

SISTEM AUTOKONEKSI PERANGKAT CERDAS YANG DITERAPKAN PADA SISTEM PENGAWASAN DAN KONTROL DENGAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS*

Nanda Cahyangtia Pratama¹, Muhammad Ary Murti², Ratna Mayasari³

^{1,2,3}Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹npcahyangtia@gmail.com, ²arymurti@telkomuniversity.ac.id, ³ratnamayasari@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perangkat cerdas yang memiliki kecerdasan dalam melakukan koneksi ke internet dan proses otomatisasi registrasi di *server* merupakan bagian yang dibutuhkan dalam terbentuknya *internet of things*. Pada penelitian ini dikembangkan perangkat cerdas untuk membangun sambungan ke internet menggunakan jaringan 3G dengan mendeteksi *SIM card* yang digunakan dan kecerdasan sistem untuk melakukan otomatisasi registrasi di *server*, serta mampu mengalokasikan *database* sesuai dengan *ID* perangkat cerdas. Penerapan kecerdasan dalam mikrokontroler yaitu kecerdasan dalam memproses data sensor untuk melakukan aksi tertentu. Dari hasil pengujian perangkat, diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi *SIM card* adalah 0,46 detik dan waktu koneksi ke jaringan internet adalah 17,961 detik.

Kata Kunci: perangkat cerdas, otomatisasi, registrasi otomatis, deteksi *SIM Card*, *internet of things*

Abstract

Smart device that has smartness in connecting to internet and the automatic registration process on server is required part in formatting the Internet of things. In this research, a smart device was built in connection to the internet using the 3G network data by detecting which SIM card is used and smart systems for the automatic registration on server, and able to allocate the database according to the smart device ID. Smartness application in microcontroller is the smartness in processing the sensor data to perform a particular action. Based on the results of the testing tool, the time needed to detect the SIM card is 0.46 seconds, and to connect the Internet is 17.961 seconds.

Keywords: smart device, automation, automatic registration, detecting SIM Card, Internet of Things

1. Pendahuluan

Perkembangan ICT saat ini menuju ke era komunikasi *machine to machine*, *network control system*, *wireless sensor network* dan *internet of things* yang membuka peluang untuk aplikasi baru dengan menggunakan jaringan data [1], [2], [3]. *Internet of Things* (IoT) adalah era baru kecerdasan komputasi yang menghubungkan segala benda [4]. IoT juga dapat membentuk komunikasi antar benda dengan orang dan antar benda dengan benda itu sendiri [5]. Sedangkan M2M, merupakan solusi dari *internet of things* yang menggunakan jaringan nirkabel untuk menghubungkan antar perangkat sehingga meminimalkan campur tangan manusia secara langsung [1]. *Internet of things* memerlukan beberapa kebutuhan yaitu *database* yang besar, jaringan yang menghubungkan antar perangkat, kemampuan untuk mendeteksi, dan kepingan yang tertanam.

Penelitian ini bertujuan untuk membentuk komunikasi antar perangkat dibutuhkan media komunikasi yang handal dan memiliki cakupan yang luas. *Mobile Celuller Technology* memiliki keuntungan pada cakupan yang luas dan mudah

dalam menyediakan koneksi melalui jaringan internet [6]. Dengan cakupan yang luas dalam penerapan dari teknologi *internet of things* segala sesuatu dapat dipantau dan dikontrol dari jarak yang jauh.

Beberapa penelitian terdahulu membahas tentang *system monitoring* kondisi rumah menggunakan Xbee S2 [7] untuk menghubungkan antar *end device* dengan koordinator. Penelitian yang lain juga membahas tentang *system monitoring* dan kontrol menggunakan Zigbee untuk membangun *home automation* dengan *interface* berupa halaman *web* [5], selain itu ada yang menggunakan SMS untuk mengontrol kondisi rumah dari jauh [8].

Dalam penelitian sebelumnya, untuk menghubungkan ke jaringan seluler hanya dilakukan menggunakan satu operator saja dan jika pengguna ingin menggunakan operator lain, maka perlu melakukan konfigurasi secara manual. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikembangkan kecerdasan perangkat untuk mengidentifikasi kartu SIM, dan konfigurasi akan dilakukan oleh perangkat secara otomatis. Perangkat ini mampu terhubung secara otomatis ke Internet yang disediakan oleh operator manapun.

Sedangkan dalam penelitian lain, untuk menghubungkan perangkat cerdas ke *server* dilakukan secara manual dengan memasukkan *ID* perangkat dan beberapa konfigurasi di sisi *server*, maka antara client dan *server* dapat terhubung. Oleh karena itu, sistem pendaftaran otomatis dikembangkan dalam penelitian ini untuk memeriksa *ID* perangkat di sisi *server* dan dapat mendaftarkan *ID* perangkat yang belum terdaftar sebelumnya. Dengan meningkatkan penelitian ini, perangkat dapat terhubung ke internet dan *server* secara otomatis tanpa konfigurasi oleh pengguna atau *administrator server*. Hal ini dapat meminimalkan waktu dalam proses pendaftaran dan lebih *user friendly*.

Selain itu, diperlukan kecerdasan dalam terbentuknya IoT. Namun dalam penerapannya, kecerdasan dalam mikrokontroler masih terbatas dalam kecerdasan memproses data sensor untuk melakukan aksi tertentu. Perlu adanya penambahan kecerdasan pada mikrokontroler sehingga meningkatkan kehandalan dari perangkat cerdas. Dengan penambahan kecerdasan untuk dapat tersambung dengan jaringan internet merupakan solusi meningkatkan kehandalan dari perangkat cerdas. Menggunakan jaringan 3G yang disediakan oleh *provider* di Indonesia, sistem dapat memanfaatkan fasilitas seperti jaringan internet, akses data, dan lain sebagainya. Menambahkan teknologi berbasis internet ini memiliki keuntungan pada investasi yang murah dan cakupan yang luas [6]. Selain itu dengan melakukan penambahan kecerdasan pada proses otomatisasi register pada sisi *server* dapat membantu dalam penyederhanaan proses registrasi.

2. Desain Sistem

2.1. Model Sistem

Pada Gambar 1 menunjukkan model sistem yang akan dirancang pada penelitian ini. Sistem yang dirancang merupakan penggabungan antara dua proses yaitu proses pengawasan dan kontrol melalui jaringan internet. Secara garis besar penelitian ini terdiri dari tiga bagian yaitu bagian perangkat cerdas, bagian *server* dan bagian pengguna. Pada bagian perangkat cerdas terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki yaitu terdapat kecerdasan untuk terhubung dengan jaringan, pendeteksian keadaan sekitar menggunakan sensor. Pada bagian *server* terdapat kelebihan untuk melakukan otomatisasi registrasi perangkat cerdas yang terhubung dengan *server*. Sedangkan, pada bagian pengguna untuk melakukan pengawasan dan kontrol dilakukan menggunakan interface berupa halaman *web*.

State S_1 = Kondisi Tidak Tersambung dengan Jaringan

State S_2 = Kondisi Tersambung dengan Jaringan

State S_3 = Kondisi Tidak Terhubung dengan *Server*

State S_4 = Kondisi Terhubung dengan *Server*

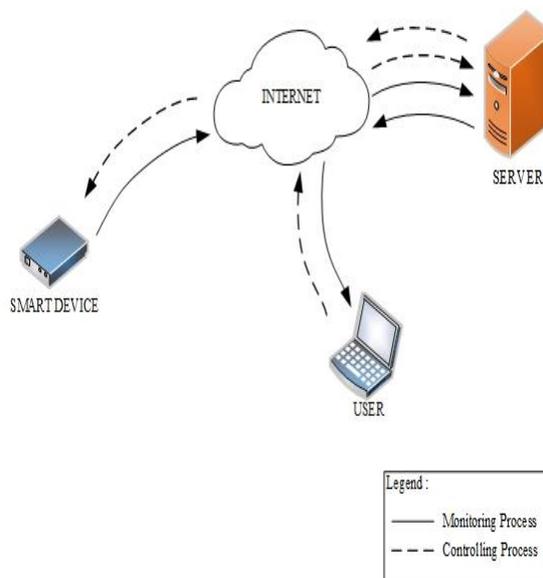
State S_5 = Kondisi Perintah Tidak Terkirim

State S_6 = Kondisi Perintah Terkirim

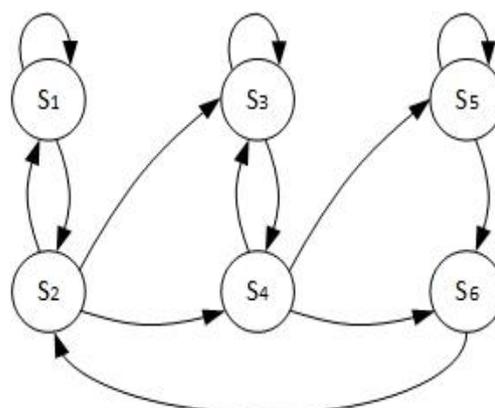
Pada Gambar 2 menunjukkan alur transisi dari setiap state dalam kecerdasan yang terdapat pada perangkat. Dimulai dari kondisi saat koneksi dengan jaringan, koneksi dengan *server* selanjutnya kondisi saat perintah dikirimkan.

2.2. Chart of SIM Card Detection

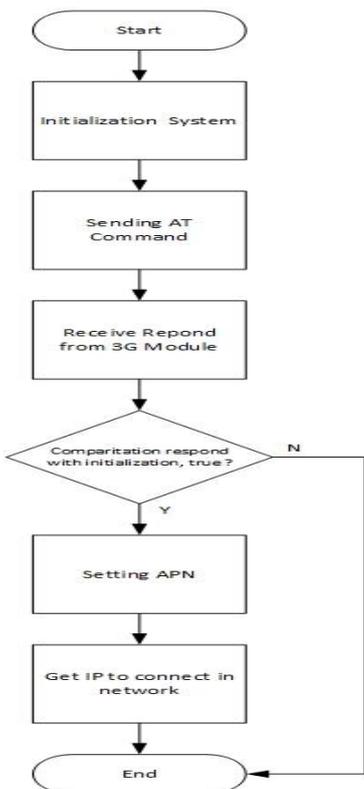
Pada Gambar 3 menunjukkan *flowchart* proses dari deteksi *SIM card*. Alur pendeteksian dimulai dari pembacaan kode IMSI dari *SIM card* yang terpasang pada modul 3G menggunakan perintah *AT Command*. Setelah didapatkan kode IMSI dari *SIM card* tersebut, kemudian dilakukan perbandingan dengan data yang diinisialisasikan sebelumnya. Jika hasil perbandingan menunjukkan nilai benar maka akan dilanjutkan ke proses pengaturan APN, sedangkan jika hasil perbandingan menunjukkan nilai salah maka perangkat cerdas akan meminta memasukkan *SIM card* yang sesuai. Setelah proses pengaturan APN selesai maka perangkat cerdas mendapatkan IP yang digunakan untuk tersambung dengan jaringan internet.



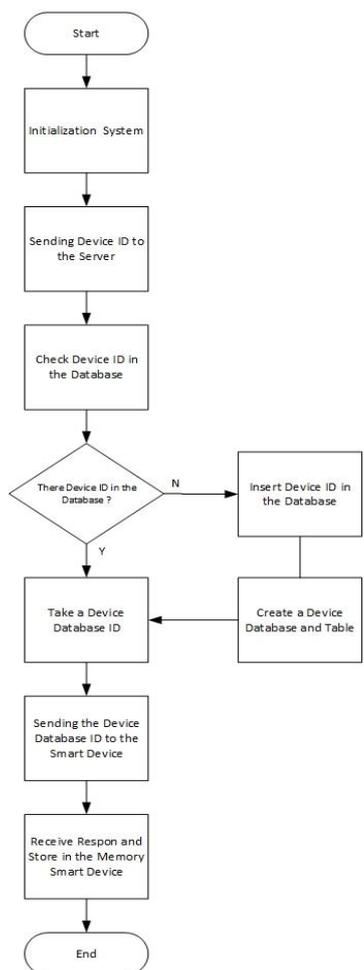
Gambar 1. Model Sistem



Gambar 2. Rantai Markov Kecerdasan Perangkat



Gambar 3. Flowchart Deteksi SIM Card



Gambar 4. Flowchart Otomatisasi Registrasi

Tabel 1. Kode IMSI Sistem

Jenis Kode	Kode Unik	Keterangan
MCC	510	Operator di Indonesia
MNC	10	Operator A
	01	Operator B
	11	Operator C

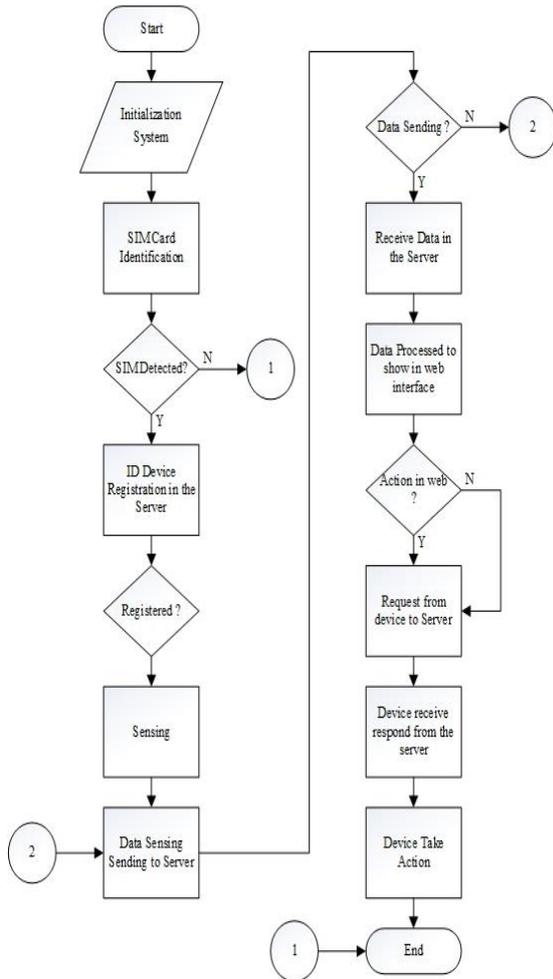
2.3. Flowchart Otomatisasi Registrasi

Pada Gambar 4 menunjukkan *flowchart* proses otomatisasi registrasi di *server*. Alur registrasi dimulai dari proses inialisasi sistem berupa pendeklarasian *ID* perangkat pada perangkat cerdas, kemudian dilanjutkan proses pengecekan *ID* perangkat tersebut ke *server* untuk diperiksa apakah sudah terdaftar pada *database* atau belum. Jika *ID* perangkat tersebut sudah terdaftar maka *server* akan mengirimkan respon berupa *ID* dari *database* yang dialokasikan untuk perangkat tersebut. Namun, jika *ID* perangkat tersebut belum terdaftar pada *database server* maka akan dilakukan proses memasukkan *ID* tersebut dan mengalokasikan *database* khusus yang digunakan oleh perangkat cerdas untuk menyimpan data. Kemudian *server* akan mengirimkan respon berupa *ID* dari *database* yang dibuat tadi ke perangkat cerdas. Setelah respon diterima oleh perangkat cerdas selanjutnya akan disimpan pada *memory* perangkat cerdas yang nantinya akan digunakan untuk mengirimkan data dari perangkat cerdas ke *server*.

2.4. Flowchart Realisasi Sistem

Dari Gambar 5 menunjukkan *flowchart* realisasi sistem yang dimulai dari inialisasi berupa inialisasi pada *script* yang di-*upload* ke mikrokontroler meliputi inialisasi kode *IMEI provider* seluler, inialisasi port, dan variable pendukung dalam sistem, selain itu juga inialisasi pada sisi *web* dan pada shield I/O yang dibuat. Setelah proses inialisasi selesai, selanjutnya adalah proses pendeteksian *SIM card* yang digunakan. Jika *IMEI* dari *SIM card* yang digunakan terdapat pada inialisasi, maka proses dilanjutkan pada otomatisasi registrasi di *server*. Respon dari otomatisasi registrasi yang dikirimkan ke perangkat cerdas berupa *ID* dari *database* yang dialokasikan untuk perangkat cerdas tersebut. *ID* tersebut digunakan untuk proses pengiriman data sensor ke *server* sehingga data sensor akan masuk pada *database* yang telah sediakan. Setelah *server* menerima data dari perangkat cerdas maka data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik pada halaman *web*. Untuk proses pengontrolan, pada halaman *web* tersebut terdapat tombol yang telah diprogram sebelumnya untuk memberikan respon ke perangkat cerdas untuk melakukan aksi tertentu. Respon yang dihasilkan dari halaman *web* tersebut dikirimkan ke *server* dan menunggu perangkat cerdas melakukan *request* kontrol untuk mengirimkan respon tersebut ke

perangkat cerdas. Setelah respon sampai, dilakukan pengolahan data sehingga dapat menyalakan atau mematikan sesuatu di sisi perangkat cerdas.



Gambar 5. Flowchart Realisasi Sistem

```

do {
  if (Serial.available() != 0) {
    respon[x] = Serial.read();
    x++;
    if (strstr(respon, "51010") != NULL)
    {
      Serial.println();
      Serial.println("Setting APN OPERATOR A...");
      sprintf(aux_str, "AT+CGSOCKCONT=1,\"IP\",\"%s\"", apn);
      sendATcommand(aux_str, "OK", 1000);
      sprintf(aux_str, "AT+CSOCKAUTH=1,1,\"%s\",\"%s\"", user_name, password);
      sendATcommand(aux_str, "OK", 1000);
      answer = 1;
    }
    if (strstr(respon, "51001") != NULL)
    {
      Serial.println();
      Serial.println("Setting APN OPERATOR B...");
      sprintf(aux_str, "AT+CSOCKCONT=1,\"IP\",\"%s\"", apn1);
      sendATcommand(aux_str, "OK", 1000);
      sprintf(aux_str, "AT+CSOCKAUTH=1,1,\"%s\",\"%s\"", user_name1, password1);
      sendATcommand(aux_str, "OK", 1000);
      answer = 1;
    }
  }
}
  
```

Gambar 6. Potongan Script Perbandingan Kode IMSI

```

//input
$key = $_GET['id'];

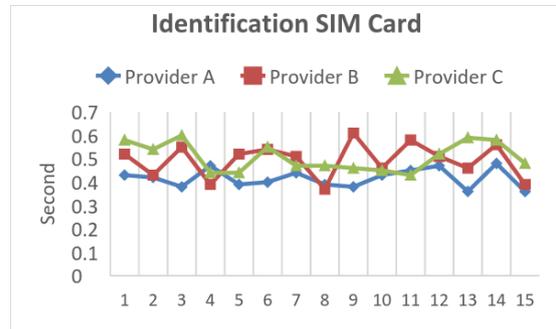
//process main code
$id_check = "id_device";
$id_device = "data_table";
if(Check_Id($id_check, 'id', $key) == true){
  echo "OK";
}else{
  Register_Id($id_device, 'id', $key);
}
  
```

Gambar 7. Potongan Script Otomatisasi Registrasi

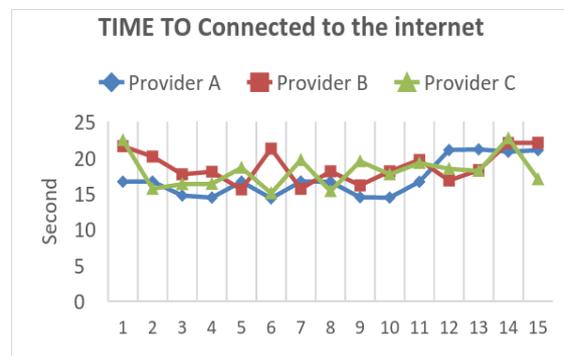
```

id = id + respon1 + respon2;
id.toCharArray(buff,3);
EEPROM.writeBlock<char>(addr_eeprom, buff, 3);
EEPROM.readBlock<char>(addr_eeprom, output, 3);
String appear = String(output);
  
```

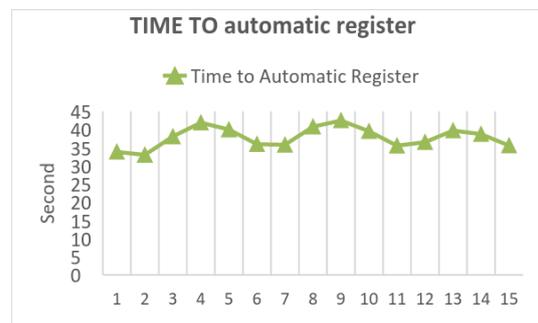
Gambar 8. Potongan Script EEPROM



Gambar 9. Identifikasi SIM Card



Gambar 10. Waktu Terhubung ke Internet



Gambar 11. Waktu Otomatisasi Registrasi

3. Implementasi Sistem

Proses implementasi dari perangkat cerdas yang dibuat menggunakan arduino sebagai mikrokontroler dan modul 3G sebagai interkoneksi dengan jaringan. Implementasi pendeteksian *SIM card* dilakukan dengan menggunakan perintah AT Command untuk mendapatkan informasi dari modul 3G. Perintah yang digunakan yaitu AT+CIMI untuk mendapatkan informasi berupa kode IMSI *SIM card* yang digunakan pada modul 3G. IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*) merupakan 15 digit kode unik secara internasional yang terdiri dari kode unik negara, kode jaringan, dan nomer identitas *subscriber* [9] dimana setiap *provider* dan setiap *subscriber* memiliki kode uniknya sendiri. Dari kode IMSI tersebut hanya digunakan lima digit awal yang menandakan identitas negara dan identitas dari *provider* terkait sehingga bersifat umum dan semua *SIM card* dari *provider* tertentu dapat digunakan setelah dideklarasikan lima digit awal kode IMSI. Pada Tabel 1 menunjukkan data kode IMSI yang dipergunakan dalam implementasi pendeteksian *SIM card* pada penelitian ini.

Proses deteksi IMSI dilakukan dengan membandingkan respon berupa kode IMSI yang didapatkan dari modul 3G dengan inialisasi kode IMSI yang menandakan *provider* terkait yang telah ditanamkan di mikrokontroler untuk menentukan *provider* yang digunakan. Pada Gambar 5 adalah potongan *script* perbandingan kode IMSI dari respon modul 3G dengan inialisasi kode IMSI *provider*.

Setelah dilakukan proses perbandingan maka didapatkan *provider* yang digunakan, kemudian modul 3G melakukan pengaturan APN, sehingga modul 3G dapat terkoneksi dengan jaringan internet. APN merupakan mekanisme untuk menentukan MS dalam berkomunikasi melalui jaringan seluler dengan situs lain serta digunakan untuk menentukan alamat IP dari perangkat *mobile* untuk terhubung dengan GGSN [10].

Implementasi perangkat cerdas yang kedua, yaitu penerapan otomatisasi registrasi. Tahap ini dilakukan dengan membuat beberapa *script* pada *server* untuk memeriksa ID perangkat yang dikirimkan perangkat cerdas apakah sudah terdaftar atau belum ketika awal dinyalakan. Kemudian mengirimkan data *database* yang dialokasikan khusus ke perangkat cerdas ke mikrokontroler untuk disimpan pada *memory*-nya (EEPROM) untuk proses pengiriman data sensor ke *server*. Jika ID belum terdaftar maka ID perangkat tersebut disimpan pada *database* utama dan *generate database* dan tabel yang digunakan untuk menyimpan data dari perangkat cerdas.

Gambar 7 adalah potongan *script* otomatisasi registrasi di *server* sedangkan Gambar 8 merupakan potongan *script* untuk menyimpan data ke *memory* EEPROM mikrokontroler.

Pada implementasi kecerdasan otomatisasi

register, performansi dari sistem dipengaruhi dari proses *request* data ke sisi *server* yang dilakukan oleh perangkat cerdas, dimana *standart* kualitas dan keadaan modul 3G dalam kondisi baik. Diatakan pada kondisi baik jika mendapatkan RSSI pada rentang -50 sampai -90 dBm menandakan bahwa daya terima mencapai tingkat *high signal* sampai *medium signal* dan kualitas jaringan buruk (RSSI pada rentang -91 sampai -120 dBm *low signal* sampai *poor signal*) [11].

4. Pengukuran dan Analisis

Pada penelitian ini sistem diukur pada dua hal yaitu, kecepatan dan ketepatan perangkat untuk dapat terhubung dengan jaringan internet serta kecepatan dalam proses otomatisasi registrasi di *server*. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 15 kali percobaan untuk melihat keandalan dari sistem yang dibuat.

4.1. Kecepatan dan Ketepatan Perangkat untuk dapat Terhubung dengan Internet

Pada pengukuran ini dilihat berapa waktu yang dibutuhkan perangkat cerdas untuk dapat terhubung dengan jaringan meliputi didalamnya proses pendeteksian *SIM card* yang digunakan. Skenario pengukuran yang dilakukan yaitu perangkat cerdas menggunakan tiga *SIM card* yang digunakan secara bergantian. Hasil pengukuran pendeteksian *SIM card* terdapat pada Gambar 9.

Dari hasil pengukuran sebanyak 15 kali percobaan dapat dilihat bahwa pada perangkat cerdas memiliki kecepatan rata – rata mendeteksi *SIM card* A selama 0,42 detik serta menghasilkan rata – rata waktu untuk terkoneksi dengan jaringan selama 17,064 detik, sedangkan kecepatan rata – rata mendeteksi *SIM card* B selama 0,49 detik serta menghasilkan rata – rata waktu selama 18,711 detik dan memiliki kecepatan rata – rata mendeteksi *SIM card* C selama 0,51 detik serta menghasilkan rata – rata waktu selama 18,108 detik. Dapat ditarik rata – rata perangkat cerdas dapat mendeteksi *SIM card* selama 0,47 detik. Hasil dari proses pendeteksian *SIM card* tersebut dipengaruhi dari performansi modul 3G dalam mengesekusi perintah AT Command yang dikirimkan dan mengirimkan respon yang didapatkan ke mikrokontroler. Sedangkan untuk terhubung dengan jaringan internet, dipengaruhi proses registrasi ke jaringan dari modul 3G dan membaca status dari registrasi tersebut.

4.2. Kecepatan dalam Proses Otomasi Registrasi

Pada pengukuran ini dilihat berapa waktu yang dibutuhkan dalam pembentukan *database* sampai dengan perangkat cerdas menyimpan data tersebut di *memory*-nya. Skenario pengukuran yang dilakukan yaitu dengan menggunakan satu *SIM card* untuk melakukan proses registrasi ke *server*, serta

perhitungan waktu pada perangkat cerdas dan *server* untuk menghitung waktu mulai dan waktu akhir. Hasil pengukuran terdapat pada Gambar 11.

Dari hasil tersebut menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses registrasi yang mencakup pembentukan *database* dan penyimpanan data di sisi perangkat cerdas membutuhkan waktu kurang lebih 37.84 detik. Hasil tersebut dipengaruhi dari proses request data ke sisi *server* yang dilakukan oleh modul 3G dan performansi dari modul 3G itu sendiri. Pada proses otomatisasi register ini dilakukan dua proses pengiriman perintah ke *server*, yaitu proses pengecekan *ID* perangkat dan proses mengambil data pada *database* yang teralokasi untuk perangkat tersebut. Pada penelitian ini kualitas sinyal yang diterima modul 3G berkisar -90 dBm dimana *standart* kualitas modul 3G dalam kondisi baik jika mendapatkan RSSI pada rentang -50 sampai -90 dBm menandakan bahwa daya terima mencapai tingkat *high signal* sampai *medium signal* dan kualitas jaringan buruk jika RSSI pada rentang -91 sampai -120 dBm (*low signal* sampai *poor signal*) [11]. Jadi kualitas sinyal yang diterima oleh modul 3G masuk ke dalam rentang *medium signal* namun dengan selisih yang sedikit mendekati *poor signal* sehingga dengan kualitas yang diterima modul 3G akan berpengaruh pada lamanya suatu perintah dikirimkan ke *server* dan suatu perintah sampai dari *server* ke perangkat cerdas selain dari performansi modul 3G itu sendiri. Selain itu dengan semakin baiknya kualitas sinyal yang diterima dapat meminimalkan kegagalan dalam proses pengiriman perintah atau menerima perintah ke atau dari *server*.

5. Kesimpulan dan Pengembangan Kedepan

Penelitian ini mengimplementasikan perangkat cerdas yang memiliki kecerdasan dalam terhubung dengan internet dan kecerdasan dalam proses otomatisasi registrasi di *server*. Kecerdasan yang tertanam pada mikrokontroler dan modul 3G untuk mendeteksi *SIM card* dibutuhkan waktu selama 0,47 detik. Perhitungan deteksi *SIM card* tersebut dipengaruhi oleh performansi modul 3G dalam membaca perintah yang diberikan dan mengirimkan respon ke mikrokontroler. Selain itu, kecerdasan sistem untuk melakukan otomatisasi registrasi berupa pendataan *ID* perangkat dan pembuatan *database* di *server* untuk tiap perangkat dibutuhkan waktu selama 37,84 detik pada kualitas sinyal yang diterima pada modul 3G sebesar -90 dBm. Kecerdasan untuk melakukan otomatisasi registrasi erat kaitannya dengan kualitas sinyal yang diterima oleh modul 3G. Semakin baik kualitas sinyal yang diterima oleh modul 3G maka semakin maksimum hasil dari proses yang dilakukan untuk otomatisasi registrasi.

Pada penelitian selanjutnya, dibutuhkan pengembangan pada kecerdasan yang telah dibuat dan menambahkan kecerdasan aplikasi yang

terhubung dengan pengguna. Kecerdasan tersebut berupa *interface* yang cerdas sehingga pengguna dapat menikmati layanan yang diberikan sistem dengan maksimal bisa berupa *interface* aplikasi *mobile*, atau berupa *web base*.

Daftar Pustaka

- [1] GSMA, Understanding the Internet of Thing (IoT), July 2014.
- [2] M. A. Murti, H. A. Tjokonegoro, E. Leksono and W. Agung, "Multi-delay multi-dropout model of M2M data network for Networked Control System,," *Asia-Pacific Conf. Common. Apcc 2013*, vol. 19, pp. 509-513, 2013.
- [3] A. Ramaddan, M. A. Murti and L. V. Yovita, "Implementation of Networked Control Systems Using Programmable Controller Based Ethernet Network," pp. 432-437, 2013.
- [4] S. D. T. Kelly, N. K. Suryadevara and S. C. Mukhopadhyay, "Towards the Implementation of IoT for environmental condition monitoring in homes,," *IEEE Sens. J*, vol. 13, no. 10, pp. 3846-3853, 2013.
- [5] S. Pandikumar and R. S. Vetrivel, "Internet of Thinks Based Architecture of Web and Smart Home Interface Using GSM," *Int. j. Innov Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 1721-1727, 2014.
- [6] M. Collotta and V. Salerno, "A real-time network based on IEEE 802.5. 4/ZigBee to control home automation environment," *int. forum " Modern Inf.*, 2010.
- [7] M. A. Murti, H. A. Tjokronegoro, E. Leksono and W. Agung, "Performance Analysis Of HSPA Tecnology for Network Control System Application," *Int. J. Comput. Commun. Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 165-175, 2016.
- [8] A. Kurniawan, R. Munadi and R. Mayasari, "Implementasi dan Analisa Wireless Sensor Untuk Monitoring Suhu, Kelembapan dan Kadar CO2 pada Ruangan," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Tekno. di Ind.*, pp. 1-6, 2016.
- [9] S. Steig, A network based IMSI Catcher detection, 2016.
- [10] M. Number, M. Date, M. Location and I. Category, "Restricted-Confidential Information IREG GPRS Working Party GSM Assosation," vol. 5, pp. 6-9, September 1999.
- [11] A. Fourie, Minimum RSSI needed for 3G or LTE, 2015.