

J141 - PERANCANGAN PERANGKAT PENGENDALI SISTEM RUMAH CERDAS (*SMART HOME*) BERBASIS RASPBERRY-PI

Alfian Tan¹, Marihot Nainggolan¹, Ignatius A. Sandy¹, Oetomo²

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141 Telp 022 2032655

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141 Telp 022 2032655

Email: alfian.tan@unpar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang sebuah modul sederhana pengendali sistem rumah cerdas (smart home) berbasis Raspberry-Pi. Rumah cerdas merupakan sebuah kebutuhan yang muncul seiring semakin banyaknya tuntutan terhadap peran manusia yang dibatasi ruang dan waktu. Keterbatasan-keterbatasan ini seringkali membuat penghuni rumah sulit untuk mengelola huniannya sendiri. Kesulitan seperti ini akhirnya berdampak pada tidak terpeliharanya hunian yang mengakibatkan ketidaknyamanan penghuni akan rumahnya sendiri. Perangkat rumah cerdas yang dirancang dalam penelitian ini melingkupi teknologi pengendali, jaringan peralatan elektronik, dan sistem terotomatisasi yang akan membantu penghuni rumah memenuhi kebutuhan-kebutuhan akan pengaturan huniannya. Raspberry-Pi merupakan salah satu alat khusus yang dipakai dalam penelitian ini sebagai pusat pengendali dan pengolahan data perangkat sistem rumah cerdas. Alat ini dipilih karena harganya yang relatif terjangkau namun tetap memiliki kemampuan yang baik sehingga berpotensi pada pengembangan produk rumah cerdas yang dapat menjangkau banyak kalangan.

Kata kunci: *pengendali sistem rumah cerdas sederhana; perangkat rumah cerdas Raspberry-Pi; rumah cerdas (smart home); sistem keamanan rumah; sistem keselamatan penghuni rumah*

Pendahuluan

Tuntutan peran manusia dalam kehidupannya semakin tinggi. Namun demikian manusia selalu dibatasi oleh berbagai hal seperti ruang, waktu dan tenaga. Peran dalam profesi pekerjaan seringkali menyita hampir seluruh waktu dan konsentrasi seseorang sehingga membuat peran dan tanggungjawab di aspek lain terabaikan. Hal ini sering berdampak negative pada manusia seperti terjadinya kecelakaan, pemborosan biaya, bencana, dan hubungan sosial yang terganggu. Keterbatasan yang dimiliki manusia salah satunya dapat diatasi dengan alat bantu. Berbagai macam alat bantu yang bersifat mekanik maupun digital telah diciptakan sejak dahulu dengan tujuan memudahkan pekerjaan manusia dan menjadi solusi atas keterbatasannya. Teknologi yang berkembang dengan pesat tentunya memungkinkan perkembangan alat bantu yang dapat menjawab setiap kebutuhan manusia. Dalam bidang komunikasi, adanya internet menjadi terobosan luar biasa yang mempengaruhi bidang-bidang lainnya termasuk pendidikan, kesehatan, dan keamanan. Berbagai alat seperti komputer, telepon, televisi, dan mobil diciptakan sehingga mengatasi keterbatasan manusia dalam menghitung, berkomunikasi, dan transportasi bahkan dengan adanya internet, alat-alat tersebut dikembangkan lebih jauh dengan fitur-fitur yang semakin memudahkan kegiatan manusia.

Manusia adalah makhluk yang membutuhkan tempat tinggal. Di dalam tempat tinggalnya, manusia melakukan berbagai aktivitas pribadi kesehariannya ataupun aktivitas-aktivitas lain yang mungkin terkait profesinya. Sudah selayaknya di dalam sebuah tempat tinggal, manusia memperoleh kenyamanan yang diinginkannya. Namun demikian, tidak hanya menggunakan atau menikmati tempat kediaman dan seluruh isi di dalamnya, manusia sebagai penghuni pun menjalankan peran untuk memelihara tempat tinggalnya. Sayangnya keterbatasan manusia seringkali membuatnya mengabaikan tanggungjawab bahkan kehilangan konsentrasi pada perannya di aspek lain. Salah satunya terkait peran sebagai penghuni rumah. Oleh sebab itu diperlukan alat bantu bagi manusia dalam menjalankan perannya tersebut.

Rumah cerdas (*smart home*) merupakan suatu sistem terotomatisasi di sebuah tempat tinggal manusia yang mengatur berbagai macam fitur layanan/fasilitas dalam rumah (Richquebourg et al., 2006). Pengaturan terhadap berbagai macam fitur layanan secara terotomatisasi ini tentunya dimaksudkan membantu mewujudkan kenyamanan di dalam rumah serta mengatasi keterbatasan manusia dalam pemeliharaan tempat tinggalnya. Konsep rumah cerdas

bukan sebuah konsep yang baru. Jiang et al. (2004) menyatakan bahwa terdapat banyak proyek rumah cerdas yang telah dilakukan pihak perusahaan sampai pada saat itu. Bahkan Venkatesh (2008) menyatakan bahwa terdapat proyek pengembangan rumah cerdas yang dilakukan oleh masyarakat secara langsung di beberapa tahun terakhir sampai saat itu. Berdasarkan Wilson et al. (2015) jumlah penelitian di bidang rumah cerdas ini terus meningkat secara eksponensial. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, saat ini sudah terdapat produk rumah cerdas yang dapat dinikmati oleh masyarakat. Salah satu produk yang dimaksud adalah perangkat rumah cerdas merk *Panasonic* yang menawarkan pemasangan yang sederhana dan pengendalian yang mudah mencakup telepon nirkabel, alarm, sensor pada jendela, saluran listrik. Namun demikian perangkat yang ditawarkan memiliki harga yang relatif tinggi dan hanya terintegrasi spesifik dengan peralatan dari produsen yang sama.

Masih banyak tantangan dan celah yang dapat dikembangkan dengan dukungan teknologi internet dalam pengembangan teknologi rumah cerdas. Venkatesh (2008) dan Wilson et al. (2015) memaparkan beberapa tantangan pengembangan teknologi rumah cerdas ke depan. Beberapa yang relevan dengan kondisi saat ini antara lain tingkat privasi rumah tangga yang semakin menurun, ketepatan antarmuka penggunaan sistem rumah cerdas, siapa pengguna teknologi ini, bagaimana orang-orang akan menggunakan teknologi ini, modularitas produk, keterjangkauan harga produk, serta kepraktisan implementasi/pemasangan. Dalam penelitian ini, sebuah produk pengendali sistem rumah cerdas akan dikembangkan menggunakan komponen pengendali Raspberry-Pi. Adapun karakteristik sistem pengendali rumah cerdas yang akan dikembangkan dengan menggunakan Raspberry-Pi ini adalah perangkat rumah cerdas yang sederhana, pengendalian perangkat yang mudah, serta adanya potensi harga produk yang terjangkau apabila nantinya diproduksi secara massal. Keterjangkauan dari perangkat pengendali sistem rumah cerdas ini tentunya didukung dengan pemilihan Raspberry-Pi sebagai komponen pusat kendali. Seperti layaknya rangkaian *Central Processing Unit* (CPU) pada sebuah komputer *desktop*, Raspberry-Pi merupakan sebuah CPU berukuran kecil yang berfungsi sebagai pusat pengolahan informasi dalam sistem rumah cerdas nantinya. Raspberry-Pi memiliki harga yang relatif terjangkau bagi banyak kalangan namun tetap memiliki kapasitas yang cukup untuk mendukung pengendalian sistem rumah cerdas sederhana

Tahapan Penelitian

Bagian ini akan menguraikan tahapan/metodologi yang digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Terdapat 4 tahapan besar yang diadaptasi dari Ulrich dan Eppinger (2012) yang akan dilakukan dalam penelitian ini hingga akhirnya sebuah prototipe rancangan pengendali sistem rumah cerdas terbangun. Tahapan-tahapan tersebut antara lain: pernyataan misi perancangan produk, identifikasi kebutuhan konsumen, perancangan spesifikasi teknis produk, dan perancangan konsep produk. Uraian lebih lanjut mengenai fungsi dan hasil pelaksanaan setiap tahap penelitian dijabarkan seperti di bawah ini.

Pernyataan misi perancangan produk

Tahap awal perancangan perangkat pengendali rumah cerdas dimulai dengan menyusun pernyataan misi perancangan produk. Tahap ini dilakukan untuk mendefinisikan lingkup mencakup sasaran, batasan dan asumsi yang akan digunakan dalam perancangan perangkat pengendali. Berikut pada Tabel 1 merupakan pernyataan misi perancangan produk yang dimaksud.

Tabel 1. Pernyataan misi perangkat pengendali rumah cerdas

Pernyataan Misi: Produk Rumah Cerdas	
<i>Product Description</i>	Sistem pengendalian rumah cerdas yang dapat meningkatkan keamanan penghuni rumah
	Sistem pengendalian rumah cerdas yang dapat meningkatkan keselamatan penghuni rumah
	Sistem pengendalian rumah cerdas yang dapat dikendalikan jarak jauh
<i>Benefit Proposition</i>	Sistem pengendalian rumah cerdas yang dapat dikendalikan secara mudah melalui internet maupun secara langsung menggunakan raspberry
	Sistem pengendalian rumah cerdas yang ekonomis
<i>Key Business Goals</i>	Sistem pengendalian rumah cerdas yang dapat memenuhi keinginan penghuni rumah di Indonesia
	Sistem pengendalian rumah cerdas yang dapat dipasang dan digunakan dengan mudah
	Sistem pengendalian rumah cerdas yang dapat bersaing dengan produk luar negeri
<i>Primary Market</i>	Pemilik rumah yang tinggal di kompleks perumahan dan apartemen
<i>Secondary Market</i>	Penghuni rumah yang tinggal di kompleks perumahan dan apartemen
<i>Assumptions and Constraints</i>	Kebutuhan calon pengguna smarthome tidak berubah secara signifikan selama penelitian berlangsung
<i>Stakeholders</i>	Pemilik dan penghuni rumah
	Industri pembuat alat elektronik lokal

Identifikasi kebutuhan target konsumen

Tahap ini dilakukan untuk memenuhi *key business goal* pertama yang telah ditetapkan pada Tabel 1. Identifikasi kebutuhan akan menjamin efektivitas perangkat/produk yang nantinya akan dikembangkan. Sesuai dengan target pasar produk pada Tabel 1, maka sasaran responden dalam proses identifikasi kebutuhan ini adalah pemilik atau penghuni apartemen atau rumah di dalam kompleks yang secara spesifik adalah kompleks perumahan swasta. Untuk menjamin validitas informasi yang didapatkan dari responden maka selain profil tempat tinggal, maka pada penelitian ini ditentukan bahwa responden haruslah seseorang yang telah berusia paling sedikit 17 tahun.

Penerapan perangkat pengendali rumah cerdas tentunya membutuhkan infrastruktur rumah yang memadai dalam hal listrik dan alat-alat, serta membutuhkan tingkat kesadaran teknologi yang memadai dari penggunaannya. Berdasarkan kenyataan ini maka target pengguna produk dibatasi pada salah satu lapisan masyarakat yang memenuhi kriteria ini yaitu bagi mereka yang bertempat tinggal di kompleks perumahan atau apartemen yang sebagian besar tergolong ke dalam masyarakat kelas menengah ke atas.

Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan cara wawancara terhadap responden yang memenuhi syarat. Adapun beberapa poin pertanyaan inti dalam wawancara adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengalaman Bapak/Ibu selama menghuni rumah Bapak/Ibu, adakah masalah negatif terkait keselamatan/keamanan yang pernah Bapak/Ibu alami ?
2. Praktek baik/usaha apa yang Bapak/Ibu lakukan di rumah Bapak/Ibu untuk menjamin keselamatan dan keamanan Bapak/Ibu atau penghuni lain di dalam rumah ?
3. Apakah Anda tahu tentang rumah cerdas (*smart home*) ?
4. Kira-kira apabila ada suatu teknologi rumah cerdas (*smarthome*) yang ditawarkan, apa yang Bapak/Ibu inginkan dari teknologi tersebut ?

Terdapat 83 orang responden yang terjaring dalam proses wawancara ini. Beberapa profil responden dengan proporsi besar adalah responden rentang usia 19-22 tahun dan di atas 31 tahun, berdomisili di Jabar & Banten serta Jabotabek terutama Kota Bandung, dan sebagian besar responden ternyata sudah mengetahui teknologi rumah cerdas. Berdasarkan hasil wawancara ini terdapat 22 butir interpretasi kebutuhan terhadap teknologi rumah cerdas. Namun demikian kedua puluh dua butir ini akan diseleksi kembali untuk disesuaikan dengan deskripsi produk yang pengembangannya dibatasi pada aspek keselamatan dan keamanan tempat tinggal. Tabel 2 berikut ini adalah daftar kebutuhan akhir yang akan menjadi landasan perancangan perangkat pengendali sistem rumah cerdas.

Tabel 2. Kebutuhan perangkat rumah cerdas

No	Kebutuhan	Tingkat Kepentingan
1	Keamanan akses pintu dan jendela otomatis dari pencuri	9
2	Kendali lampu otomatis melalui <i>gadget</i>	8
3	Kendali CCTV otomatis melalui <i>gadget</i>	8
4	Pemeriksaan keamanan biometric	7
5	Keamanan otomatis dari bahaya kebakaran	9
6	Kendali multimedia otomatis melalui <i>gadget</i>	7
7	Akses gerbang rumah otomatis	7
8	Memberi sinyal saat gempa	7

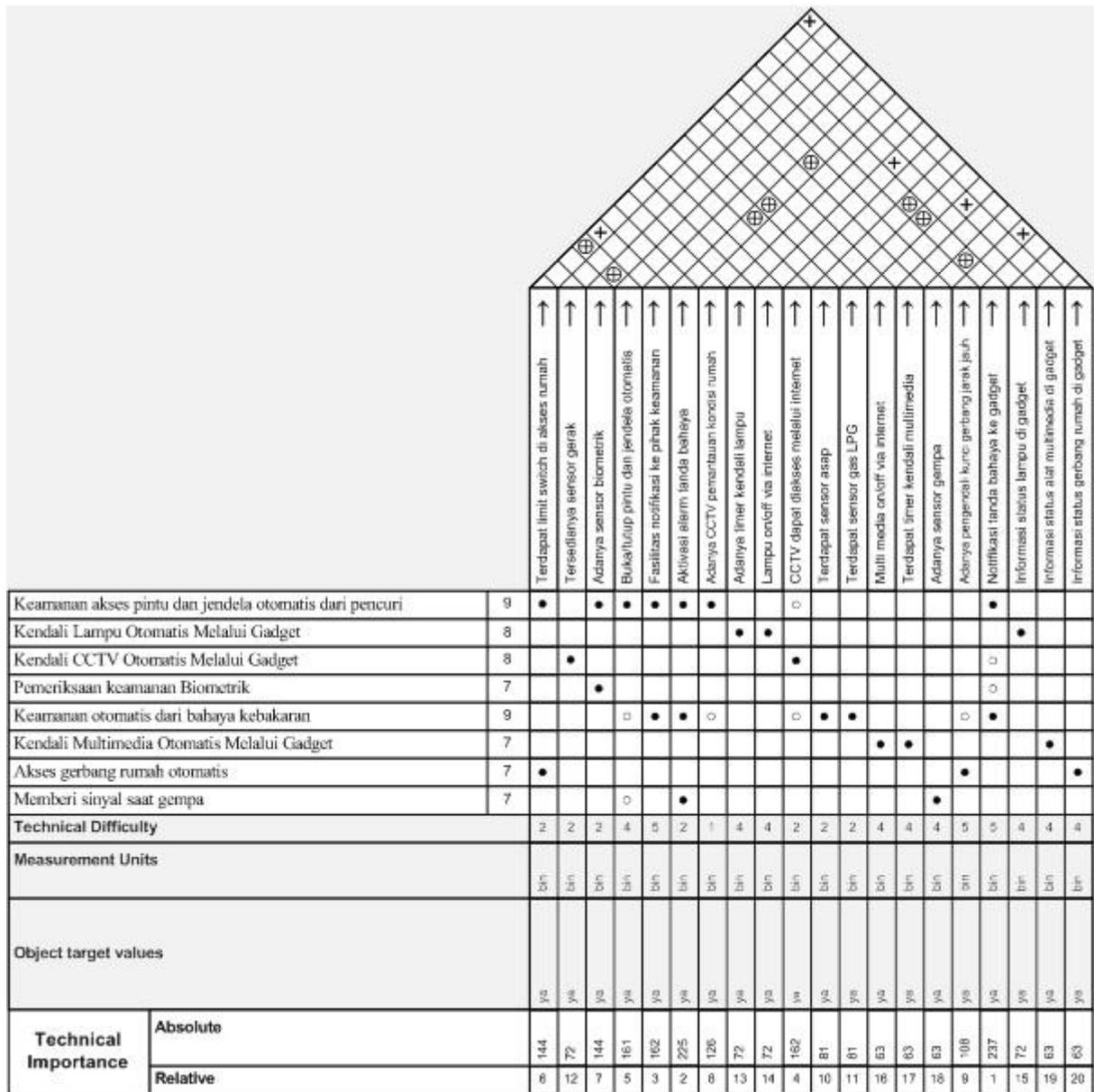
Pada Tabel 2 dapat dilihat adanya tingkat kepentingan dari setiap kebutuhan. Semakin besar nilai kepentingan suatu kebutuhan, maka semakin tinggi prioritas kebutuhan tersebut untuk dipenuhi. Tingkat kepentingan ini dinilai oleh tim perancang dan akan menjadi input bagi prioritas pemenuhan spesifikasi teknis produk.

Perancangan spesifikasi teknis produk

Setelah kebutuhan-kebutuhan produk teridentifikasi, maka tahap selanjutnya adalah menerjemahkan kebutuhan-kebutuhan tersebut ke dalam spesifikasi teknis produk yang akan dirancang. Adapun alat yang akan digunakan dalam proses penerjemahan ini adalah *House of Quality*. Alat ini tidak hanya membantu dalam mengatur spesifikasi teknis hasil penerjemahan kebutuhan namun juga akan memetakan keterkaitan antar kebutuhan dan spesifikasi teknis serta memfasilitasi proses penilaian yang akan dilakukan oleh tim perancang terhadap setiap spesifikasi teknis yang muncul. Gambar 1 merupakan matriks *House of Quality* dari kebutuhan perangkat pengendali sistem rumah cerdas.

Lima spesifikasi teknis yang menjadi prioritas utama dalam pemenuhan kebutuhan konsumen antara lain, notifikasi tanda bahaya ke *gadget*, aktivitas alarm tanda bahaya, fasilitas notifikasi ke pihak keamanan, CCTV yang dapat diakses melalui internet, dan buka tutup pintu dan jendela otomatis. Spesifikasi teknis merupakan penerjemahan yang dilakukan oleh tim perancang dari kebutuhan-kebutuhan yang telah didapatkan. Semua spesifikasi teknis ini ditulis tegak pada bagian atas *House of Quality*, sedangkan bagian tengah merupakan matriks

tingkat/level keterkaitan kebutuhan dengan spesifikasi teknis tertentu. Penilaian tingkat keterkaitan ini pun dilakukan oleh tim perancang.

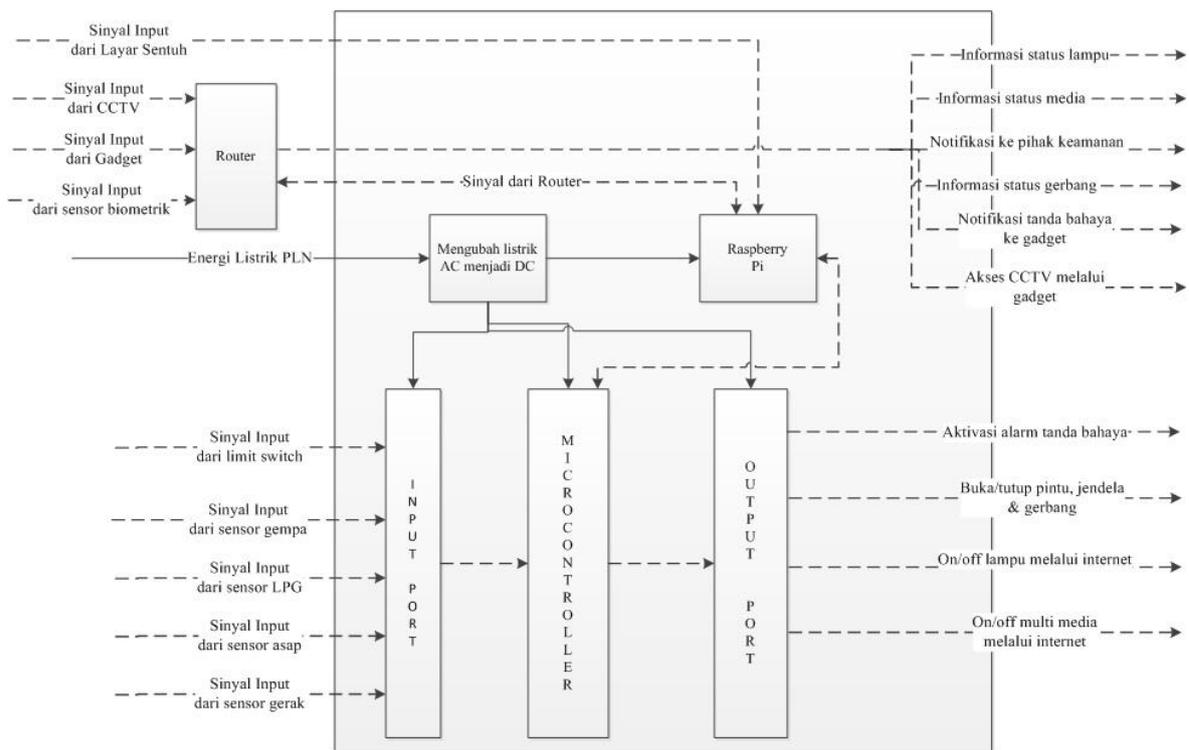


Gambar 1. House of Quality perangkat rumah cerdas

Perancangan konsep produk

Setelah spesifikasi teknis didapatkan, maka tahap selanjutnya adalah membuat konsep produk yang akan dibangun. Konsep produk akan dipetakan melalui diagram fungsi. Diagram fungsi akan menggambarkan kebutuhan masukan, keperluan keluaran dari produk, komponen serta keterkaitan komponen di dalam produk yang sekaligus menggambarkan aliran proses masukan menjadi keluaran yang sesuai spesifikasi teknis produk. Gambar 2 merupakan diagram fungsi untuk produk yang akan dirancang.

Dari Gambar 2 terlihat beberapa perangkat keras yang akan diperlukan untuk menyusun perangkat pengendali sistem rumah cerdas, yaitu *Raspberry-Pi*, *Microcontroller*, *Adaptor*, serta *I/O Port*. Hal-hal lainnya merupakan komponen di luar sistem produk pengendali yang dirancang atau merupakan masukan yang akan diidentifikasi/diperlukan oleh perangkat pengendali untuk beroperasi, diolah, dan menjadi keluaran tertentu sesuai spesifikasi teknis produk.

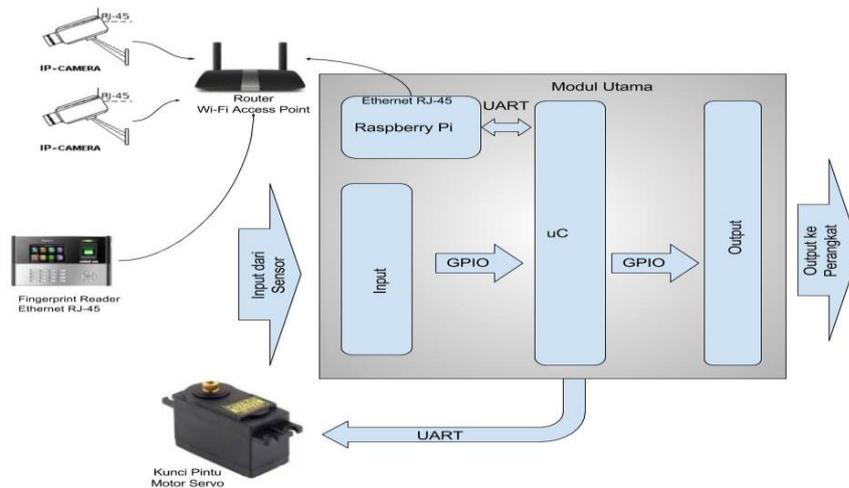


Gambar 2. Diagram fungsi perangkat rumah cerdas

Hasil dan Pembahasan

Perancangan perangkat pengendali sistem rumah cerdas ini dilakukan untuk membantu meningkatkan kenyamanan penghuni dari sisi keselamatan dan keamanan di tempat tinggal. Proses identifikasi kebutuhan perangkat pengendali sistem rumah cerdas dilakukan dengan cara wawancara dan berhasil menunjukkan 22 kebutuhan akan teknologi rumah cerdas. Namun demikian, terdapat kelemahan pada penjangkaran responden untuk keperluan identifikasi kebutuhan ini, yaitu domisili responden yang sebagian besar masih di wilayah Bandung. Capaian terjauh daerah domisili responden yang terjaring pada penelitian ini adalah Padang dan Pematang Siantar. Namun wilayah-wilayah ini memang hanya terwakili oleh 1 sampai 2 orang.

Keluasan penjangkaran responden ini tentunya akan sangat berpengaruh terhadap modus kebutuhan-kebutuhan teknologi yang muncul sehingga produk hasil rancangan pun akan berbeda dalam prioritas pemenuhan kebutuhannya. Berdasarkan profil responden yang terjaring, maka rancangan perangkat pengendali rumah cerdas dalam penelitian ini akan lebih sesuai untuk kebutuhan masyarakat di daerah Jawa Barat & Banten dan DKI Jakarta. Penjangkaran responden dan kebutuhan nantinya harus diperluas lagi sehingga pada akhirnya dapat mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan akan perangkat kendali sistem rumah cerdas dari seluruh penduduk di wilayah Indonesia yang diwujudkan dengan sistem kendali yang mampu diatur/disesuaikan dengan cara hidup pengguna.



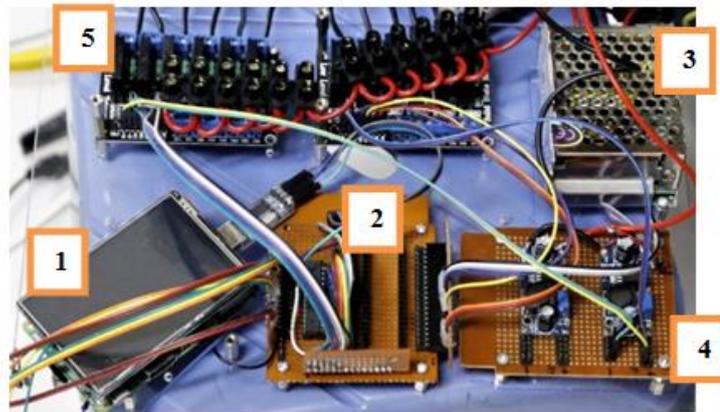
Gambar 3. Perangkat keras produk rumah cerdas

Setelah melewati tahap-tahap konseptual perancangan produk, akhirnya rancangan konseptual tersebut diterjemahkan ke dalam setiap spesifikasi perangkat keras dan hubungannya. Terdapat 2 modul perangkat keras dalam prototipe produk yang dirancang, yaitu modul utama dan modul pendukung. Gambar 3 menunjukkan rancangan perangkat keras produk. Modul utama perangkat/produk terdiri dari Raspberry-Pi, *Microcontroller*, *Port Input* (5V) dan *Port Output* (220V). Raspberry-Pi akan berfungsi sebagai *Web Server* dan antarmuka dengan pengguna perangkat pengendali rumah cerdas di dalam rumah atau dalam jaringan. Alat ini pun akan berfungsi sebagai pengumpul data dan sarana pengaturan otomatis dengan konfigurasi dari pengguna. Raspberry-Pi pun dapat mengakses perangkat yang tersambung ke jaringan *Ethernet* seperti *IP Camera* dan *Fingerprint Reader*. Perangkat-perangkat lain yang tidak terhubung dengan *Ethernet* adalah perangkat-perangkat yang dikendalikan melalui *microcontroller* dengan Raspberry-Pi dan terhubung dengan *port input* dan *output*. *Port input* dan *port output* yang harus disiapkan dalam perangkat pengendali dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kebutuhan *Port Input* dan *Output*

No	<i>Port Input</i>	<i>Port Output</i>
1	Sensor Asap	Lampu
2	Limit Sensor Pintu dan Jendela	Alarm <i>Smoke Detector</i>
3	Sensor Gerak	Multimedia
4	Sensor Gas di Dapur	Alarm gas di dapur
5	Sensor Gempa	Kunci pintu dan jendela

Kebutuhan *port* tersebut disesuaikan dengan spesifikasi teknis yang telah tergambarkan dalam diagram fungsi produk. Modul tambahan yang akan disediakan dalam rancangan perangkat pengendali sistem rumah cerdas adalah *IP-Camera* serta *Fingerprint Reader* yang tersambung ke modul utama melalui jaringan *Ethernet* serta kunci pintu dan jendela yang menggunakan motor servo dan terhubung ke modul utama melalui *port output*. Gambar 4 di bawah ini merupakan perangkat keras yang disusun sebagai purwarupa awal modul utama perangkat pengendali Sistem Rumah Cerdas.



Gambar 4. Modul utama perangkat pengendali

Perangkat no 1 pada Gambar 4 merupakan Raspberry-Pi sebagai pusat pengendali. Raspberry-Pi yang digunakan ditambahkan layar sentuh sehingga memudahkan akses pengguna ketika ingin melakukan perubahan-perubahan kecil ataupun pengendalian secara langsung pada perangkat. Bagian no 2 adalah *microcontroller* dengan *port input* dan *output*. Alat no 3 dan 4 berfungsi merekayasa energi listrik yang akan disalurkan ke komponen-komponen elektronik di modul utama. Adapun kedua komponen tersebut berturut-turut berfungsi mengubah arus AC menjadi DC dan menurunkan tegangan listrik DC. Sementara itu komponen no 5 merupakan *relay* yang nantinya akan terhubung dengan komponen-komponen lampu dan multimedia. Tidak hanya perangkat keras, tentunya perangkat lunak berisi prosedur logika pengendalian sistem rumah cerdas pun dibangun. Logika pengendalian pun disesuaikan dengan kebutuhan yang teridentifikasi. Selain melalui layar sentuh dalam modul utama, pengendalian pun dirancang dengan akses secara nirkabel menggunakan *smartphone/gadget*. Hal ini merupakan perwujudan dari kebutuhan yang teridentifikasi dari responden. Modul utama yang berisi rangkaian perangkat keras serta prosedur pengendalian rumah cerdas yang telah dibangun dalam perangkat lunak akan diuji dan diterapkan dalam sebuah miniatur rumah yang dilengkapi dengan lampu dan sensor yang diperlukan.

Kesimpulan dan Saran

Penelitian yang dilakukan telah menghasilkan suatu rancangan perangkat pengendali sistem rumah cerdas yang sebagian besar menjangkau kebutuhan masyarakat di Jawa Barat & Banten serta DKI Jakarta. Namun demikian, hasil rancangan masih berupa perangkat sistem pengendalian yang sederhana dan perancangan pun baru sebatas aspek fungsional produk, masih banyak aspek-aspek lain yang harus dipertimbangkan sehingga produk ini akhirnya layak untuk dipasarkan. Prototipe yang dihasilkan masih diterapkan untuk skala laboratorium. Aspek lain yang harus dipertimbangkan dalam perancangan produk ini adalah estetika produk dan juga perlu dilakukan analisis finansial sehingga potensi penggunaan Raspberry-Pi untuk menghasilkan produk sistem pengendali rumah cerdas dengan harga lebih terjangkau dapat terjustifikasi.

Ucapan Terimakasih

Artikel ilmiah ini merupakan bagian dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap sistem pengendali Smart Home menggunakan Raspberry-Pi. Kami tim peneliti mengucapkan terimakasih atas pendanaan yang telah diberikan oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi sesuai kontrak penelitian No:1598/K4/KM/2017. Kami pun mengucapkan terimakasih kepada semua petugas lapangan yang telah membantu pengamatan dan pengumpulan data serta perancangan purwarupa.

Daftar Pustaka

- Jiang, L., Liu, D-Y., dan Yang, B. (2004), "SMART HOME RESEARCH" *Proceedings of the Third International Conference on Machine Learning and Cybernetics*. Shanghai. pp. 659-663
- Panasonic, <http://www.panasonic.com/uk/consumer/smart-home.html> (Diakses: 12 Oktober 2017)
- Ricquebourg, V., Menga, D., Durand, D., Marhic, B., Delahoche, L., dan Loge, C. (2006), "The Smart Home Concept: our immediate future" *1st IEEE International Conference on e-Learning in Industrial Electronics*. Hammamet. pp. 23-28

Ulrich, K.,T., dan Eppinger, S.,D. (2012), “*Product Design and Development 5th ed*”, McGraw-Hill

Venkatesh, A. (2008), “*Digital home technologies and transformation of households*” *Information Systems Frontiers*, 10(4), pp. 391-395

Wilson, C., Hargreaves, T., dan Hauxwell-Baldwin, R. (2015), “*Smart Homes and their users: a systematic analysis and key challenges*” *Personal and Ubiquitous Computing*, 19(2), pp. 463-476