

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Universitas Andalas adalah institusi pendidikan yang berlokasi di Limau Manis, Padang Sumatera barat. Universitas Andalas pada saat ini memiliki lebih dari 32 ribu mahasiswa aktif dengan 156 program Studi sarjana dan Pascasarjana[1]. Dengan banyaknya mahasiswa aktif tersebut Universitas Andalas dilengkapi dengan berbagai macam fasilitas pendukung yang dibangun pada area seluas 500 hektar[2]. Salah satu fasilitas tersebut adalah Gedung kuliah bersama.

Universitas Andalas memiliki banyak gedung perkuliahan di mana setiap ruangan rata-rata memiliki 6 lampu dengan daya masing-masing lampu 18 watt, 2 kipas dengan daya masing-masingnya 90 watt, dan 1 layar proyektor dengan daya 200 watt. Jika semua peralatan tersebut hidup dalam satu waktu secara bersamaan maka peralatan tersebut nantinya akan mengkonsumsi daya sebesar ± 488 watt atau setara dengan 0,488 kwh, dengan rata-rata pemakaian 6 jam per hari, sehingga dalam sehari satu ruangan kelas dapat mengkonsumsi daya sebesar ± 2934 kwh/jam. Besarnya konsumsi daya tersebut nantinya dapat mempengaruhi besarnya tarif listrik yang harus dibayarkan Universitas Andalas.

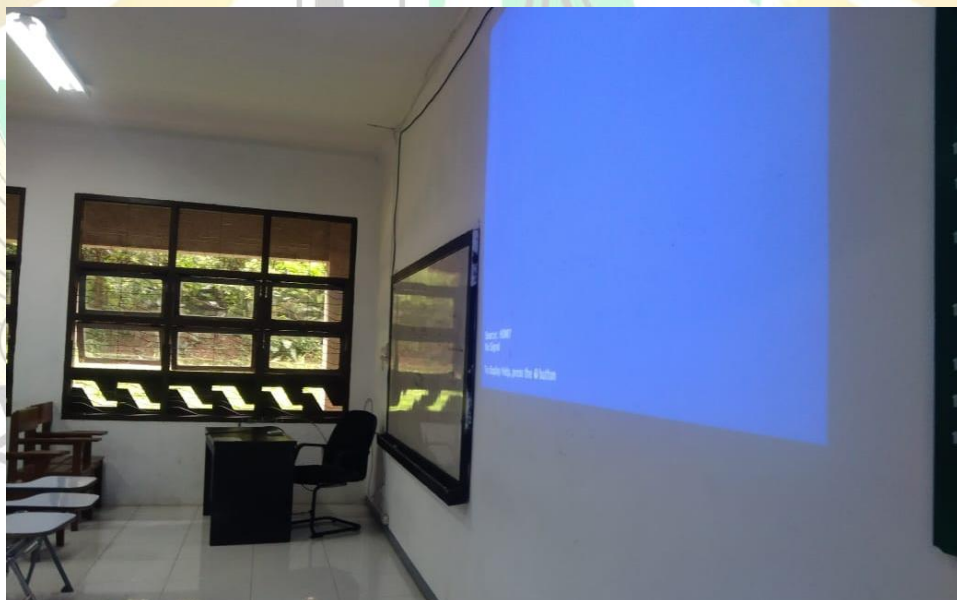
Penentuan tarif listrik biasanya digolongkan berdasarkan daya yang digunakan. Untuk penggunaan kampus di Indonesia kira-kira menggunakan golongan R-3/TR dengan besar tarif kurang lebih Rp1.699 per kwh[3], sehingga dalam sehari sebuah kelas dapat dikenakan tarif \pm Rp4.985 per hari dalam pemakaian listriknya. Universitas Andalas pada saat ini memiliki 10 gedung perkuliahan utama, yang terdiri dari ± 20 kelas di setiap gedungnya. Sehingga ketika setiap gedung terpakai, maka tarif listrik Untuk 10 gedung tersebut dapat mencapai Rp93.700 per hari, dan dalam waktu satu bulan tarifnya dapat mencapai Rp2.811.000.

Gedung perkuliahan Universitas Andalas terkadang hanya digunakan 1x dalam sehari dengan rata-rata waktu perkuliahan ± 100 menit setiap pertemuan. Dalam satu kali pertemuan tersebut, terkadang setelah menggunakan kelas mahasiswa

dan dosen lupa untuk mematikan lampu, Layar proyektor, dan kipas. Dari monitoring yang telah penulis lakukan selama lebih kurang 3 hingga 4 hari dalam seminggu, terdapat 5 dari 7 kelas kosong yang fasilitas ruang kelasnya dibiarkan menyala begitu saja, Sehingga hal tersebut menjadi salah satu faktor pemborosan daya listrik di lingkungan kampus. Jika setiap fasilitas tersebut waktu pemakaiannya dapat disesuaikan dengan lamanya waktu perkuliahan maka tarif listrik untuk semua gedung perkuliahan tidak akan sampai jutaan rupiah. Sehingga hal ini dapat menghemat pengeluaran listrik di Universitas Andalas.

1.1.1 Informasi pendukung masalah

Penulis telah melakukan survei ke 6 gedung perkuliahan di Universitas Andalas dan di temukanlah 16 kelas kosong yang telah selesai digunakan untuk perkuliahan, Dari 16 kelas kosong yang penulis survei terdapat 1 kelas kosong dengan layar proyekturnya saja yang masih menyala, 1 kelas kosong dengan lampunya saja yang masih menyala, dan 10 kelas kosong dengan layar proyektor, lampu, dan kipasnya dibiarkan menyala seperti yang terlihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2s berikut:



Gambar 1. 1 Kelas kosong dengan kondisi Layar Proyektor hidup



Gambar 1. 2 Kelas Kosong dengan kondisi lampu dan kipas menyala

Dalam kasus ini, ketika layar proyektor, kipas, dan lampu dibiarkan menyala, hal ini akan menyebabkan pemborosan daya sebagaimana yang telah penulis jelaskan pada poin 1.1.

Pada penelitian sebelumnya, dengan menggunakan *microcontroller Arduino MEGA 2560* di rancanglah sebuah prototipe berbasis jadwal perkuliahan [4]. Pada prototipe ini penulis menemukan kelemahan seperti Ketika adanya jam kosong pada jadwal perkuliahan fasilitas elektronik yang berada di dalam ruangan kelas tetap dapat menyala walaupun tidak ada orang di dalam kelas sehingga masih terdapat pemborosan listrik pada Gedung perkuliahan.

Penelitian lainnya, dengan prototipe aplikasi kelas pintar (*smart class*) yang menggunakan konsep *Internet of Thing (IoT)*. *Smart class* yang dibuat dapat dikontrol melalui perangkat android [5]. Dari perancangan ini penulis menemukan kelemahan di mana ketika sensor mendeteksi keberadaan orang di kelas perangkat hanya dapat mengaktifkan dan menonaktifkan lampu, perangkat tidak dapat mengatur fasilitas elektronik lainnya yang ada di ruangan kelas sesuai dengan kondisi dan kebutuhan.

Solusi lainnya untuk dapat mengatasi masalah ini adalah dengan membuat jadwal piket pada masing-masing kelas di mana setiap peserta piket diwajibkan mengaktifkan dan menonaktifkan fasilitas elektronik sebelum dan sesudah menggunakan ruangan kelas. tetapi dengan cara ini masih kurang efektif

dikarenakan setiap perangkat harus diaktifkan dan dinonaktifkan secara manual.

1.1.2 Analisis masalah

1. Aspek Ekonomi

Pada Aspek Ekonomi, Jika permasalahan konsumsi daya tidak diselesaikan, maka konsumsi daya yang berlebihan dari pemakaian peralatan ruang kelas yang tidak terpakai akan membuat pemborosan dalam penggunaan daya listrik sehingga membuat tingginya pembayaran listrik yang digunakan di setiap gedung perkuliahan.

2. Aspek lingkungan

Pada Aspek Lingkungan, Konsumsi daya yang tinggi di gedung perkuliahan dapat meningkatkan jejak karbon dan dampak lingkungan secara keseluruhan. Serta mengurangi penggunaan daya listrik yang tidak perlu dapat membantu mengurangi dampak lingkungan. Kebijakan listrik di Indonesia sebagian besar didukung oleh bahan bakar fosil, yang berkontribusi pada emisi gas rumah kaca. Mengurangi konsumsi daya listrik membantu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil[6].

3. Aspek Sosial dan Budaya

Pada aspek sosial dan budaya, Kebiasaan dan kesadaran antara mahasiswa dan dosen dalam mematikan peralatan setelah penggunaan kelas mungkin kurang disadari. Perubahan perilaku ini dapat membutuhkan edukasi dan kesadaran yang lebih tinggi. Sehingga dengan mengurangi penggunaan daya listrik, universitas dapat menghemat anggaran yang sebelumnya digunakan untuk membayar tarif listrik yang tinggi.

1.1.3 Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka kebutuhan yang harus dipenuhi dapat dilihat sebagai berikut :

1. Alat dapat mendeteksi minimal 3 orang dalam radius 2 meter, dikarenakan jumlah minimum mahasiswa untuk mata kuliah yang disetujui adalah 3 peserta untuk S2[7].
2. Alat mampu mendeteksi suhu ruangan, dengan ketentuan ketika suhu berada di atas 18°C alat dapat bekerja, alasannya karena suhu normal suatu ruangan berkisaran antara 18°C hingga 30°C . [8]
3. Alat dapat beroperasi pada pencahayaan di bawah 120 lux , dikarenakan pencahayaan yang normal pada suatu ruangan adalah $120\text{-}250\text{ lux}$. [9]
4. Alat mampu mengatur peralatan yang berarus listrik AC untuk dapat menghidupkan kipas, layar proyektor, dan lampu.
5. Alat mampu menghidupkan layar proyektor, lampu, dan kipas secara otomatis. Dengan ketentuan layar proyektor dapat menyala ketika ada minimal 3 orang di dalam kelas, lampu hidup ketika cahaya kurang dari 120 lux , kipas dapat menyala ketika suhu melebihi 18°C .
6. Alat mampu Mematikan layar proyektor, lampu, dan kipas secara otomatis. Dengan ketentuan layar proyektor nonaktif ketika terdeteksi kurang dari 3 orang di dalam kelas, lampu mati ketika cahaya lebih dari 250 lux , kipas dapat mati ketika suhu kurang dari 18°C .

1.1.4 Tujuan

Dari analisa masalah dan rincian kebutuhan yang telah dijelaskan, maka alat yang dirancang bertujuan sebagai berikut :

1. untuk membuat suatu sistem yang dapat mendeteksi manusia di dalam ruangan kelas.

2. untuk menghidupkan dan mematikan proyektor dan mengontrol penggunaan lampu dan kipas atau pendingin(AC) yang ada di ruangan kelas.
3. Dapat menghemat konsumsi daya listrik dari gedung perkuliahan tersebut.

1.2 Solusi

Dari analisa masalah dan kebutuhan yang telah dijelaskan sebelumnya maka diperlukan sebuah alat yang dapat mengontrol aktif dan nonaktif-nya peralatan di ruang perkuliahan secara otomatis.

1.2.1 Karakteristik Produk

Solusi yang akan diberikan nantinya memiliki karakteristik sebagai berikut :

1.2.1.1 Fitur Utama

Rangkaian dapat mengaktifkan dan menonaktifkan fasilitas yang ada di ruang kelas sesuai dengan ketentuan yang telah diprogram pada rangkaian.

1.2.1.2 Fitur Dasar

Rangkaian ini nantinya akan mendukung fitur utama dengan menyajikan fitur dasar seperti berikut :

1. Dapat mendeteksi keberadaan orang di dalam kelas, minimal 3 orang untuk mengaktifkan aliran listrik di kelas.
2. Dapat mendeteksi suhu ruangan secara *real-time* dan dapat mengidentifikasi suhu yang melebihi 18°C untuk mengaktifkan kipas dan suhu yang kurang dari 18°C untuk menonaktifkan kipas.
3. Dapat mendeteksi dan mengukur intensitas cahaya dalam ruangan kelas sehingga penggunaan lampu dapat dikontrol melalui kurang atau lebihnya cahaya yang ada di ruangan.
4. Sistem dapat mengontrol peralatan berarus AC seperti Layar proyektor, Kipas angin, dan lampu di ruangan.
5. Rangkaian dapat mengaktifkan dan menonaktifkan peralatan yang ada di ruang kelas sesuai dengan ketentuan yang telah diberikan.

1.2.1.3 Fitur Tambahan

Dengan adanya fitur tambahan diharapkan rangkaian dapat lebih sempurna lagi, sehingga penulis menambahkan fitur tambahan sebagai berikut :

1. Adanya tambahan layar untuk memantau dan mengatur sistem, Layar ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengatur sistem dengan mudah, sehingga mempermudah pengelolaan fasilitas di ruang kelas. Pengguna dapat melihat informasi penting, seperti suhu ruangan, intensitas cahaya, dan status peralatan, serta mengontrolnya sesuai kebutuhan.
2. Rangkaian dapat bertahan terhadap guncangan. Dalam perancangan alat ini, pertimbangan terhadap ketahanan fisik sangat penting. Rangkaian alat ini dirancang untuk dapat bertahan terhadap guncangan yang mungkin terjadi, terutama karena alat akan ditempatkan di atas kusen pintu. Hal ini akan meningkatkan keandalan dan ketahanan alat terhadap berbagai situasi.
3. Tidak memerlukan koneksi internet. Dikarenakan alat dirancang untuk dapat bekerja secara mandiri tanpa perlu adanya koneksi internet. Hal ini menjadi salah satu solusi agar kelas yang memiliki akses internet yang minim tetap dapat menggunakan alat ini.
4. Tidak memerlukan konsumsi daya yang besar. Dikarenakan salah satu tujuan diciptakannya alat ini adalah untuk menghemat konsumsi daya listrik sehingga mengharuskan penulis untuk mendesain alat ini agar memiliki konsumsi daya yang rendah.
5. Dapat memberikan informasi berupa notifikasi tentang ruang kelas mana yang kosong dan terisi, fitur ini diberikan bertujuan untuk mempermudah pekerjaan penjaga gedung dan mahasiswa dalam mencari kelas kosong.

1.2.1.4 Sifat Solusi

Dari fitur-fitur yang telah dijelaskan sebelumnya terdapat beberapa sifat solusi yang ditawarkan yaitu sebagai berikut :

1. Instalasi yang mudah pada setiap ruangan kelas. Dikarenakan sifat alat yang mudah untuk di instalasi maka alat dapat diterapkan pada setiap ruangan kelas tanpa memerlukan perubahan signifikan pada infrastruktur yang ada.
2. Tampilan yang simpel tidak terlalu mencolok dengan ukuran yang kecil. Dimana antarmuka pengguna akan memiliki tampilan yang simpel dan tidak mencolok. Hal ini bertujuan untuk tidak mengganggu suasana ruang kelas dan memberikan pengalaman pengguna yang sederhana dan mudah dimengerti.
3. Dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan oleh 1 orang dengan jam kerja 12 jam per minggu, Dengan hanya melibatkan satu orang dalam proses pengembangan, proyek diharapkan dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan dengan komitmen jam kerja 12 jam per minggu.
4. Rangkaian dapat kompatibel dengan peralatan yang sudah ada. Dimana rancangan nantinya mampu untuk berintegrasi dengan peralatan yang sudah ada di ruang kelas, sehingga memungkinkan keselarasan yang baik antara solusi yang ditawarkan dan fasilitas yang sudah ada.
5. Biaya rangkaian tergolong murah, dengan mudahnya biaya rangkaian, sehingga dapat digunakan dengan mudah oleh berbagai lembaga pendidikan lainnya.

1.2.2 Usulan Solusi

Dari kebutuhan dan karakteristik produk yang telah dijelaskan sebelumnya maka didapatkan lah tiga solusi sebagai berikut :

1.2.2.1 Solusi 1

Pada solusi pertama Sistem menggunakan sensor pendeteksi gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan orang di kelas, jika sensor mendeteksi minimal 3 orang di dalam ruangan kelas

maka sensor akan mengaktifkan aliran listrik dan menhidupkan layar proyektor serta mengaktifkan sensor suhu dan sensor cahaya. Lalu sensor suhu akan mendeteksi suhu pada ruangan kelas dan menhidupkan kipas jika suhu melebihi 18°C dan mematikan kipas jika suhu terdeteksi berada di bawah 18°C , kemudian sensor cahaya akan mendeteksi intensitas cahaya jika cahaya kurang dari 250 lux maka sensor akan otomatis menhidupkan lampu dan jika sensor mendeteksi intensitas cahaya melebihi dari 250 lux maka lampu akan mati secara otomatis. Ketiga sensor tersebut diatur dan dihubungkan dengan Mikrokontroler yang nantinya akan mengontrol pembacaan setiap sensor sehingga sensor nantinya dapat bekerja sesuai fungsinya.

Solusi yang dirancang menggunakan cover dari bahan akrilik yang akan diposisikan di atas kusen pintu, dengan posisi sensor ultrasonic menyorot lurus tepat di bawah untuk mendeteksi keberadaan manusia, kemudian ketika sensor tersebut mendeteksi keberadaan tiga orang manusia, secara otomatis perangkat akan mengaktifkan arus listrik serta dua sensor lainnya yaitu sensor suhu dan cahaya, sensor suhu tersebut nantinya akan mendeteksi suhu pada ruangan dan menhidupkan kipas jika mendeteksi suhu yang melebihi 18°C dan menonaktifkannya jika mendeteksi suhu dibawah 18°C . Dan sensor cahaya nantinya akan mendeteksi intensitas cahaya yang ada di ruang kelas dan akan menhidupkan lampu jika terdeteksi cahaya kurang dari 250 lux sedangkan jika sensor mendeteksi cahaya yang melebihi 250 lux maka alat akan mematikan lampu secara otomatis jika lampu dalam keadaan hidup.

1.2.2.2 Solusi 2

Pada solusi Kedua Sistem menggunakan sensor yang menangkap gelombang inframerah untuk mendeteksi keberadaan orang dikelas, jika sensor mendeteksi minimal 3 orang di dalam ruangan kelas maka sensor akan mengaktifkan aliran listrik dan menhidupkan layar proyektor serta mengaktifkan sensor suhu dan sensor cahaya. Lalu sensor suhu akan

mendeteksi suhu pada ruangan kelas dan menghidupkan kipas jika suhu melebihi 18°C dan mematikan kipas jika suhu terdeteksi berada di bawah 18°C , kemudian sensor cahaya akan mendeteksi intensitas cahaya jika cahaya kurang dari 250 lux maka sensor akan otomatis menghidupkan lampu dan jika sensor mendeteksi intensitas cahaya melebihi dari 250 lux maka lampu akan mati secara otomatis. Ketiga sensor tersebut diatur dan dihubungkan dengan Mikrokontroler yang nantinya akan mengontrol pembacaan setiap sensor sehingga sensor nantinya dapat bekerja sesuai fungsinya.

Solusi yang dirancang menggunakan cover dari bahan akrilik yang akan diposisikan di atas kusen pintu, dengan posisi sensor pendeteksi sinyal inframerah menghadap sudut 45° yang nantinya akan mendeteksi keberadaan manusia, kemudian ketika sensor tersebut mendeteksi keberadaan tiga orang manusia, secara otomatis perangkat akan mengaktifkan arus listrik serta dua sensor lainnya yaitu sensor suhu dan cahaya, sensor suhu tersebut nantinya akan mendeteksi suhu pada ruangan dan menghidupkan kipas jika mendeteksi suhu yang melebihi 18°C dan menonaktifkannya jika mendeteksi suhu dibawah 18°C . Dan sensor cahaya nantinya akan mendeteksi intensitas cahaya yang ada di ruang kelas dan akan menghidupkan lampu jika terdeteksi cahaya kurang dari 250 lux sedangkan jika sensor mendeteksi cahaya yang melebihi 250 lux maka alat akan mematikan lampu secara otomatis jika lampu dalam keadaan hidup.

1.2.2.3 Solusi 3

Pada solusi terakhir Sistem menggunakan kamera untuk mendeteksi keberadaan orang di kelas menggunakan pemrosesan citra, jika kamera mendeteksi minimal 3 orang di dalam ruangan kelas maka alat akan mengaktifkan aliran listrik dan menghidupkan layar proyektor serta mengaktifkan sensor suhu dan sensor cahaya. Lalu sensor suhu akan mendeteksi suhu pada ruangan kelas dan menghidupkan kipas jika suhu

melebihi 18°C dan mematikan kipas jika suhu terdeteksi berada di bawah 18°C, kemudian sensor cahaya akan mendeteksi intensitas cahaya jika cahaya kurang dari 250 *lux* maka sensor akan otomatis menghidupkan lampu dan jika sensor mendeteksi intensitas cahaya lebih dari 250 *lux* maka lampu akan mati secara otomatis. Ketiga sensor tersebut diatur dan dihubungkan dengan Mikrokontroler yang nantinya akan mengontrol pembacaan setiap sensor sehingga sensor nantinya dapat bekerja sesuai fungsinya.

Solusi yang dirancang menggunakan cover dari bahan akrilik yang akan diposisikan di atas kusen pintu, dengan posisi kamera menyorot dari sudut 45° yang akan mendeteksi keberadaan manusia yang berada di ruang kelas, kemudian ketika sensor tersebut mendeteksi keberadaan tiga orang manusia, secara otomatis perangkat akan mengaktifkan arus listrik serta dua sensor lainnya yaitu sensor suhu dan cahaya, sensor suhu tersebut nantinya akan mendeteksi suhu pada ruangan dan menghidupkan kipas jika mendeteksi suhu yang melebihi 18°C dan menonaktifkannya jika mendeteksi suhu dibawah 18°C. Dan sensor cahaya nantinya akan mendeteksi intensitas cahaya yang ada di ruang kelas dan akan menghidupkan lampu jika terdeteksi cahaya kurang dari 250 *lux* sedangkan jika sensor mendeteksi cahaya yang melebihi 250 *lux* maka alat akan mematikan lampu secara otomatis jika lampu dalam keadaan hidup.

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Pada Analisa usulan solusi ini penulis menggunakan *House of Quality (HoQ)* untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan secara sistematis ke dalam fitur desain. Dalam hal ini *HoQ* berfungsi sebagai representasi visual yang menyediakan kerangka kerja yang lebih terstruktur sehingga kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi dengan baik. Berikut Tabel *HoQ* dari kebutuhan pelanggan dan fitur desain yang penulis sediakan.

Tabel 1. 1 House of Quality (HoQ)

Relative Weight	Customer Importance	Direction of Improvement	Functional Requirements												
			Alat Menggunakan arduino	Alat menggunakan ESP32	Alat Menggunakan sensor untuk mendeteksi manusia	Alat Menggunakan kamera untuk mendeteksi manusia	Alat dapat berjalan tanpa Koneksi Internet	Alat menggunakan System Real-time	Alat Memiliki mode sleep	Konsumsi daya alat rendah	Pengukuran/pembacaan alat yang baik	Biaya kurang dari 1 juta			
14%	5	Perangkat dapat hidup dan mati otomatis	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
8%	3	Alat Tidak mengganggu Privasi pengguna	-	-	●	▽									
14%	5	Alat mudah untuk di pasang	●	○	●	○		○	○						
14%	5	Biaya kurang dari 1 juta	○	●	●	○						○	●		
11%	4	Ukuran Alat kecil	●	●	●	●							●		
11%	4	Konsumsi daya alat rendah	○	○	●	○	●	○	●	●	●	●	●		
14%	5	Alat mampu mengukur suhu ruangan	●	●	●	▽				○	●				
14%	5	Alat mampu mengukur Intensitas Cahaya	●	●	●	▽				○	●				
		Importance Rating Sum (Importance x Re	90	90	108	68	27	33	22	47	67	39			
		Relative Weight	15%	15%	18%	12%	5%	6%	4%	8%	11%	7%			
		Our Product													
		Solusi 1	●	▽	●	▽	○	○	○	○	○	○	○	1222	32%
		Solusi 2	●	▽	●	▽	○	○	○	●	●	○	1336	35%	
		Solusi 3	▽	●	○	●	○	○	○	○	●	▽	1278	33%	

Pada solusi pertama penulis menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan manusia di ruangan kelas dan mendeteksi suhu dengan sensor DHT11 serta mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR. Dengan alat-alat tersebut didapatkanlah rancangan dengan biaya paling murah dari ketiga solusi yang diberikan. Sensor ultrasonik sendiri dapat mendeteksi pergerakan manusia dalam berbagai kondisi cahaya, baik di dalam maupun di luar ruangan, tanpa dipengaruhi oleh suhu atau cahaya yang berubah, tetapi sensor ultrasonik memiliki jangkauan yang terbatas sehingga hanya dapat mendeteksi keberadaan manusia pada area tertentu.

Pada solusi kedua penulis menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia di ruangan kelas dan mendeteksi suhu dengan sensor DHT22 serta mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR. Dengan alat-alat tersebut didapatkanlah rancangan dengan biaya yang

cukup terjangkau. Sensor PIR sendiri memiliki efisiensi terhadap energi sehingga penulis dapat menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu lebih baik lagi, dalam instalasinya sensor PIR memiliki konfigurasi yang lebih sederhana daripada sensor ultrasonik tetapi sensor pir sangat rentan terhadap deteksi palsu jika ada perubahan suhu secara tiba-tiba.

Pada solusi ketiga penulis menggunakan kamera sebagai pendeteksi keberadaan manusia di ruangan kelas dan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu, serta mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR. Dengan alat-alat tersebut didapatkanlah rancangan dengan biaya paling mahal dikarenakan harga kameranya yang lebih mahal dari pada sensor sebelumnya. Dengan menggunakan kamera penulis dapat mendeteksi keberadaan manusia pada ruangan kelas dengan lebih akurat tetapi proses tersebut membutuhkan daya yang lebih tinggi dan memerlukan pemrosesan data yang lebih kompleks.

1.2.4 Solusi yang Dipilih

Dari Analisis Usulan Solusi yang telah dijelaskan maka penulis memilih solusi kedua sebagai solusi terbaik karena pada solusi ini biaya perancangan tergolong murah dan instalasi yang sederhana membuat waktu perangkaian alat nantinya akan lebih cepat.