

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH BERSAING
(Tahun Pertama)**



**PENGEMBANGAN SISTEM *SMART-RW*
UNTUK DETEKSI DAN PENCEGAHAN PENYUSUPAN DI PERUMAHAN**

TIM PENGUSUL

Ir. Rawan Djunaedy Sakam, MT (0418045401)

Muhammad Tirta Mulia, ST., MT (0418128701)

**UNIVERSITAS PASUNDAN
NOVEMBER 2016**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Sistem smartRW untuk Deteksi dan Pencegahan Penyusupan di Perumahan

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Ir R DJUNAEDY SAKAM M.T
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
NIDN : 0418045401
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Informatika
Nomor HP : 08122343954
Alamat surel (e-mail) : sakam@unpas.ac.id

Anggota (1)

Nama Lengkap : MUHAMMAD TIRTA MULIA S.T, M.T
NIDN : 0418128701
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
Institusi Mitra (jika ada) : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 50.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 147.189.000,00

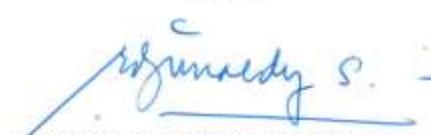
Mengetahui,
Dekan



(Dr. Yudi Garmida, MS)
NIP/NIK 151.102.29



Bandung, 30 - 11 - 2016
Ketua,



(Ir R DJUNAEDY SAKAM M.T)
NIP/NIK 151.101.18

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian



(Dr. Erni Rusyani, SE., M.M)
NIP/NIK 196202031911032001



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR FORMULA.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	iv
ABSTRAK	1
BAB 1. PENDAHULUAN	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
III.1 Analisis Kondisi Lapangan	14
III.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras	16
III.2.1 Perangkat Keras Pemroses (Mikrokontroler)	16
III.2.2 Perangkat Keras Pengindera (Sensor)	18
III.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	21
III.3 Eksplorasi Cara Penginderaan (<i>Sensing</i>)	23
III.3. 1 Fence Detection	23
III.3. 2 Yard Detection	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Fence Detection	33
IR-Beam	34
LDR-LaserBeam	36
V. KESIMPULAN	38
DAFTAR PUSTAKA	a

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Format isian hasil eksplorasi	20
Tabel 2 Kebutuhan Perangkat Lunak	21
Tabel 3 Hasil uji coba jarak 5 meter	34
Tabel 4 Hasil uji coba jarak 10 meter	34
Tabel 5 Hasil uji coba jarak 15 meter	35
Tabel 6 Hasil uji coba dengan sudut	36
Tabel 7 Hasil Uji Coba LDR-LaserBeam Jarak 30 meter.....	36
Tabel 8 Hasil Uji Coba LDR-LaserBeam dengan jarak 60 meter	37

DAFTAR FORMULA

Formula 1 Perhitungan Delta Echo	29
----------------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diskusi warga GV Ujung Berung dengan SatReskrim Polsek Ujung Berung pasca kejadian percobaan pencurian 24 April 2015.....	2
Gambar 2 Building Progress (Beck, 2014).....	5
Gambar 3 Contoh produk mikrokontroler dari Intel	7
Gambar 4 Contoh produk-produk sensor.....	7
Gambar 5 contoh Produk Keamanan untuk rumah.....	7
Gambar 6 State of the art untuk keamanan rumah 1 (Techpp, 2012).....	8
Gambar 7 Skema sistem deteksi kebakaran	9
Gambar 8 Prototipe embedded system deteksi kebakaran pada penelitian sebelumnya.....	9
Gambar 9 Skema sistem monitoring dan kendali stok air	10
Gambar 10 Peta Jalan Penelitian dan Produk Penelitian.....	11
Gambar 11 Metode penelitian.....	13
Gambar 12 Alur Penelitian dalam dua tahun	14
Gambar 13 Ilustrasi system.....	14
Gambar 14 Foto Udara Lokasi Studi Kasus Penelitian (Grand Valley Ujung Berung).....	15
Gambar 15 Tipe benteng rata.....	15
Gambar 16 Contoh benteng yang tidak rata.....	16
Gambar 17 Board pemroses yang dirancang dan disolder sendiri	16
Gambar 18 Desain board mikrokontroler gambar 13	17
Gambar 19 Board ARduino Uno	17
Gambar 20 Board Intel Galileo	18
Gambar 21 Sensor ultrasonik.....	18
Gambar 22 Sensor PIR.....	19
Gambar 23 IR-Beam	19
Gambar 24 LDR sensor	19
Gambar 25 Kombinasi laser dan LDR.....	20
Gambar 26 M2 Through Beam Photoelectric sensor	20
Gambar 27 Tampilan ARduino IDE	22
Gambar 28 Tampilan Fritzing.....	22

Gambar 29 Ilustrasi cara kerja perangkat	24
Gambar 30 Kode program untuk uji coba sensor	24
Gambar 31 State diagram fence detection.....	25
Gambar 32 Diagram Blok Fence Detection System	25
Gambar 33 Skema Rancangan Perangkat Keras Fence Detection.....	27
Gambar 34 Implementasi rangkaian.....	27
Gambar 35 Implementasi di luar ruangan	28
Gambar 36 Cara Kerja Sensor Ultrasonik.....	30
Gambar 37 Kode program sensor ultrasonik	30
Gambar 38 Ilustrasi cara kerja sensor PIR.....	31
Gambar 39 Kode Program Sensor PIR	31
Gambar 40 Skema Yard Detection dengan PIR.....	32
Gambar 41 Penerapan yard detection.....	32
Gambar 42 Analogi Tanpa Penghalang (penyusupan belum terjadi)	33
Gambar 43 Analogi dengan objek penghalang (penyusupan terjadi)	33

ABSTRAK

Perumahan yang umumnya masuk ke dalam satu wilayah Rukun Warga (RW) tersendiri kerap menjadi target operasi pencurian yang menggunakan akses melalui pagar/benteng perumahan. *SmartRW* dirancang untuk menjadi solusi permasalahan tersebut. *SmartRW* dapat melakukan deteksi otomatis penyusupan baik di pagar/benteng pembatas perumahan atau lingkungan RW dan juga di setiap rumahnya. Sistem ini dibangun berbasis IP (*internet protocol*) agar aplikatif untuk wilayah perumahan dengan menggunakan perangkat mikrokontroler yang dilengkapi sensor photoelectric, PIR dan IR-Beam yang dinilai paling sesuai dengan kebutuhan. Perangkat tersebut telah diuji coba dan efektif dalam mendeteksi secara *realtime* jika ada penyusupan.

Kata kunci: deteksi, IP, mikorkontroler, Sensor, LDR., PIR., IR-Beam

BAB 1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia membutuhkan 13,5 juta unit rumah. Oleh karena itu pembangunan perumahan merupakan agenda penting pemerintah saat ini terutama di kota-kota besar dan kota-kota satelitnya. Bandung sebagai kota besar tempat industri strategis bidang hankam (PT. Pindad), telekomunikasi (PT. Telkom), penerbangan (PT. DI) berada, menjadi magnet bagi para pekerja baik dari dalam kota Bandung sendiri maupun pendatang. Sehingga menumbuhkan pasar untuk pengembangan perumahan. Di salah satu situs *e-commerce* terbesar di Indonesia, ada 33.066 unit rumah yang dijual hanya untuk wilayah Bandung baik perorangan maupun dari puluhan developernya yang ada. Terlepas dari persoalan pemenuhan akan kebutuhan perumahan tersebut, ada masalah lain setelah perumahan terbangun, yaitu keamanan.

Berlatar belakang dari observasi di tiga perumahan yang terletak di wilayah Bandung Timur dan dari pengalaman peneliti selaku pengurus paguyuban warga pada salah satu perumahan tersebut, keamanan dalam dua bulan terakhir sangat memprihatinkan. Hasil diskusi dengan pihak Polsek Ujung Berung Kota Bandung, memang pencurian di perumahan sedang marak terjadi. Benteng/batas perumahan dengan pagar yang tinggi tidak menjadi jaminan, ini terbukti di perumahan Ujung Berung Indah, pagar pembatas setinggi empat meter masih bisa menjadi akses pencuri. Dan terbukti salah satu petugas keamanan menjadi informan bagi para pencuri.

Di perumahan Ujung Berung Regency, dalam satu bulan delapan sepeda dilaporkan hilang. Cctv yang ada di rumah warga hanya bisa menjadi bukti pasca kejadian.



Gambar 1 Diskusi warga GV Ujung Berung dengan SatReskrim Polsek Ujung Barung pasca kejadian percobaan pencurian 24 April 2015

Sedangkan di perumahan Grand Valley Ujung Berung, dalam selama bulan April 2015, dua rumah warga “kebobolan” dan ada 6 kali percobaan pencurian. Pelaku memanfaatkan akses melalui pagar pembatas yang langsung bersebalahan dengan areal sawah. Hal ini membuat warga harus melakukan ronda setiap malam secara bergantian walaupun sudah ada petugas keamanan. Hal ini dilakukan karena dirasa petugas yang ada tidak kompeten.

Hal-hal di atas yang melatarbelakangi penelitian ini dikarenakan peneliti tergerak sebagai akademisi dan *engineer* bahwa ada peluang solusi yang bisa dilakukan dan dikontribusikan. Namun pengembangan solusi tersebut membutuhkan sumber daya dan dana untuk direalisasikan.

Permasalahan

Dari latar belakang yang telah disampaikan, berikut ini beberapa masalah yang teridentifikasi:

1. Sistem keamanan yang hanya mengandalkan petugas sangat beresiko, baik dikarenakan kurangnya kemampuan *monitoring on foot* maupun peluang petugas keamanan menjadi informan pelaku pencurian.
2. Teknologi kamera keamanan (Cctv) yang digunakan memiliki kelemahan :
 - a. Membutuhkan orang untuk memantaunya secara terus menerus
 - b. Tidak dapat mendeteksi pergerakan/penyusupan secara otomatis, sehingga jika poin 2.a tidak dilakukan, maka cctv ini menjadi suatu yang sia-sia.
3. Belum ada sistem yang dapat digunakan untuk memantau dan mendeteksi penyusupan secara *real time* untuk perumahan.

Tujuan Khusus

Tujuan dari penelitian berdasarkan dari masalah – masalah di atas adalah untuk mengembangkan sebuah sistem Pendeteksi dan Pencegahan Penyusupan yang dapat diterapkan pada perumahan maupun lingkungan RW.

Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Penelitian ini sangat penting dikarenakan tingginya frekuensi kejadian penyusupan dan/atau pencurian di perumahan serta belum adanya sistem atau produk di pasaran yang bisa digunakan untuk perumahan. Penelitian ini menghasilkan **prototipe** sistem *smartRW* yang terdiri dari *hardware* dan *software* yang sangat dibutuhkan masyarakat dan juga dapat memudahkan pekerjaan pihak kepolisian. Produk penelitian ini dapat ditindaklanjuti untuk program **IbM**, **IbW** yang mendukung program *Bandung Smart City* serta berpeluang untuk **dipatenkan**.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Terkait dengan keamanan khusus untuk perumahan seperti smartRW belum ada di pasaran. Namun teknologi pendukungnya sudah tersedia. Berikut uraian tentang teknologi pendukung untuk pengembangan sistem ini.

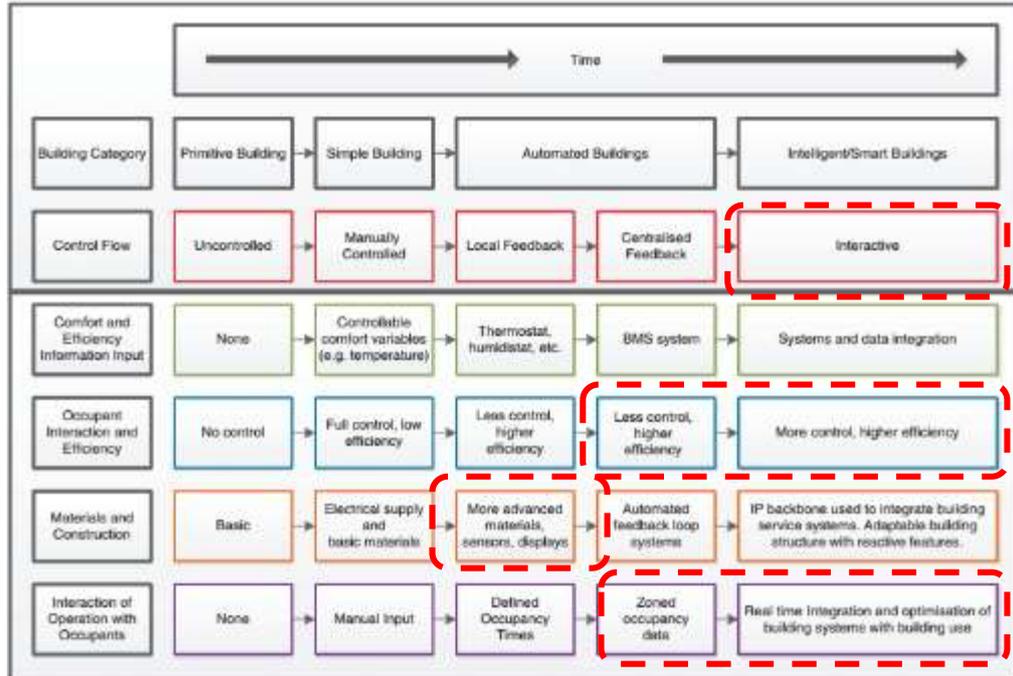
A. *Smart Building / Intelligent Building*

Merupakan konsep pengembangan bangunan baik untuk residen maupun bukan, diarahkan untuk memenuhi tiga kriteria yaitu :

1. Umur panjang (Longevity)
2. Energi dan efisiensinya
3. Kenyamanan dan kepuasan

Pemenuhan kriteria tersebut menggunakan beberapa pendekatan yang salah satunya adalah interaksi antara penghuni dan bangunan. Ini merupakan salah satu inti dari *smart building* yaitu kendali (*control*). (Beck, 2014)

Gambar 2 menunjukkan perkembangan bangunan yang mengarah ke *smart building*.



Gambar 2 Building Progress (Beck, 2014)

Bagian yang beririsan dengan penelitian ini ditunjukkan oleh kotak merah putus-putus pada gambar 2 di atas. *Smart building* merupakan kumpulan subsistem berbasis *smart devices* berupa perangkat peraba (*sensor*) dan aktuator yang terintegrasi dengan mikrokontroler dan terkoneksi ke dalam jaringan.

Berikut ini atribut dari smart building (Sinopoli, 2013) :

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Physical Infrastructure | 10. Video Surveillance System |
| 2. Communication/Data Infrastructure | 11. Fire Alarm |
| 3. Network and Security | 12. Audio/Visual |
| 4. System Integration | 13. Metering |
| 5. HVAC | 14. Occupant Satisfaction |
| 6. Electrical | 15. Sustainability and Innovation |
| 7. Digital Lighting Control System | 16. Integrated Building Management System |
| 8. Plumbing and Water | 17. Facility Management |
| 9. Access Control System (ACS) | |

Secara sederhana, *Smart building* merupakan solusi untuk mensinergikan antara efisiensi energi, kenyamanan, *safety* dan *security* yang mengubah bangunan menjadi seperti organisme hidup yaitu berbasis *network*, intelijen, sensitif dan adaptif. (Asdrubali, 2013)

B. Embedded System

Embedded system adalah suatu sistem komputer yang dibangun untuk tujuan atau fungsi tertentu, sistem tertanam ini memiliki central processing unit (CPU) yang umumnya dalam bentuk mikrokontroler ataupun mikroprosesor. Embedded system dapat pula didefinisikan sebagai sistem dengan ukuran yang relatif kecil dan berbasis komputer yang dikemas dalam bentuk chip. (Oktofani, Soebroto, & Suharsono, 2013)

Ada tiga tipe *embedded system* menurut Koopman (Koopman, 1998), yaitu :

- **General** : Sama seperti sistem komputer tradisional namun dalam paket lebih kecil, *portabel games*

- **Communication** : telepon selular, smart phone
- **Signal Processing** : video dan audio
- **Control** : *real time feedback control, automotive, aerospace, appliances.*

Pada penelitian ini, perangkat *embedded system* yang akan dibangun adalah kategori *control*. Perangkat pendukung untuk *embedded system* adalah mikrokontroler dan sensor.



Gambar 3 Contoh produk mikrokontroler dari Intel



Gambar 4 Contoh produk-produk sensor

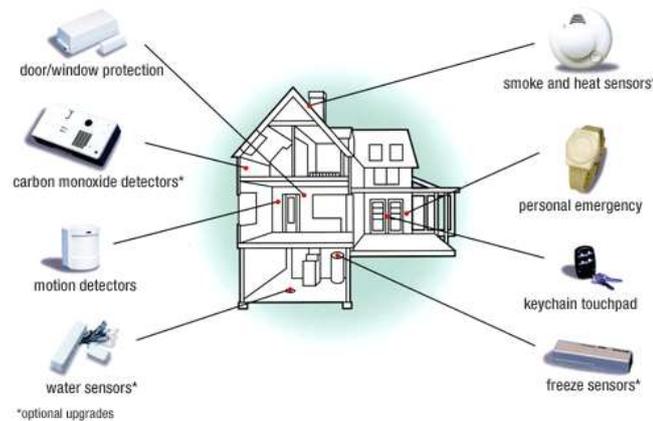
C. State of The Art

Di Indonesia, produk keamanan yang ada untuk perumahan hanya sebatas penggunaan cctv dan produk-produk detektor *stand alone*. Contoh yang ternama dari PT. Handal Solusitama.



Gambar 5 contoh Produk Keamanan untuk rumah

Produk luar negeri, telah meliputi aspek keamanan rumah yang lebih luas. Seperti perlindungan pintu/jendela, sensor gerak, sensor asap dan kebakaran, sensor air dan lain-lain.



Gambar 6 State of the art untuk keamanan rumah 1 (Techpp, 2012)

Penelitian ini akan berfokus pada deteksi intruksi, yang secara teknis adalah mendeteksi gerakan baik untuk pagar pembatas perumahan atau RW maupun di teras/halaman rumah. Untuk deteksi gerakan, berikut adalah teknologinya saat ini :

- a. *Passive infrared (PIR)*
- b. *Microwave*
- c. *Ultrasonic*
- d. *Tomographic*
- e. *Video camera software*

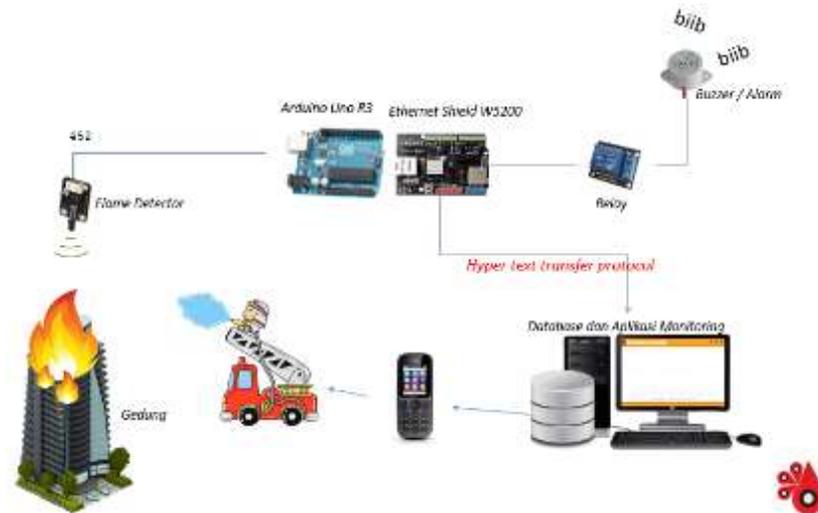
D. Riset Pendahuluan

Riset terkait *embedded system* dan *smart building* telah dilakukan sebelumnya.

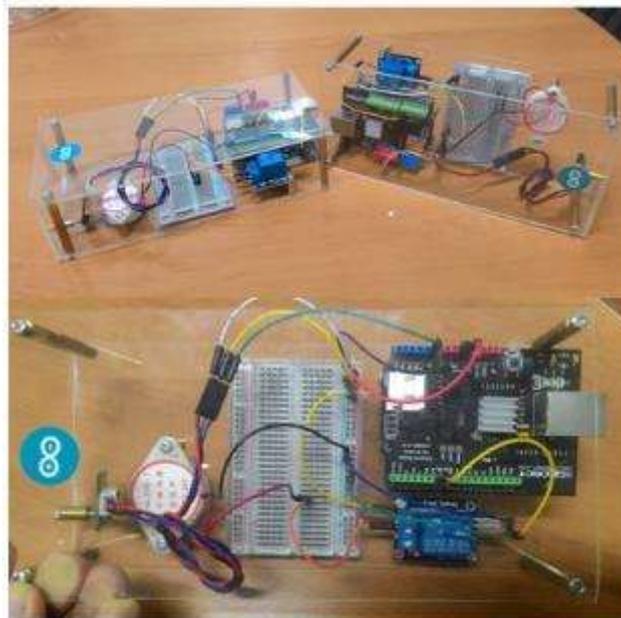
Berikut dua riset terkait :

a. Monitoring Kebakaran

Riset ini merupakan *proof of concept* dari *smart building*. Pada riset ini dapat dilakukan pendeteksian sumber api di dalam ruangan dengan intensitas kecil sehingga peluang kebakaran dapat dicegah. Riset ini telah menghasilkan prototipe *hardware* (gambar 8) yang telah berbasis IP. Antarmuka *software* masih sederhana namun sudah berbasis web. Prototipe sistem ini telah mengikuti pameran produk penelitian pada acara APTIKOM Jabar di Univ. Widyatama pada tanggal 5 maret 2015.



Gambar 7 Skema sistem deteksi kebakaran



Gambar 8 Prototipe embedded system deteksi kebakaran pada penelitian sebelumnya

b. Monitoring dan Kendali Stok Air

Selain sistem deteksi kebakaran, penelitian terkait monitoring dan pengendalian stok air juga telah dilakukan (gambar 9). Secara teknis sama seperti sistem sebelumnya, yang membedakan adalah sistem ini telah memiliki fitur *control*/kendali, yaitu mampu mengendalikan operasi pompa air.

Masing-masing sistem dikembangkan dengan arsitektur data yang modular sehingga sangat memungkinkan untuk diintegrasikan.



Gambar 9 Skema sistem monitoring dan kendali stok air

c. Kekurangan

Dari riset yang dilakukan, kendala yang dihadapi adalah terkait *hardware performance* seperti :

- Delay pengolahan data dari sensor
- Delay pengiriman data ke komputer
- Sering terputusnya koneksi dari perangkat sensor ke komputer

Diharapkan melalui penelitian ini, kekurangan di atas dapat diselesaikan dengan kombinasi perangkat keras yang lebih baik.

E. Peta Jalan Penelitian

Penelitian direncanakan selama dua tahun dan juga jangka panjang untuk produk penelitiannya (gambar 10).

ROADMAP smartRW



Gambar 10 Peta Jalan Penelitian dan Produk Penelitian

Tahun pertama

Difokuskan riset terkait model penginderaan atau deteksi gerakan dan model komunikasi. Model penginderaan menggunakan semua tipe *motion detector* untuk pagar pembatas dan halaman rumah. Dilakukan agar didapatkan konfigurasi paling sesuai kebutuhan. Selain itu, juga uji coba beragam *hardware* mikrokontroller untuk mendapatkan performance yang optimal.

Pada tahap ini juga diteliti mengenai komunikasi baik sensor dari/ke mikrokontroller (bus1) dan mikrokontroller dari/ke komputer (bus2). Bus2 akan menggunakan perangkat jaringan baik kabel (dengan berbagai jenis) maupun *wireless*.

Tahun kedua

Pada tahap ini, dirancang antarmuka (*front end*) untuk sistem smartRW berbasis web. Dan dilakukan integrasi tahap 1 dan tahap 2. Sistem *smartRW v1.0* untuk deteksi dan pencegahan penyusupan secara keseluruhan telah siap diuji coba lapangan. Interaksi dengan sistem dapat dilakukan melalui komputer, smartphone maupun sms. Akhir dari tahap ini adalah uji coba di lapangan pada salah satu perumahan.

Tahap ketiga

Pada tahun ini, produk *smartRW v1.0* diajukan ke program IPTEKS bagi Masyarakat untuk *deployment* di masyarakat. Penerapan ini juga sebagai promosi produk *smartRW*. Pada tahap ini juga paten akan diajukan untuk *smartRW v1.0*.

Tahap keempat

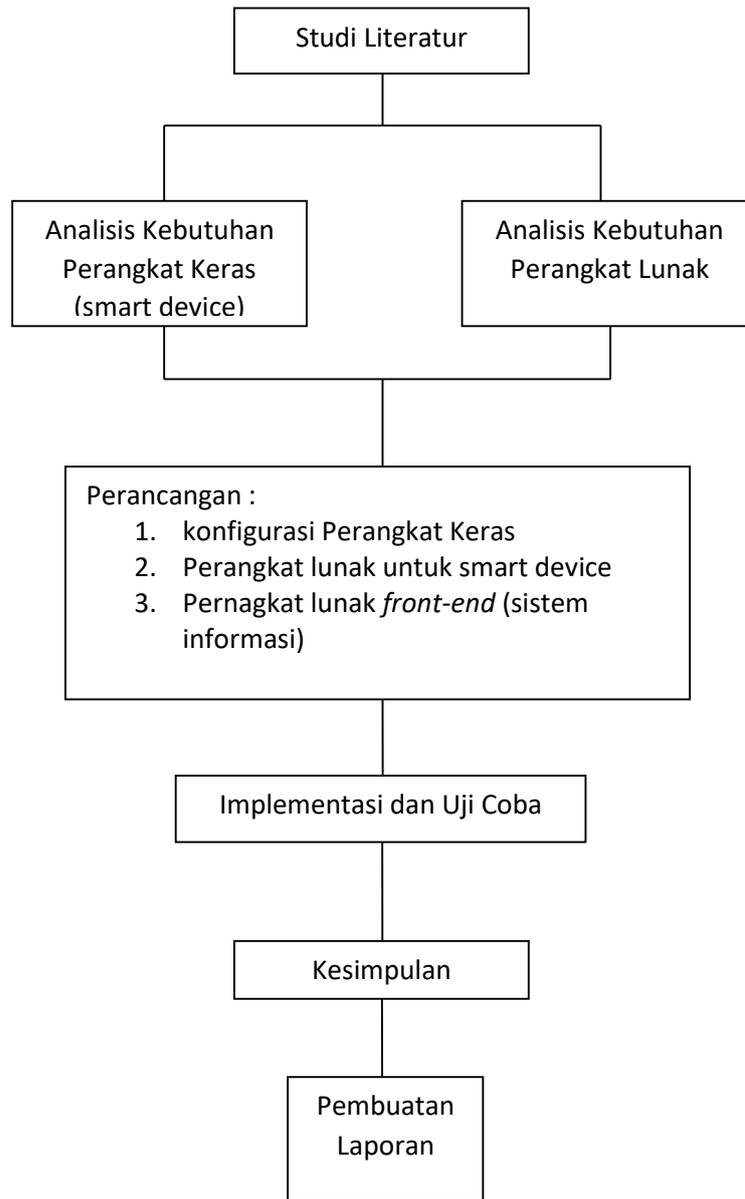
Pengajuan skema IPTEKS bagi Wilayah bekerjasama dengan Pemerintah Daerah khusus Bandung Raya, agar sistem *smartRW* dapat diterapkan di perumahan atau RW di Bandung. Target nya adalah penerapan di 100 lokasi.

Tahap kelima

Tahun ke lima, produk ini akan dilakukan pengembangan sistem serta pembentukan *ekosistem R & D*-nya. Melalui skema IbIKK diharapkan terbentuk ekosistem pengembangan yang baik dan peluang usaha untuk *technical support* bagi pengguna yang sudah ada maupun yang akan datang.

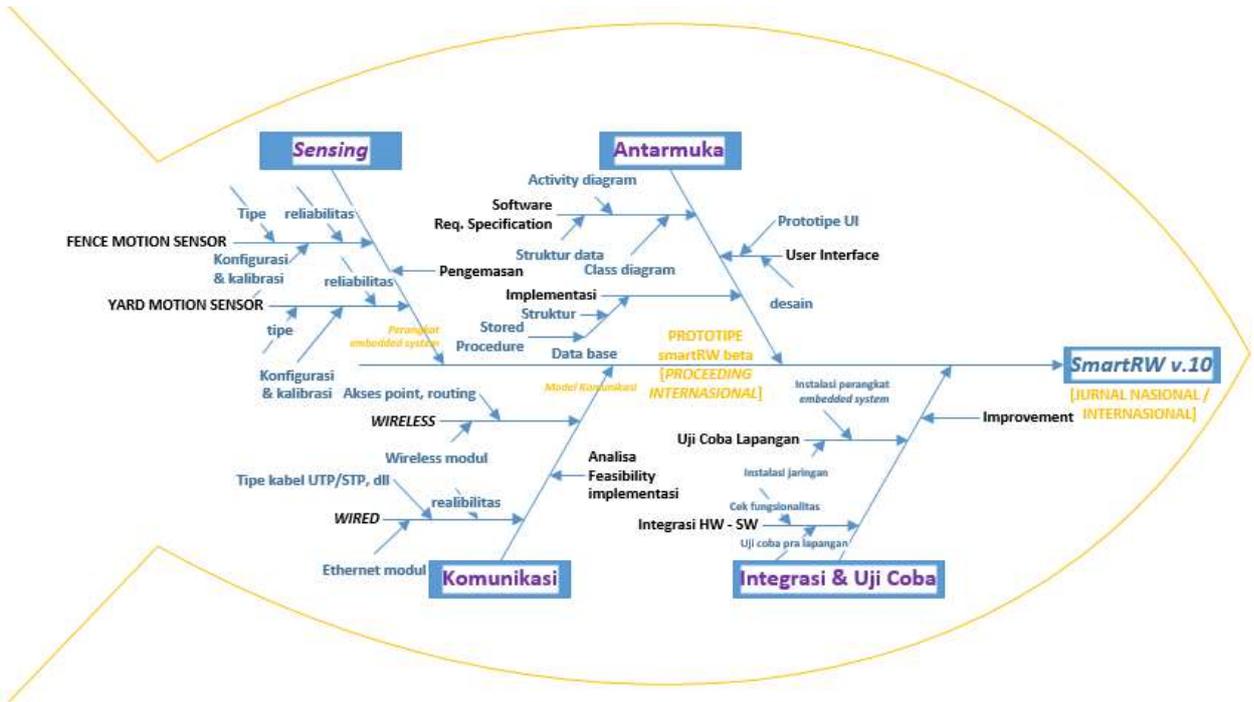
BAB 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian smartRW untuk deteksi dan pencegahan penyusupan meliputi beberapa tahapan yang terlihat pada gambar 11.



Gambar 11 Metode penelitian

Gambar 11 menunjukkan tahapan-tahapan umum dalam penelitian ini. Sedangkan alur rinci terkait objek-objek yang dikaji dalam jangka waktu dua tahun diperlihatkan pada fishbone pada gambar 12.



Gambar 12 Alur Penelitian dalam dua tahun

III.1 Analisis Kondisi Lapangan

Pada bagian ini akan dianalisis kondisi lapangan/perumahan. Sebagai acuan dari analisis kebutuhan pada bagian selanjutnya.



Gambar 13 Ilustrasi system

Gambar 13 menunjukkan dua fitur utama yang harus dimiliki system, yaitu *YardDetection* dan *FenceDetection*.



Gambar 14 Foto Udara Lokasi Studi Kasus Penelitian (Grand Valley Ujung Berung)

Lokasi yang menjadi studi kasus memiliki kontur tanah yang tidak rata sehingga mewakili beragam bentuk benteng (fence) perumahan. Dan hal ini menentukan pada saat memilih perangkat sensor yang tepat pada bagian selanjutnya. Sedangkan untuk YardDetection tidak terlalu sulit dikarenakan relative sama dengan perumahan-perumahan pada umumnya.

Gambar 15 dan gambar 16 menunjukkan tipe pagar/benteng perumahan yang ada dan tentunya memerlukan model pendeteksian dengan tipe sensor berbeda. Gambar 15 menunjukkan tipe pagar/benteng yang datar dan gambar 16 menunjukkan tipe benteng bersiku/tidak rata.



Gambar 15 Tipe benteng rata



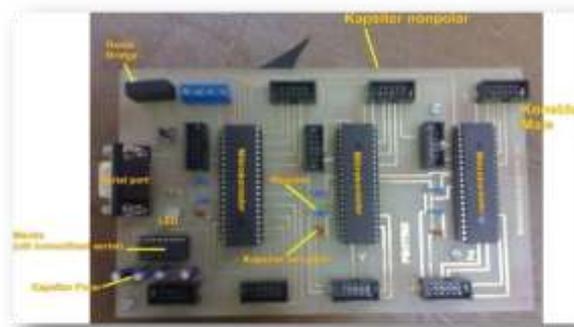
Gambar 16 Contoh benteng yang tidak rata

III.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

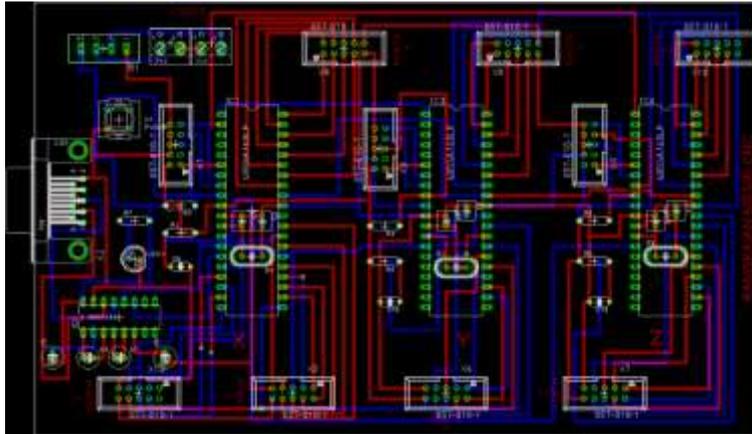
Bagian ini membahas mengenai perangkat keras yang dibutuhkan baik perangkat keras pemroses dan perangkat keras pengindera (sensor). Perangkat keras yang dicantumkan pada bagian ini adalah perangkat keras utama dan tidak termasuk ke perangkat keras bantu.

III.2.1 Perangkat Keras Pemroses (Mikrokontroler)

Terkait perangkat mikrokontroler, dibutuhkan yang telah memiliki port-port komunikasi yang lengkap, dalam kata lain sudah dalam bentuk *board* (papan induk). Hal ini memudahkan dalam penggunaannya. Dari penelitian sebelumnya, merancang sendiri board perangkat pemrosesan ini tidak efisien dari sisi waktu dan biaya (gambar 17), dikarenakan harus merancang papan sirkuit (gambar 18), mencetak papan sirkuit, lalu men-solder komponen-komponen board serta pengulangan proses-proses tersebut jika ada kerusakan komponen atau ada kegagalan desain. Sehingga dinilai tidak praktis dalam penelitian ini.



Gambar 17 Board pemroses yang dirancang dan disolder sendiri



Gambar 18 Desain board mikrokontroler gambar 13

Dari pertimbangan sebelumnya, pada penelitian ini dipilih dua platform perangkat yaitu:

1. Arduino Uno microcontroller board (gambar 19)
2. Intel Galileo microcontroller board (gambar 20).



Gambar 19 Board ARduino Uno



Gambar 20 Board Intel Galileo

Masing-masing perangkat tersebut mudah untuk didapatkan dan juga perangkat penunjang lainnya juga tersedia dengan lengkap di pasar Indonesia.

III.2.2 Perangkat Keras Pengindera (Sensor)

Dalam penentuan perangkat keras pengindera (sensor), tidak terlepas dari model penginderaan dan juga lokasi/model/bentuk dari tempat yang akan di-*sensing*. Dalam hal ini pagar/benteng dan halaman rumah. Pada penelitian ini, yang akan diindera adalah gerakan. Berikut ini adalah beberapa sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerakan.

1. Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonic merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi sebuah pergerakan ataupun jarak menggunakan sinyal infra merah yang saling berkomunikasi antara transceiver dan receiver (gambar 21).



Gambar 21 Sensor ultrasonik

2. Sensor PIR (Passive Infra Red)

Sensor PIR (Passive Infra Red) merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi sebuah pergerakan objek dengan menggunakan sinyal infra merah, tetapi sensor PIR tidak menggunakan komunikasi transceiver dan receiver(gambar 22).



Gambar 22 Sensor PIR

3. IR-Beam (Infra Red Beam)

Sensor infra red beam (gambar 23) merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi adanya sebuah pergerakan objek, sistem kerja dari sensor infra red beam adalah dengan cara mengirimkan sinyal dari transceiver ke receiver untuk meresponse adanya sebuah pergerakan yang terdeteksi.



Gambar 23 IR-Beam

4. LDR (Light Dipendent Resistor)

Sebuah resistor Light Dependent (LDR) (gambar 24) atau resistor foto adalah perangkat yang resistivitas adalah fungsi dari radiasi elektromagnetik insiden. Oleh karena itu, mereka adalah perangkat sensitif cahaya. LDR juga disebut sebagai konduktor foto, foto sel konduktif atau hanya photocells. Mereka terdiri dari bahan semikonduktor yang memiliki daya tahan tinggi.



Gambar 24 LDR sensor

Pada penelitian ini, LDR dikombinasikan dengan generator laser agar bias mendeteksi gerakan. Cahaya laser diarahkan tepat ke LDR, dan jika cahaya ini terhalang, maka dianggap sebagai adanya pergerakan (gambar 25).



Gambar 25 Kombinasi laser dan LDR

Saat ini telah ada produk yang mengkombinasikan laser generator dan detektornya sehingga lebih mudah dalam aplikasinya yaitu *M12 Through Beam Photoelectric Sensor Laser* (gambar 26). Cara kerja sensor ini sama seperti perangkat pada gambar 25.



Gambar 26 M2 Through Beam Photoelectric sensor

Pada bagian eksplorasi akan dibahas cara kerja masing-masing perangkat sehingga hasilnya dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan perangkat yang sesuai untuk kebutuhan *yard* dan *fence detection* dengan format seperti tabel 1.

Tabel 1 Format isian hasil eksplorasi

Sensor	Jangkauan	Fence		Yard [Y/T]	Kekurangan
		Rata [Y/T]	Bersiku [Y/T]		
IR Beam	xx meter				
M12 Through Beam Photoelectric Sensor Lase	xx meter				
Laser+LDR modul	xx meter				
Ultrasonic	xx meter				
PIR	Xx meter				

III.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Dari analisis kebutuhan perangkat keras sebelumnya yang telah di uraikan diatas, terdapat beberapa kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk pengembangan system SmartRW. Perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membantu agar komponen-komponen perangkat keras pada sistem dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan (tabel 2).

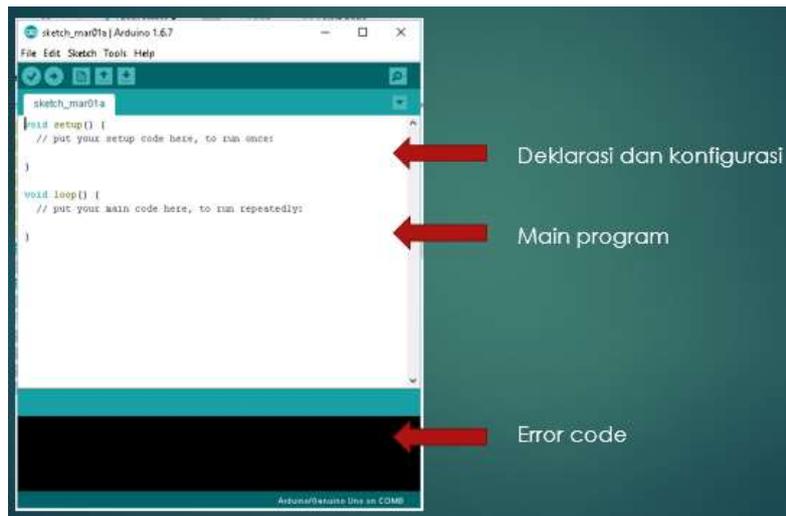
Tabel 2 Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Nama Perangkat Lunak	Deskripsi
1.	Arduino IDE (<i>Integrated Development Environment</i>)	Merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menuliskan program kedalam perangkat arduino.
2.	Driver USB Arduino	Merupakan salah satu perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membaca USB dari Arduino ke computer
5.	Fritzing	Merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memodelkan/mendesain skematik elektronika secara digital
6.	Microsoft Visio 2013	Merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memodelkan <i>sitemap</i> , <i>state</i> diagram, dan perancangan lainnya

Berikut penjelasan mengenai alasan menggunakan perangkat lunak sesuai dengan tabel diatas adalah sebagai berikut :

1. Arduino IDE (*Integrated Developmnet Environment*)

Merupakan software *Arduino* yang biasa digunakan untuk membuat sebuah program yang nantinya akan dimasukan ke Board Arduino itu sendiri, alasan dengan mencantumkan Arduino IDE (gambar 27) tersebut pada tabel kebutuhan perangkat lunak adalah untuk dapat membuat program kedalam perangkat *Board Arduino*.



Gambar 27 Tampilan ARduino IDE

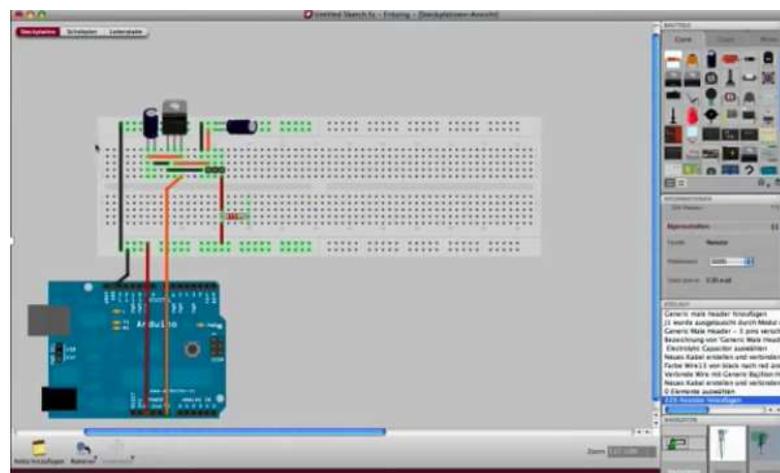
2. Driver USB Arduino

Merupakan salah satu software yang berguna untuk membaca *USB Serial* dari *Arduino* ke komputer, alasan mencantumkan *software Driver Arduino* pada tabel kebutuhan perangkat tersebut adalah dapat menghubungkan koneksi dari *Board Arduino* ke komputer sehingga alat *Fence Detection System* ini dapat dijalankan

3. Fritzing

Berdasarkan hasil dari proses analisis yang dilakukan, alasan mencantumkan software fritzing (gambar 28) dalam tabel kebutuhan perangkat lunak adalah:

- Software dapat digunakan untuk penggambaran prototype secara real.
- Terdapat symbol komponen elektronika didalamnya, sehingga memudahkan untuk melakukan perancangan prototype



Gambar 28 Tampilan Fritzing

4. Microsoft Visio

Berdasarkan hasil dari proses analisis yang telah dilakukan, alasan mencantumkan Microsoft visio pada tabel kebutuhan perangkat lunak adalah Microsoft visio dibutuhkan untuk pembuatan sebuah diagram ataupun skema gambaran sistem dari kerja alat yang akan dibangun.

III.3 Eksplorasi Cara Penginderaan (*Sensing*)

Pada bagian ini akan dieksplorasi cara kerja dan konfigurasi dari sisi perangkat keras mikrokontroler-sensor dan algoritma/kode program dari sisi perangkat lunak untuk masing-masing subsistem.

III.3. 1 Fence Detection

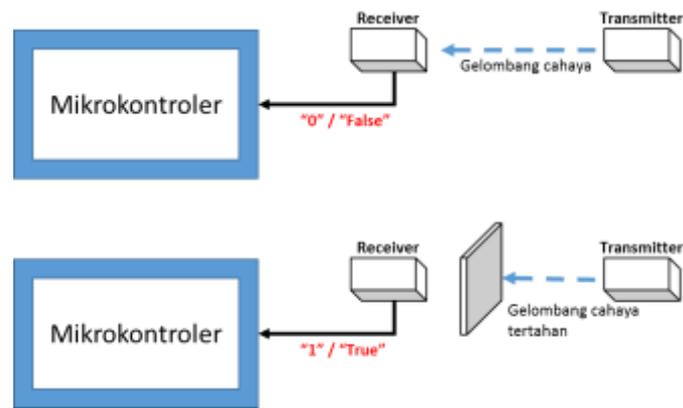
Seperti yang telah disebutkan pada subbab analisis perangkat keras, pada bagian ini perangkat-perangkat tersebut akan diuji coba.

Skenario uji coba:

1. Perangkat sensor akan dipasangkan ke mikrokontroler, kemudian dilakukan pembacaan hasil sensing untuk mendapatkan efektifitas sensor tersebut.
2. Efektifitas diukur dari kemampuan mendeteksi pergerakan mulai dengan panjang jangkauan 3 meter dan seterusnya hingga didapat jarak maksimumnya untuk dua kondisi pasangan perangkat:
 - a. tanpa sudut/lurus sempurna
 - b. Dengan sudut

Konfigurasi Teknis

Tiga perangkat sensor untuk *fencedetection* memiliki pola kerja sama yaitu terdiri dari *transmitter – receiver*. Transmitter ini akan memancarkan gelombang cahaya dengan frekuensi tertentu (laser maupun infra merah) dan diterima oleh receiver. Selama receiver mendeteksi adanya gelombang cahaya maka receiver akan mengirimkan sinyal kepada mikrokontroler dengan nilai ‘0’/’false’ dan sebaliknya. (Gambar 29).



Gambar 29 Ilustrasi cara kerja perangkat

Dengan demikian, kode program yang digunakan untuk ketiga perangkat tersebut sama. Berikut adalah kode program yang dirancang untuk uji coba acara kerja sensor untuk subsistem *fencedetection* (gambar 30).

```

sketch_sep09a $
#include <SPI.h>
int sensorPin = A0; // inisialisasi pin sensor
int buzzerPin = 13;
boolean nyala = true;
int status_deteksi = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("MCU Starting..");
  pinMode(sensorPin, INPUT); // deklarasi sensor sebagai input
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  status_deteksi = digitalRead(sensorBeam);
  if(status_deteksi == 1)
  {
    Serial.println("DETECTED!!!"); //TEKS di layar jika mendeteksi sesuai
  }
  else if(status_deteksi == 0)
  {
    Serial.println("Not Detected"); //TEKS di layar jika tidak mendeteksi sesuai
  }
  else
  {
    Serial.println("Check hardware!"); //TEKS di layar jika ada kegagalan perangkat
  }
}

```

Gambar 30 Kode program untuk uji coba sensor

Pada uji coba ini perangkat sensor (receiver) akan dihubungkan dengan mikrokontroler melalui pin 'A0'.

State diagram digunakan untuk memodelkan perilaku / metode (lifecycle) dari sebuah kelas atau objek dan memperlihatkan urutan kejadian sesaat (state) yang dilalui sebuah objek. Setiap state mempresentasikan sebuah nama kondisi pada waktu hidup (lifecycle)

Adapun penjelasan dari beberapa komponen yang digunakan pada *Fence Detection System* yaitu.

1. Objek

Objek adalah sebagai pemicu yang mengirimkan suatu sinyal pergerakan pada sensor *Infra Red Beam* ketika ada suatu objek yang melintas, sehingga *Infra Red Beam* tersebut akan mendeteksi objek tersebut.

2. *Infra Red Beam*

Infra Red Beam berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi objek yang bergerak melintas dihadapannya, karena objek tersebut akan terdeteksi ketika objek tersebut melintas pada pancaran sinyal infra merah yang di keluarkan oleh sensor *Infra Red Beam*.

3. Board Arduino

Board Arduino berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh rangkaian *Fence Detection System*, dimana Arduino akan mengambil data dari pergerakan objek yang terdeteksi dikirimkan oleh sensor.

4. Board Ethernet Shield

Board Ethernet Shield berfungsi sebagai sebuah pusat kendali untuk komunikasi data dengan menggunakan sebuah *protocol* sebagai pengatur lalu lintas data yang diterima dan akan ditampilkan pada sebuah aplikasi.

5. *Database*

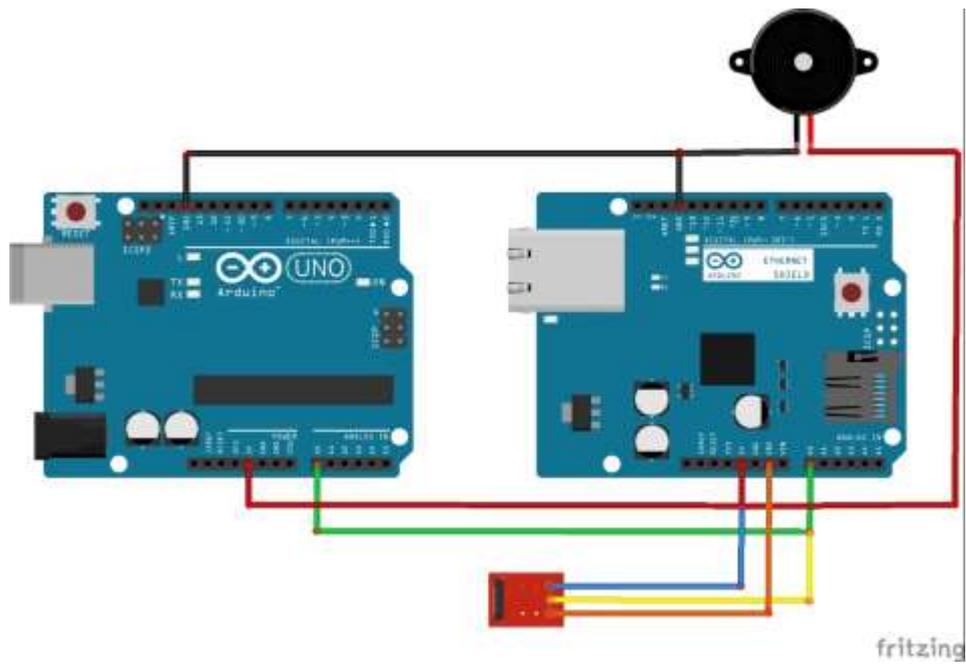
Database berfungsi sebagai pusat penyimpanan data hasil deteksi yang dikirimkan dari *Board Ethernet Shield*.

6. Aplikasi

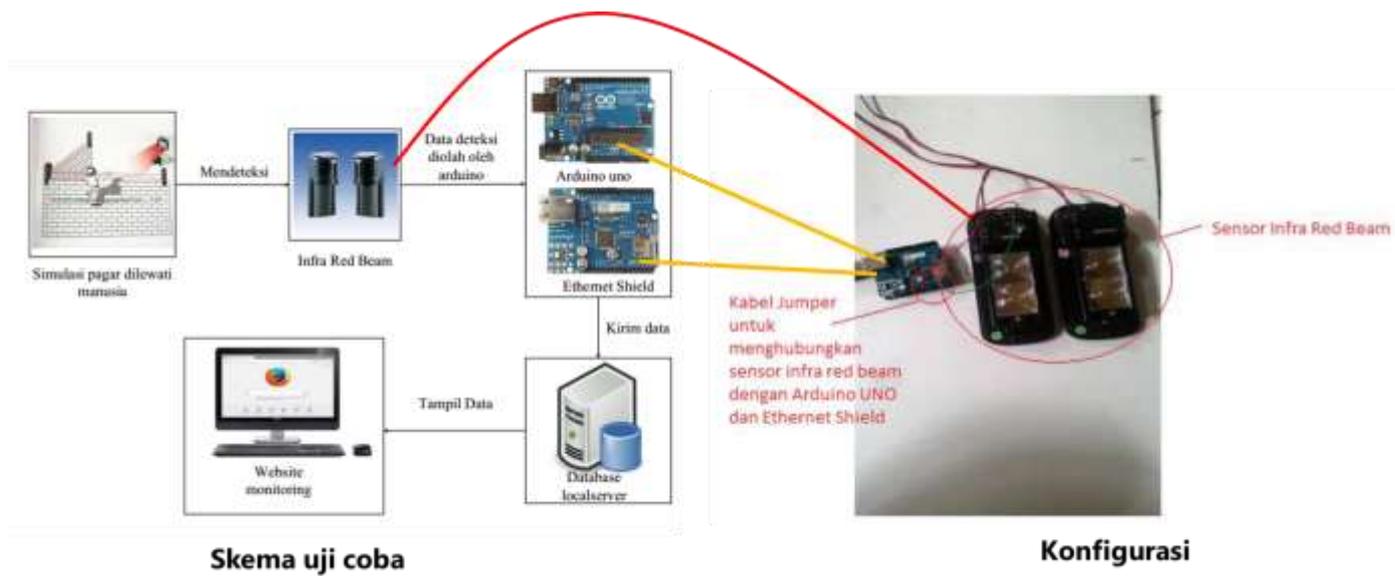
Aplikasi berfungsi sebagai alat kontrol untuk manajemen user (pemilik rumah) dalam memantau serta menampilkan data deteksi sebuah pergerakan objek yang melintas pada sensor *Infra Red Beam*.

7. Buzzer Alarm

Buzzer alarm berfungsi sebagai alat untuk penanda atau pemberitahuan kepada user (pemilik rumah) berupa bunyi alarm.



Gambar 33 Skema Rancangan Perangkat Keras Fence Detection

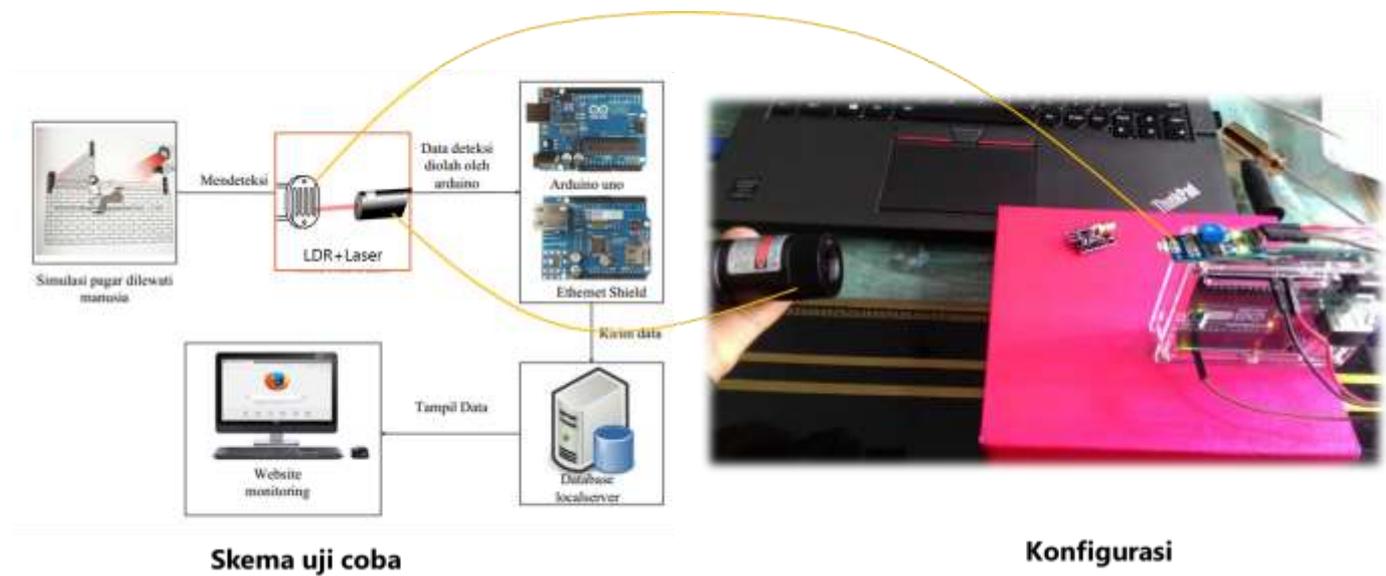


Gambar 34 Implentasi rangkaian



Gambar 35 Implementasi di luar ruangan

Untuk penggunaan komponen LDR-LaserBeam, berikut adalah skema dan implementasi teknisknya.



III.3. 2 Yard Detection

Pada bagian ini akan dilakukan eksplorasi mengenai konfigurasi perangkat keras yang sesuai dalam hal ini untuk melakukan pendeteksian pada halaman rumah. Berbeda dengan perangkat untuk *Fence Detection* yang walaupun diuji coba dengan tiga perangkat namun memiliki cara kerja yang sama. Untuk deteksi pergerakan di halaman rumah digunakan sensor PIR yang berupa modul tunggal dan ultrasonic yang berupa modul dengan sepasang perangkat (*transmitter* dan *receiver*), sehingga kode program untuk dua jenis sensor ini berbeda.

Skenario uji coba:

1. Perangkat sensor akan dipasangkan ke mikrokontroler, kemudian dilakukan pembacaan hasil sensing untuk mendapatkan efektifitas sensor tersebut.
2. Efektifitas diukur dari kemampuan mendeteksi pergerakan mulai dengan posisi sejajar sensor lalu dengan menggunakan sudut sehingga didapat jangkauan sudut maksimal.

Konfigurasi Teknis

Ada perbedaan mendasar dari kedua jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan di halaman perumahan.

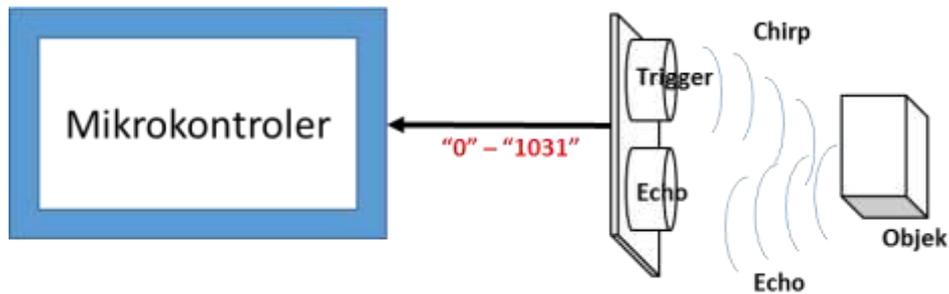
Sensor Ultrasonik

Untuk sensor ultrasonik, deteksi pergerakan dilakukan dengan cara memeriksa perubahan nilai echo yang dikirim (Delta Echo ' Δ echo'). Untuk mengetahui ' Δ echo' tentu diperlukan nilai awal echo. Nilai ini akan didapatkan dari uji coba pada bagian selanjutnya. Semakin dekat objek dengan sensor, semakin kecil nilai echo yang didapat. Oleh karena itu, kita dapat rumuskan perhitungan ' Δ echo' ini adalah sebagai berikut:

$\Delta \text{ echo} = \text{echo} - \text{echo}'$
Echo : nilai awal
Echo': nilai akhir

Formula 1 Perhitungan Delta Echo

Cara kerja sensor ini diilustrasikan pada gambar 31.



Gambar 36 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Kode program untuk sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 32. Pada program tersebut telah didefinisikan untuk “Trigger” dialokasikan pada pin 11 mikrokontroler sebagai *output* dan “Echo” pada pin 12 sebagai *input*. Sebagai indikator jika ada pergerakan maka ditambahkan komponen lampu ‘led’, led warna merah menyala jika ada objek menghalangi hingga jarak < 100cm dari sensor dan warna hijau menyala jika sebaliknya. Masing-masing lampu led merah dan hijau disematkan pada pin nomor 13 dan 3.

```

sketch_sep09b $
#define trigPin 11
#define echoPin 12
#define RedLed 13
#define greenLed 3

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(RedLed, OUTPUT);
  pinMode(greenLed, OUTPUT);
}

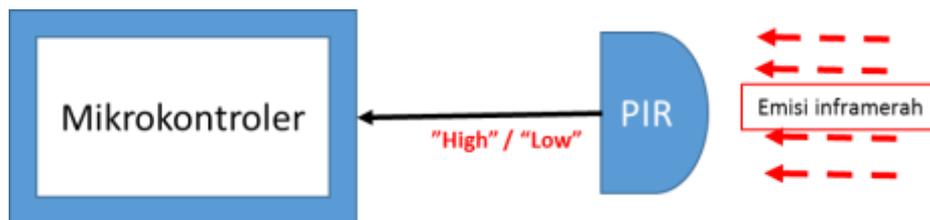
void loop() {
  long duration, distance;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = (duration/2) / 29.1;
  if (distance < 100) { // This is where the RED LED On/Off happens
    digitalWrite(RedLed,HIGH); // When the Red condition is met, the Green LED should turn off
    digitalWrite(greenLed,LOW);
  }
  else {
    digitalWrite(RedLed,LOW);
    digitalWrite(greenLed,HIGH);
  }
  if (distance >= 200 || distance <= 0){
    Serial.println("Out of range");
  }
  else {
    Serial.print(distance);
    Serial.println(" cm");
  }
}

```

Gambar 37 Kode program sensor ultrasonik

Sensor Passive Infra Red (PIR)

Tidak seperti sensor ultrasonic yang membutuhkan dua pin, sensor ini hanya membutuhkan satu pin saja yaitu sebagai input. Sensor ini membaca emisi infra merah yang ada di lingkungan sekitarnya. Pemanfaatan sensor ultrasonic untuk mendeteksi ada tidaknya pergerakan juga digunakan pada sensor ini, yaitu dengan cara menghitung Δ emisi inframerah yang diterima sensor. Cara kerja ditunjukkan oleh gambar 33 dan kode program ditunjukkan pada gambar 34.



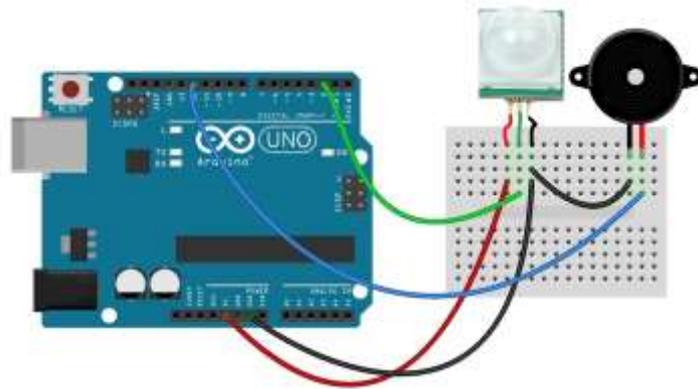
Gambar 38 Ilustrasi cara kerja sensor PIR

```
sketch_sep09b $
long unsigned int lowIn;
long unsigned int pause = 5000;
boolean lockLow = true;
boolean takeLowTime;
int pirPin = 3;
int ledPin = 13;

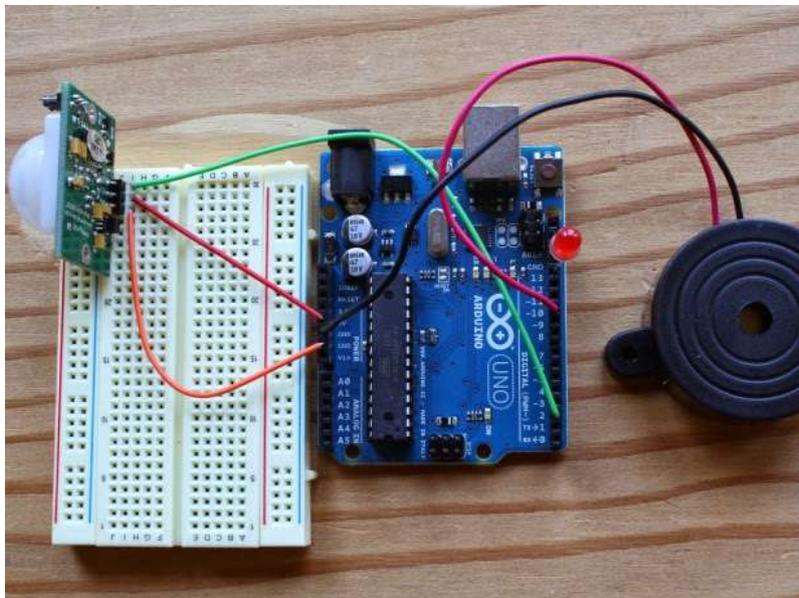
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pirPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  digitalWrite(pirPin, LOW);
}

void loop(){
  if(digitalRead(pirPin) == HIGH){
    digitalWrite(ledPin, HIGH); //LED Menyala jika ada pergerakan
    if(lockLow){
      //makes sure we wait for a transition to LOW before any further
      lockLow = false;
      Serial.println("---");
      Serial.print("\tmotion detected at ");
      Serial.print(millis()/1000);
      Serial.println(" sec");
      delay(50);
    }
    takeLowTime = true;
  }
}
```

Gambar 39 Kode Program Sensor PIR



Gambar 40 Skema Yard Detection dengan PIR



Gambar 41 Penerapan yard detection

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil pengujian dari skenario yang telah dirancang pada bab sebelumnya baik untuk subsistem *fence detection* maupun *yard detection*.

4.1 Fence Detection

Untuk uji coba deteksi pagar/benteng perumahan, dilakukan dua tahapan yaitu tanpa ada objek penghalang dan dengan adanya objek penghalang. Objek penghalang dianalogikan sebagai percobaan penyusupan (gambar 35 dan 36).



Gambar 42 Analogi Tanpa Penghalang (*penyusupan belum terjadi*)



Gambar 43 Analogi dengan objek penghalang (*penyusupan terjadi*)

Bagian berikutnya akan membahas mengenai hasil uji coba masing-masing sensor.

IR-Beam

Berikut adalah hasil uji coba untuk sensor PIR dalam jarak 5, 10, 15 meter. Untuk menjamin efektifitas alat dikarenakan sensor ini sensitive sekali terhadap perubahan cahaya, maka pengujian dilakukan pada tiga waktu yang berbeda yaitu pagi, siang dan malam.

1. Hasil Uji Coba Jarak 5 Meter

Hasil uji coba dilakukan di beberapa kondisi yaitu pagi hari, siang hari, dan malam hari dengan jarak 5 meter, terdapat tabel hasil dari uji coba pertama yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji coba jarak 5 meter

Pagi			
No	Jarak	Response Time	Status
1	5 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	5 meter	0,07 detik	Terdeteksi
Siang			
No	Jarak	Response Time	Status
1	5 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	5 meter	0,07 detik	Terdeteksi
Malam			
No	Jarak	Response Time	Status
1	5 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	5 meter	0,07 detik	Terdeteksi

2. Hasil Uji Coba Jarak 10 Meter

Hasil uji coba dilakukan di beberapa kondisi yaitu pagi hari, siang hari, dan malam hari dengan jarak 10 meter, terdapat tabel hasil dari uji coba pertama yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji coba jarak 10 meter

Pagi			
No	Jarak	Response Time	Status
1	10 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	10 meter	0,07 detik	Terdeteksi

Siang			
No	Jarak	Response Time	Status
1	10 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	10 meter	0,07 detik	Terdeteksi
Malam			
No	Jarak	Response Time	Status
1	10 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	10 meter	0,07 detik	Terdeteksi

3. Hasil uji coba jarak 15 meter

Hasil uji coba dilakukan di beberapa kondisi yaitu pagi hari, siang hari, dan malam hari dengan jarak 15 meter, terdapat tabel hasil dari uji coba pertama yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil uji coba jarak 15 meter

Pagi			
No	Jarak	Response Time	Status
1	15 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	15 meter	0,07 detik	Terdeteksi
Siang			
No	Jarak	Response Time	Status
1	15 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	15 meter	0,07 detik	Terdeteksi
Malam			
No	Jarak	Response Time	Status
1	15 meter	0,05 detik	Terdeteksi
2	15 meter	0,07 detik	Terdeteksi

Selain pengujian di atas, juga dilakukan pengujian dengan cara membuat sudut antara *transmitter* dan *receiver*. Didapatkan data seperti pada tabel 6, nilai sudut adalah nilai maksimum perangkat masih bias mendeteksi secara efektif.

Tabel 6 Hasil uji coba dengan sudut

Jarak (meter)	Sudut (°)
5	15
10	10
15	5

Sensor ini masih bisa efektif walaupun menggunakan sudut tertentu dikarenakan pola kerja sensor ini yang memancarkan sinyal inframerah dengan spectrum yang menyebar atau tidak fokus dan juga perangkat penerima yang memiliki lensa yang lebar. Perangkat ini cocok untuk digunakan pada benteng dengan kontur tidak rata.

LDR-LaserBeam

Untuk penggunaan komponen ini, tidak dilakukan uji coba dengan sudut dikarenakan tidak memungkinkan. LaserBeam bekerja dengan cara seperti garis lurus line-of-sight.

Tabel 7 Hasil Uji Coba LDR-LaserBeam Jarak 30 meter

Pagi			
No	Jarak (m)	Response Time	Status
1	30	0,02 detik	Terdeteksi
2	30	0,02 detik	Terdeteksi
Siang			
No	Jarak	Response Time	Status
1	30	0,02 detik	Terdeteksi
2	30	0,02 detik	Terdeteksi
Malam			

No	Jarak	Response Time	Status
1	30	0,02 detik	Terdeteksi
2	30	0,02 detik	Terdeteksi

Tabel 8 Hasil Uji Coba LDR-LaserBeam dengan jarak 60 meter

Pagi			
No	Jarak (m)	Response Time	Status
1	60	0,02 detik	Terdeteksi
2	60	0,02 detik	Terdeteksi
Siang			
No	Jarak	Response Time	Status
1	60	0,02 detik	Terdeteksi
2	60	0,02 detik	Terdeteksi
Malam			
No	Jarak	Response Time	Status
1	60	0,02 detik	Terdeteksi
2	60	0,02 detik	Terdeteksi

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil perancangan dan implementasi deteksi pergerakan/instruksi menggunakan Irbeam dan LDR-Laserbeam adalah sebagai berikut:

- a. IRbeam efektif mendeteksi pergerakan hingga pada jarak 30 meter.
- b. LDR-LaserBeam efektif mendeteksi pergerakan hingga pada jarak 60 meter (tergantung jauhnya paparan laserbeam).
- c. IRBeam masih efektif untuk area dengan sudut maksimal 5° untuk jarak 15 meter.
- d. Sensor LDR-LaserBeam tidak efektif untuk area dengan sudut.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdrubali, P. F. (2013). *SMART BUILDINGS*. PERUGIA: INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION.
- Beck, A. B. (2014). What is a Smart Building. *Smart and Sustainable Built Environment*, 92-109.
- Koopman, P. (1998). *Embedded System In The Real World*. Carnegie Mellon University.
- Oktofani, Y., Soebroto, A. A., & Suharsono, A. (2013). Retrieved from PTIIK Universitas Brawijaya: <http://ptiik.ub.ac.id/doro/download/article/file/DR00059201406>
- Sentosa, F. A. (2013). *febriadisantosa.weebly.com*. Retrieved from weebly.com: <http://febriadisantosa.weebly.com/2/post/2013/05/embbded-system.html>
- Sinopoli, J. (2013, 3). <http://www.smart-buildings.com>. Retrieved from Smart Building: <http://www.smart-buildings.com/uploads/1/1/4/3/11439474/2013juldefining.pdf>
- Techpp. (2012). *Home Security Systems*. Retrieved from Technology Personalized: <http://techpp.com/2012/09/14/home-security-systems/>
- Tennenhouse, D. (200). Proactive Computing. *Communications of The ACM*, 43-50.

