah nilai *current hold*, sehingga tegangan beban menjadi nol pada $\theta = 180^\circ$. Triac kemudian kembali dipicu pada sudut $(180+\delta)^\circ$, lalu melakukan hal serupa tadi untuk sisa setengah siklus negatif, dan mematikan suplai ketika arus Anoda-nya menjadi nol pada 360° .

2.5 Tegangan Efektif

Tegangan jala-jala PLN sebesar 220V yang mempengaruhi kerja dari beban listrik adalah merupakan *tegangan efektif* dari gelombang tegangan bolak-balik periodik fungsi sinusoida, $v(\theta)$, menurut persamaan (1)

$$v(\theta) = V_p \cdot \text{Sin } \theta \tag{1}$$

dengan nilai tegangan v tergantung kepada nilai sudut $\theta = \omega t = 2\pi ft$, yang dipengaruhi oleh waktu t , frekuensi f sebesar 50Hz, dan frekuensi sudut ω . Tegangan efektif, V_{eff} , sebesar 220V tersebut memberikan harga maksimum atau nilai puncak tegangan, V_p , sebesar 311,13 volt berdasarkan persamaan (2)

$$V_{eff} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \tag{2}$$

V_{eff} merupakan nilai rms (*root-mean-square*) dari fungsi periodik $v(\theta)$ yang dihitung berdasarkan rumus (3)

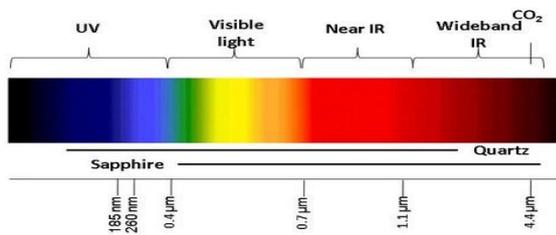
$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v^2(\theta) d\theta} \tag{3}$$

2.6 Flame Sensor

Flame sensor modul YG1006 Gambar 4 merupakan suatu sensor yang dapat mendeteksi nilai intensitas dan frekuensi api menggunakan sensor optik. Fungsi utamanya adalah untuk mendeteksi keberadaan cahaya api, bukan panasnya. Prinsip kerjanya berdasarkan pendeteksian spektrum cahaya *infrared* maupun *ultraviolet*, kemudian mikroprosesor di dalam flame sensor akan membedakan spektrum cahaya pada api yang terdeteksi.



Gambar 4: Modul Flame Sensor YG1006



Gambar 5: Spektrum Gelombang Cahaya

Infrared flame sensor bekerja pada pita spektrum inframerah, Gas panas akan mengeluarkan sebuah pola spektral spesifik di daerah inframerah. Flase alarm bisa disebabkan oleh permukaan panas lain dan radiasi panas di area yang terkaburkan oleh matahari. Sangat sensitif pada gelombang antara 760–1100 nm, dengan rentang jangkauan pendeteksian sekitar 60 derajat.

Namun pada implementasinya terdapat sumber-sumber cahaya lain (bukan api) yang dapat mempengaruhi kinerja pendeteksian flame sensor, seperti pada kilatan petir, bunga api las, percikan gerinda logam, dll.

3. Metodologi

3.1 Rancangan Sistem

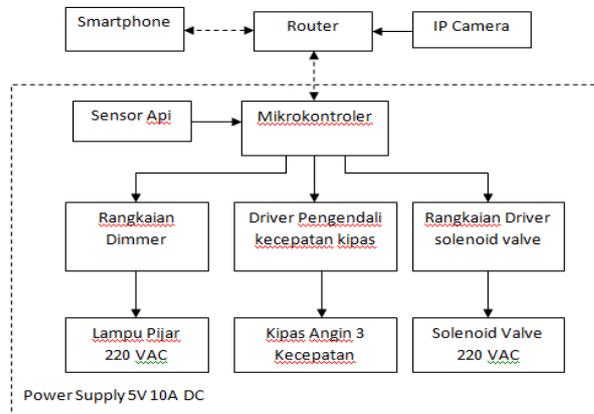
Konsep dari sistem yang dirancang, diilustrasikan pada Gambar 6, mencakup pengendalian lampu (1), kipas angin (2), dan keran air (3), pendeteksian api (4), serta pemantauan secara visual kondisi *real time* area

tertentu di rumah (5). Pengendalian, pendeteksian, maupun pemantauan, semuanya dilakukan melalui aplikasi di layar HP (*smart phone*) yang berinteraksi dengan alat berbasis mikrokontroler menggunakan *wifi* tanpa koneksi internet.



Gambar 6: Ilustrasi Konsep Rancangan mencakup Pengendalian, Pendeteksian, dan Pemantauan Visual.

Lampu dikendalikan hidup-mati dan kecerahan cahayanya. Kipas angin dikendalikan hidup-mati dan kecepatan putarnya. Keran air dikendalikan buka-tutupnya. Deteksi api dilakukan terhadap titik tertentu yang rawan kebakaran, sehingga dapat diketahui melalui notifikasi di layar HP apabila ada api. Sedangkan pemantauan visual akan memberikan penglihatan *real time* tangkapan kamera terhadap area tertentu yang dapat dilihat pada layar HP.

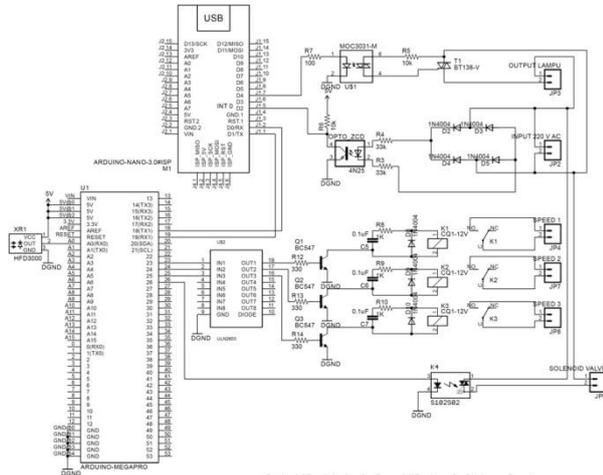


Gambar 7: Diagram Blok Sistem

Rancangan sistem secara garis besar diperlihatkan oleh Gambar 7, sedangkan rangkaian lengkapnya disajikan pada Gambar 8 dengan penggunaan pin Arduino ditunjukkan dalam Tabel 1. Bagian-bagian yang membentuk sistem beserta garis besar spesifikasi dan fungsinya dijelaskan dibawah ini.

- **Mikrokontroler** berupa modul Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai pengendali utama dalam merespon perintah-perintah yang diterima dari Smartphone, untuk mengontrol hidup-mati dan tingkat kecerahan Lampu, mengontrol hidup-mati dan level kecepatan Kipas Angin, mengontrol Solenoid Valve untuk membuka-tutup Keran Air. Mikrokontroler juga mendeteksi kerja Sensor Api untuk memberikan notifikasi yang sesuai kepada Smartphone.

- **Smartphone** berlayar sentuh difungsikan untuk menampilkan aplikasi Android guna memasukkan perintah-perintah pengendalian yang diinginkan terhadap Lampu, Kipas Angin, dan Keran Air. Tampilan aplikasi Android juga menyajikan notifikasi status pendeteksian api, serta menyajikan gambar hidup *real time* hasil tangkapan kamera.



Gambar 8: Rangkaian Lengkap Sistem

Tabel 1: Penggunaan Pin Arduino

ARDUINO MEGA 2560	
Pin	Penggunaan
A0	Sensor Api
23	Kipas angin speed 1
24	Kipas angin speed 2
25	Kipas angin speed 3
26	Solenoid Valve
ARDUINO NANO	
(Sebagai Slave untuk Dimmer)	
Pin	Penggunaan
D2 (Int 0)	Zero Crossing Detector
D4	Dimmer

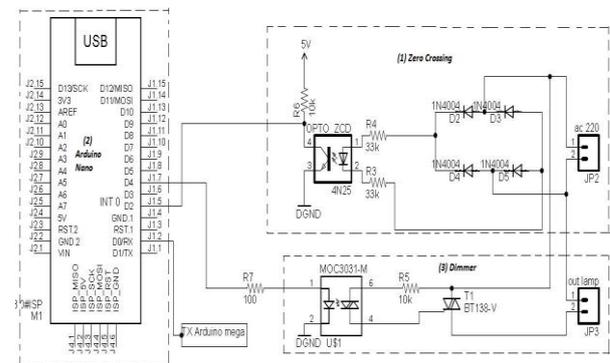
- **Router** berfungsi sebagai *access point* penghubung antara *Smartphone* dengan Mikrokontroler dan Kamera, dengan membagi *ip address* sehingga tersambung dalam koneksi jaringan *wifi* yang sama.
- **Ethernet Shield** berfungsi sebagai protokol data antara *Router* dengan kontroler Arduino Mega 2560 agar dapat mengkomunikasikan interaksi data antara *Smartphone* melalui *Router* dengan Mikrokontroler.
- **IP Camera** terkoneksi langsung dengan *Router* menggunakan *ip address*, untuk menangkap gambar hidup secara *real time*, guna ditampilkan pada layar *Smartphone* tanpa melalui mikrokontroler.

- **Sensor Api** berupa **Flame Sensor YG1006** mendeteksi spektrum cahaya api dengan rentang 760–1100 nm.
- **Rangkaian Dimmer** berfungsi sebagai pengatur intensitas cahaya lampu melalui pengaturan gelombang tegangan jala-jala PLN. Rangkaian *Dimmer* mencakup **TRIAC BT138** yang dikendalikan oleh Arduino Mega 2560 melalui bantuan **Arduino Nano**.
- **Rangkaian Driver Kipas Angin** mengontrol 3 buah *Relay* untuk menghidupkan Kipas Angin dalam 3 kemungkinan level kecepatan putaran, atau mematikannya.
- **Rangkaian Driver Solenoid Valve** menggunakan relay *solid state* **Sharp S20S01** untuk membuka-tutup Keran Air.

3.2 Pengendalian Beban Lampu

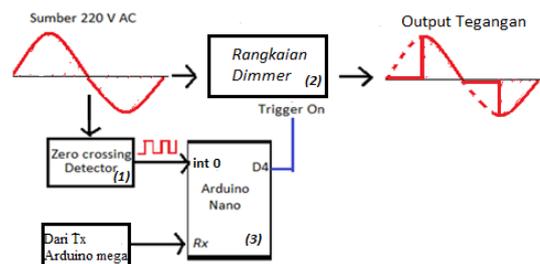
Pengendalian hidup-matinya lampu merupakan bagian dari pengaturan tingkat kecerahan cahaya. Pengaturan intensitas cahaya memiliki rentang kecerahan 0% sampai 100%. Kecerahan 0% berarti lampu mati, $\geq 1\%$ sampai 100% berarti lampu hidup dengan terang maksimum pada 100%.

Perintah pengaturan tersebut dilakukan dengan cara menggeser *seek bar* pada tampilan aplikasi di layar sentuh HP. Data ASCII sebagai representasi tingkat kecerahan dikirim oleh HP kepada mikrokontroler melalui router.



Gambar 9: Rangkaian Pengendali Lampu

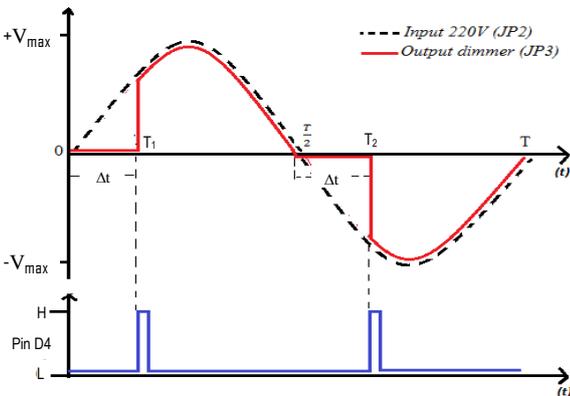
Selanjutnya pada rangkaian Gambar 9, pin TX1 Arduino Mega mengirimkan data ASCII tersebut secara serial kepada pin RX Arduino Nano untuk dikonversi menjadi 128 tingkat kecerahan berupa data digital 7-bit, yang kemudian dijadikan 128 nilai waktu berbeda untuk *timer* mengeluarkan *trigger* pulsa HIGH dari pin D4 kepada rangkaian Dimmer.



Gambar 10: Prinsip Pengaturan Nilai Efektif Tegangan dengan cara Pemotongan Gelombang Sinusoida

Rangkaian Dimmer yang fungsinya mengatur intensitas cahaya lampu, bekerja atas prinsip pengaturan gelombang tegangan jala-jala PLN yang ditunjukkan oleh Gambar 10, sedemikian rupa sehingga tegangan PLN yang bolak-balik sinusoida menjadi terpotong seperti pada Gambar 11. Hal tersebut menyebabkan nilai efektif tegangan menjadi mengecil sehingga cahaya lampu menjadi lebih redup. Semakin panjang gelombang sinus terpotong, akan menyebabkan nilai efektif semakin kecil sehingga lampu menjadi semakin redup.

Rangkaian Dimmer yang berintikan TRIAC BT138 akan memotong gelombang Sinusoida selama waktu Δt seperti terlihat pada Gambar 11, yang dikendalikan oleh Arduino Mega melalui trigger dari Arduino Nano, dengan acuan awal waktu pemotongan dipandu oleh Zero Crossing Detector.



Gambar 11: Pemotongan Gelombang Sinusoida selama Δt mengacu output Zero Crossing Detector dan trigger output Arduino Nano

Berdasarkan rumus pada persamaan (3), maka nilai nilai efektif tegangan output Rangkaian Dimmer yang diberikan kepada beban Lampu pijar, $V_{L,eff}$, menjadi seperti persamaan (4), dengan sudut $\theta = \theta_1$ pada saat $t = T_1$ dan $\theta = \theta_2$ pada saat $t = T_2$.

$$V_{L,eff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left\{ \int_0^{\theta_1} 0 d\theta + \int_{\theta_1}^{\pi} (V_{max} \cdot \sin \theta)^2 d\theta + \int_{\pi}^{\theta_2} 0 d\theta + \int_{\theta_2}^{2\pi} (V_{max} \cdot \sin \theta)^2 d\theta \right\}} \quad (4)$$

Penyelesaian integral persamaan (4) akan menghasilkan persamaan (5).

$$V_{L,eff} = \sqrt{\frac{V_{max}^2}{2\pi} \left\{ \left[\frac{1}{2}\theta - \frac{1}{4}\sin 2\theta \right]_{\theta_1}^{\pi} + \left[\frac{1}{2}\theta - \frac{1}{4}\sin 2\theta \right]_{\theta_2}^{2\pi} \right\}} \quad (5)$$

Substitusi $\theta = 2\pi ft$, dengan frekuensi $f = 50\text{Hz}$, dan $V_{max} = 311,13$ volt memberikan hasil persamaan (6).

$$V_{L,eff} = 155,56 \sqrt{\left[1 - \left(100T_1 - \frac{1}{2\pi} \sin 200\pi T_1 \right) \right] + \left[2 - \left(100T_2 - \frac{1}{2\pi} \sin 200\pi T_2 \right) \right]} \quad (6)$$

Waktu T_1 , adalah saat tegangan positif muncul setelah dicegah selama Δt detik, dan waktu T_2 adalah saat tegangan negatif muncul setelah dicegah selama Δt

detik. Karena $T_2 = \frac{T}{2} + \Delta t$, dan $T = 1/f$ dengan frekuensi tegangan PLN = 50 Hz, maka

$$T_2 = 10 \text{ ms} + \Delta t \quad (7)$$

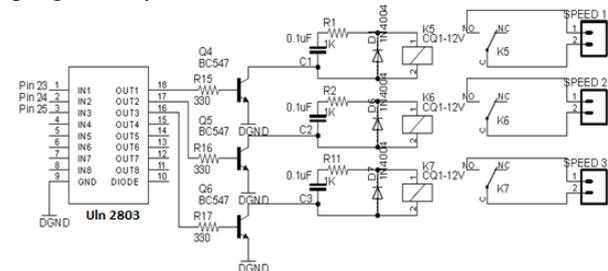
Dengan memasukkan nilai Δt yang divariasikan kepada persamaan (7) dan (6), maka diperoleh nilai tegangan efektif pada output rangkaian Dimmer berdasarkan perubahan Δt secara bertahap mulai dari 0 ms hingga 10 ms yang dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2: Tegangan Efektif Output Dimmer berdasarkan Pengaturan Δt

Δt (mili detik)	$V_{L,eff}$ (volt)
0	219,995
1	219,278
2	214,59
2,5	209,74
3	202,99
4	183,20
5	155,56
6	121,79
7	84,80
7,5	66,36
8	48,49
9	17,73
10	0

3.3 Pengendalian Beban Kipas Angin

Pengendalian hidup-mati dan level kecepatan Kipas Angin menggunakan rangkaian Gambar 12, dilakukan dengan cara menyentuh pilihan tombol OFF, SPEED1 SPEED2, SPEED3 pada tampilan aplikasi di layar sentuh HP. Rangkaian memakai 3 buah relay CQ1 untuk menghidup-matikan 3 saklar level kecepatan yang biasa terdapat pada kipas angin. Ketiga relay di-drive oleh masing-masing sebuah Transistor BC 547 melalui IC Driver ULN 2803 guna mencegah *bouncing* tegangan untuk melindungi mikrokontroler pengendalinya.



Gambar 12: Rangkaian Pengendali Kipas Angin

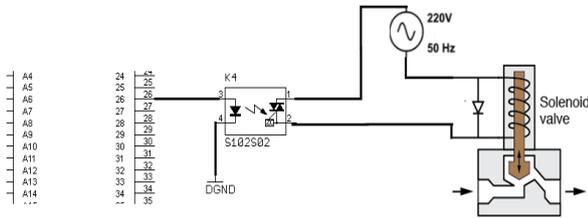
Tabel 3: Output Port-B Pengoperasian Kipas Angin

Kipas Angin	Level Logika Pin		
	23	24	25
OFF	L	L	L
SPEED1	H	L	L
SPEED2	L	H	L
SPEED3	L	L	H

Driver ULN 2803 dikontrol oleh output digital port-B Arduino Mega pada pin 23, 24, dan 25 berdasarkan Tabel 3.

Program pengendaliannya dibuat dengan selalu memberikan delay penentral output LLL untuk setiap perpindahan dari/ke Speed1, Speed2, dan Speed3.

3.4 Pengendalian Beban Selenoid Valve



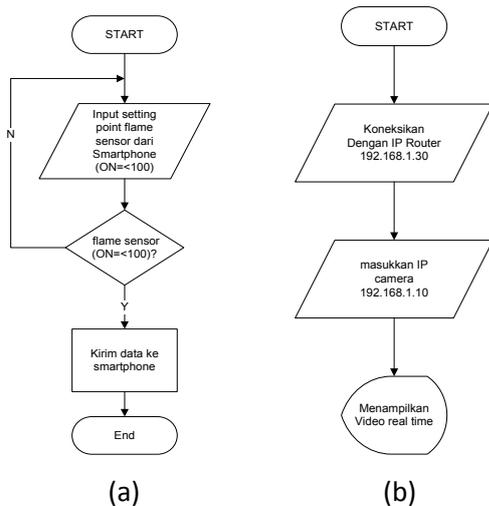
Gambar 13: Rangkaian Pengendali Selenoid Valve

Pengendalian buka-tutup Keran Air oleh rangkaian Gambar 13, dilakukan dengan cara menyentuh tombol KRAN TUTUP / KRAN BUKA secara bergantian pada tampilan aplikasi di layar sentuh HP. Keran air menggunakan Selenoid Valve Pneumatic 220 VAC yang dikontrol oleh output pin 26 (PB7) Arduino Mega, melalui kendali *solid state relay* Sharp S102S02.

3.5 Pendeteksian Api dan Pemantauan Kamera

Papan atau modul sensor api YG1006 yang digunakan, outputnya dihubungkan kepada pin A0 mikrokontroler. Sensor ini mendeteksi spektrum cahaya api dalam rentang 760–1100 nm, dan mengeluarkan tegangan DC sekitar 4,8 volt.

Mikrokontroler akan memroses input analog yang diterimanya tersebut menjadi data digital, mengubah menjadi kode ASCII, lalu mengirimkannya melalui serial Ethernet menuju Smartphone menggunakan Wifi-Router, hingga ditampilkan sebagai notifikasi “Ada Kebakaran” di layar HP. Proses pendeteksian api diperlihatkan oleh Gambar 14(a)



Gambar 14: Diagram Alir Proses
(a) Pendeteksian Api
(b) Proses Koneksi Kamera

Untuk pemantauan situasi lingkungan rumah pada area tertentu dalam bentuk pandangan visual secara

real time, digunakan IP Camera yang terhubung langsung kepada *router* menggunakan konektor kabel RJ-45. Kamera dapat langsung terkoneksi dengan *smartphone* hanya dengan menyetel (*setting*) nomor IP dari *router* dan nomor IP dari kamera tersebut. Gambar 14(b) memperlihatkan alur proses tersebut.

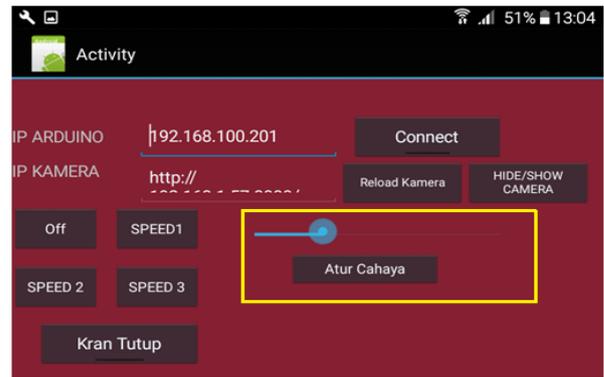
4. Hasil dan Bahasan

Prototipe dari sistem ini telah dibuat dan diuji secara menyeluruh terhadap satu kesatuan sistem seutuhnya, sesuai dengan fungsi-fungsi yang dirancang-bangun, Pengujian yang dilakukan meliputi:

- Uji Pengendalian Kecerahan Lampu
- Uji Pengendalian Kipas Angin
- Uji Pengendalian Selenoid Valve
- Uji Pendeteksian Api
- Uji Pemantauan Kamera

Uji Pengendalian dilakukan menggunakan beban-beban sesungguhnya meliputi Lampu Pijar, Kipas Angin 3-kecepatan, dan Selenoid Valve. Uji Pendeteksian Api dilakukan terhadap api riel yaitu Api Lilin dibandingkan dengan Cahaya Lampu Senter. Sedangkan Uji Pemantauan Kamera dilakukan terhadap area rumah sesungguhnya, dengan menggunakan kamera yang diwakilkan oleh IP Camera pada Smartphone lainnya.

Gambar 15 memperlihatkan hasil tampilan aplikasi yang dibuat pada layar Smartphone Android, dan Gambar 16 adalah aksi yang diberikan pada pengendalian kecerahan lampu dengan menggeser *Seek-Bar* “Atur Cahaya” ke 5-posisi yang berbeda: posisi maksimum (100%), ¾-maksimum (75%), ½ (50%), ¼ (25%), dan posisi minimum (0%).



Gambar 15: Tampilan Aplikasi Sistem pada layar Smartphone Android



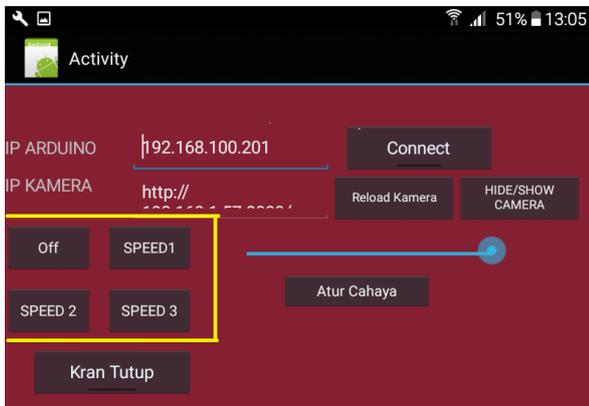
Gambar 16: Lima-posisi *Seek-Bar* Pengaturan Cahaya Lampu 100%, 75%, 50%, 25%, 0% dalam Pengujian

Tabel 4 menunjukkan data pengujian dengan hasil kualitatif yang memuaskan. Sedangkan hasil kuantitatif pengukuran tegangan lampu, V_L terukur, menggunakan Multitester Digital Heles UX-838TR memiliki deviasi dari hasil perhitungan teoritis, V_L terhitung, rata-rata 1,15%

Tabel 4: Hasil Pengujian, Pengukuran, dan Perhitungan dari Proses Pengendalian Kecerahan Lampu

Atur Seek Bar	Tampak Cahaya Lampu	V_L terukur (volt)	V_L terhitung (volt)	Deviasi (%)
100%	Maksimum	222	219,99	0,91
75%	Agak Redup	211	209,74	0,60
50%	Redup	156	155,56	0,28
25%	Redup Sekali	69	66,36	3,97
0%	Padam	0	0	0

Metode pengendalian kecerahan lampu ini mewakili aplikasi pengendalian berbagai macam beban peralatan listrik lainnya yang mendasarkan proses kendalinya kepada pengaturan tegangan efektif beban. Peralatan peralatan lain tersebut adalah semisal konveyor, kipas angin, dll yang berpengerak motor listrik dengan kecepatan gerak perlu diubah-ubah ataupun semisal kompor listrik, setrikaan, dan berbagai jenis pemanas lainnya yang kadar panasnya perlu diubah-ubah.



Gambar 17: Tombol-tombol Sentuh Pengoperasian Kipas Angin

Gambar 17 dengan bagian yang disorot kotak kuning adalah tampilan aplikasi pada layar Smartphone untuk mengoperasikan kipas angin menggunakan tombol-tombol sentuh berupa operasi OFF, SPEED1, SPEED2, dan SPEED3. Pengujian telah memberikan hasil yang memuaskan karena realisasi operasi Kipas Angin telah sepenuhnya bekerja normal seperti seharusnya, tanpa ada delay antara aksi “sentuh tombol” yang dilakukan dengan “reaksi kerja” kipas angin yang terjadi.

Metode kendali pengoperasian kipas angin ini mewakili aplikasi pengendalian berbagai macam beban peralatan listrik lainnya yang mendasarkan pengoperasiannya atas sejumlah tombol/saklar yang harus berganti-ganti ON/OFF-nya. Peralatan peralatan lain sejenis ini misalnya TV, AC, dan lain lain.

Dalam Uji Pengendalian Solenoid Valve melalui sentuhan tombol “Kran Buka” atau “Kran Tutup”

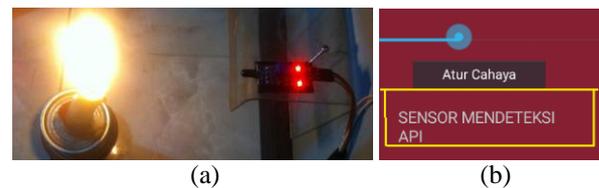
secara bergantian pada layar Smartphone, yang diperlihatkan oleh Gambar 18, telah diperoleh hasil yang sepenuhnya sesuai dengan harapan dan rancangan.



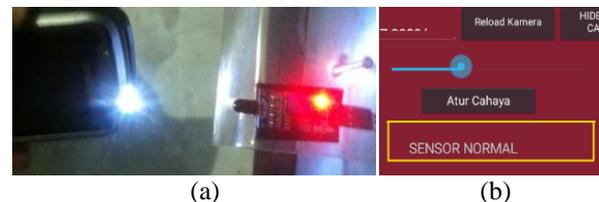
Gambar 18: Tombol Sentuh Pengoperasian Buka-Tutup Keran tampil secara Bergantian

Metode kendali pengoperasian keran air ini mewakili aplikasi pengendalian banyak kemungkinan beban peralatan listrik lainnya yang mendasarkan pengoperasiannya hanya dengan meng-ON/OFF-kan sebuah saklar tunggal saja.

Untuk fungsi Pendeteksian Api, pengujian dilakukan dengan mengarahkan sensor kearah api lilin seperti ditunjukkan Gambar 19(a), sambil mengamati respon notifikasi yang ditampilkan pada layar Smartphone. Hasil tampilan notifikasi “SENSOR MENDETEKSI API” ditunjukkan Gambar 19(b). Pada kesempatan terpisah seperti ditunjukkan Gambar 20(a), pengujian serupa diatas juga dilakukan terhadap lampu senter menggantikan api lilin, yang cahayanya diarahkan kepada sensor. Gambar 20(b) adalah hasilnya menampilkan “SENSOR NORMAL”.



Gambar 19: Penginderaan Cahaya Api Lilin (a) Pengujian (b) Notifikasi Hasil



Gambar 20: Penginderaan Cahaya Lampu Senter (a) Pengujian (b) Notifikasi Hasil

Metode Pendeteksian Api ini mewakili banyak kemungkinan aplikasi pendeteksian lainnya, menggunakan berbagai macam kemungkinan jenis sensor/detektor yang ada, baik yang bersifat analog maupun digital, yang memerlukan eksekusi umpan balik atau *outcome* sebagai hasil pendeteksiannya dalam bentuk informasi.

Pengujian terakhir berupa Uji Pemantauan Kamera, diperlihatkan pada Gambar 21. Sebuah HP

kedua digunakan untuk membantu proses pengujian ini, HP kedua ini digunakan kameranya mewakili IP Camera sesungguhnya yang nantinya akan dipasang pada salah satu sudut ruangan tertentu di rumah. Penggunaan HP kedua ini sekaligus untuk mempermudah pembuktian keberhasilan fungsi yang diinginkan, yaitu kesesuaian antara gambar yang ditangkap oleh kamera dengan yang terlihat pada layar Smartphone utama.



Gambar 21: Pengujian Fungsi Pantauan Video terhadap Objek 3-kursi menggunakan Kamera HP kedua

Seperti terlihat pada Gambar 21, HP kedua di sebelah kanan gambar, layarnya secara langsung menunjukkan gambar *realtime* yang ditangkap oleh kameranya yaitu berupa gambar 3 buah kursi yang ada di depan kamera tersebut. Smartphone utama di tengah Gambar 21, layarnya berhasil menampilkan gambar yang sama setelah terlebih dahulu dioperasikan tombol sentuh "HIDE/SHOW CAMERA" di kanan atas tampilan aplikasi sistem. Gambar tersebut tampil sebagai gambar hidup (video) yang secara *realtime* menunjukkan kesesuaian dengan objek sesungguhnya yang ditangkap oleh kamera.

Metode Pemantauan Kamera ini hakikatnya adalah merupakan metode penjemputan informasi video secara *realtime* yang mencakup proses pengambilan, pengiriman, dan penyajian ulang. Metode ini dengan demikian dapat diterapkan pula terhadap informasi dalam bentuk yang berbeda, semisal informasi audio atau informasi data, dengan penyesuaian pada perangkat 'penjemput' dan 'penyaji-ulang'nya.

5. Simpulan

Terhadap prototipe alat dari sistem yang dirancang-bangun ini telah dilakukan pengujian dan analisis hasil, sehingga diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Mikrokontroler Arduino Mega dapat berkomunikasi dengan Smartphone Android menggunakan Wifi Router dan Ethernet Shield Arduino sebagai perantara.
2. Pengendalian jarak jauh terhadap peralatan listrik rumah tangga dapat dilakukan menggunakan Smartphone Android melalui Mikrokontroler Arduino Mega.
3. Keberhasilan pengendalian mencapai 100 %, mencakup fungsi pengendalian hidup-mati dan fungsi dimmer lampu, pengendalian hidup-mati dan level speed kipas angin, pengendalian buka-tutup keran air, pendeteksian api disertai

notifikasi, dan fungsi pemantauan video secara *real time*.

4. Tingkat keakuratan pengendalian tegangan efektif rangkaian dimmer lampu adalah sebesar 98,36 %.

6. Daftar Pustaka

- [1] Istiyanto, Jazi Eko.2014. *Pengantar Elektronika dan instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android* . Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [2] Arduino, 2016 , AC Phase Control <http://playground.arduino.cc/Main/ACPhaseControl>, diakses pada 10 November 2016.
- [3] Pesta, E.S., dan Cecep Anwar H.F.S. 2008. *Matematika aplikasi*, Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional
- [4] Kotsopodis , Pantelis (2014 Agustus 4) Dimming 230 V AC with arduino, <http://www.alfadex.com/2014/02/dimming-230v-ac-with-arduino-2/>, diakses pada 11 September

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.