Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan *Multi Sensor* Berbasis *Machine – to - Machine*

Dio Permana, Maman Abdurohman, Novian Anggis Suwastika
Fakultas Informatika, Universitas Telkom
Jalan Telekomunikasi no.1, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Indonesia
oidpermana@gmail.com, abdurohman@telkomuniversity.ac.id,
novian.anggis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) merupakan hal yang sangat berbahaya dan akan sangat merugikan banyak pihak. Kebocoran dari satu tabung LPG akan menyebabkan ledakan yang sangat besar. Kejadian kebakaran yang diakibatkan kebocoran gas LPG saat ini sudah tidak hanya terjadi di pemukiman warga saja tetapi sudah banyak yang terjadi di agen penyimpanan tabung – tabung LPG. Pada agen LPG terdapat ratusan hingga ribuan tabung yang diletakkan berdampingan, apabila salah satu tabung mengalami kebocoran, dikhawatirkan akan memicu tabung – tabung yang lain mengalami kebocoran juga hingga mengakibatkan kebakaran.

Untuk mengimplementasikan permasalahan yang terjadi, dibuat sebuah sistem prototipe pendeteksi kebocoran LPG menggunakan *Multi Sensor* berbasis *Machine–to–Machine* (M2M). Konsep M2M berguna untuk pendeteksian secara otomatis tanpa adanya campur tangan manusia. Dimana hanya antara mesin dan mesin yang saling bertukar informasi dan menghasilkan sebuah informasi yang akurat tanpa adanya campur tangan manusia secara langsung.

Sistem yang dibangun menggunakan sensor LPG (MQ - 6) dengan memanfaatkan *platform* M2M yaitu OpenMTC. Dimana nantinya user dapat langsung memonitoring secara real time lewat sebuah aplikasi yang terhubung langsung dengan OpenMTC. Setiap sensor yang digunakan akan bertugas mendeteksi kadar gas di ruangan dan ketika terjadi kebocoran masing - masing sensor akan saling berinteraksi untuk menentukan lokasi kebocoran. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada sistem yang dibangun, sensor MQ - 6 dapat diletakkan pada ketinggian 100 CM. Dengan ketinggian tersebut, sensor mampu mendeteksi hingga jarak 75 CM. Dengan menggunakan tiga node sensor sistem dapat mendeteksi di dalam ruangan dengan panjang 270 CM dan lebar 120 CM dengan tidak adanya wilayah yang tidak terdeteksi oleh sensor. Untuk menentukan lokasi kebocoran, sistem menganalisis berdasarkan frekuensi pembacaan data ketika rentang nilai pembacaan sensor 0.6 volt hingga 1.2 volt, dan dalam menentukan lokasi kebocoran semakin jauh sumber kebocoran dengan sensor, maka semakin besar juga nilai frekuensi pembacaan data.

Kata Kunci : Kebocoran Gas LPG, M2M, MQ-6, *Multi Sensor Node, Zigbee*

I. PENDAHULUAN

Sejak tahun 2007 dengan adanya peraturan konversi minyak tanah ke bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) untuk digunakan sebagai bahan bakar memasak, masyarakat Indonesia sudah mulai meninggalkan penggunaan minyak tanah sebagai bahan bakar memasak. Konversi minyak tanah ke LPG sendiri memiliki beberapa dampak positif maupun dampak negatif yang dirasakan masyarakat Indonesia sampai saat ini, salah satu dampak negatif yang dirasakan yaitu seringnya terjadi kebakaran yang diakibatkan oleh kebocoran gas LPG. Dari berbagai kasus kebakaran yang diakibatkan kebocoran gas LPG tidak hanya terjadi di rumah – rumah saja, tapi juga ada yang terjadi di agen – agen atau tempat penyimpanan LPG. Pada agen LPG terdapat banyak tabung gas yang jika terjadi kebocoran pada salah satu tabung, akan berakibat ledakan yang besar. Salah satu faktor yang menyebabkan kebakaran adalah masyarakat sering tidak menyadari bahwa telah terjadi kebocoran gas LPG, mereka biasa menyadari ketika sudah terjadi ledakan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pendeteksi kebocoran gas LPG dengan menggunakan beberapa node sensor untuk mencakup keseluruhan ruangan pada agen LPG yang dapat berjalan secara otomatis tanpa adanya campur tangan manusia dan dapat memberikan informasi lebih awal kepada *End User* untuk bertindak lebih cepat untuk mencegah terjadinya kebakaran.

Untuk mengimplementasikan permasalahan tersebut, pada tugas akhir ini dikembangkan sistem pendeteksian kebocoran gas LPG menggunakan *multi*

sensor berbasis *machine–to–machine* (M2M). Konsep M2M dapat membantu untuk menangani permasalahan pemberian notifikasi lebih awal tanpa adanya campur tangan manusia. Sistem yang dibangun menggunakan sensor gas LPG MQ-6. Sistem ini menggunakan standard komunikasi jaringan nirkabel *Zigbee* dan Platform M2M yang digunakan yaitu OpenMTC. OpenMTC juga akan terhubung langsung dengan aplikasi pada *end user* sehingga proses pemantauan kebocoran dapat dilakukan secara otomatis.

Sistem yang dibangun pada Tugas Akhir ini berupa prototipe dimana setiap masing – masing node sensor akan terus memantau kondisi di ruangan agen LPG. Jika masing – masing node sensor mengalami perubahan parameter maka sistem nantinya akan memberikan notifikasi kepada user berupa lokasi dimana yang terjadi kebocoran.

II. TEORI

A. *Machine – to - machine* (M2M)

M2M merupakan sebuah konsep yang luas yang dapat digunakan untuk menggambarkan setiap teknologi yang memungkinkan setiap perangkat jaringan untuk bertukar informasi dan melakukan tindakan tanpa ada campur tangan manusia[2]. Komunikasi M2M sering digunakan untuk pemantauan jarak jauh. Penerapan komunikasi M2M sangat luas, seperti penggunaan pada *Industrial, Home Appliances, Security, Green Energy, Automation*. Gambaran keguaan M2M dapat dilihat pada *Gambar 1*:

Gambar 1 M2M

B. *Wireless Sensor Network* (WSN)

WSN merupakan sebuah infrastruktur jaringan nirkabel yang memanfaatkan beberapa node sensor untuk memonitor kondisi fisik dan lingkungan sekitar, seperti sensor suhu, getaran, tekanan, gas dan lain – lain. Pada awalnya, WSN dikembangkang untuk keperluan militer dalam medan perang, tapi saat ini penggunaan WSN banyak diterapkan pada berbagai macam bidang, seperti bidang Kesehatan, Tracking, Home Automation, Kebakaran, Kebocoran Gas dan lain – lain.

C. Gas LPG

LPG adalah gas hidrokarbon yang dicairkan dengan tekanan untuk memudahkan penyimpanan, pengangkutan, dan penangananya yang pada dasarkan terdiri atas propane, butane, atau campuran keduanya [6] :

1. LPG mempunyai berat jenis/densitas lebih berat dari udara, sehingga jika bocor akan sedikit mengembang diatas permukaan tanah/lantai.
2. LPG yang diedarkan ke pengguna sudah diberi zat odor yang mempunyai bau yang khas, untuk memudahkan dalam mengidentifikasi jika terjadi kebocoran.
3. Bersifat mudah terbakar (*flammable).*
4. Tidak berwarna
5. Tidak terasa, jika dirasa dengan lidah atau tertelan.
6. Jika terjadi kebocoran dengan konsentrasi sekitar 2-3% volume, dapat menyebabkan kehilangan kesadaran (*Anesthetics)* yang dapat mengakibatkan pusing dan selanjutnya bisa pingsan.
7. Jika terjadi kebocoran di ruang tertutup, gas LPG dapat menggantikan oksigen di ruangan tersebut dan dapat mengakibatkan gangguan saluran pernapasan (sesak napas) terhadap orang yang ada dalam ruangan tersebut.

D. OpenMTC *Platform*

OpenMTC merupakan sebuah platform komunikasi yang digunakan dalam berbagai macam penelitian dan pengembangan inovatif pada aplikasi *Machine – to Machine* dan *Internet of Things (IOT).* Penggunaan platform *OpenMTC* yaitu untuk menghubungkan berbagai sensor dan actuator pada lokasi yang berbeda menggunakan teknologi *Cloud Computing* [5].

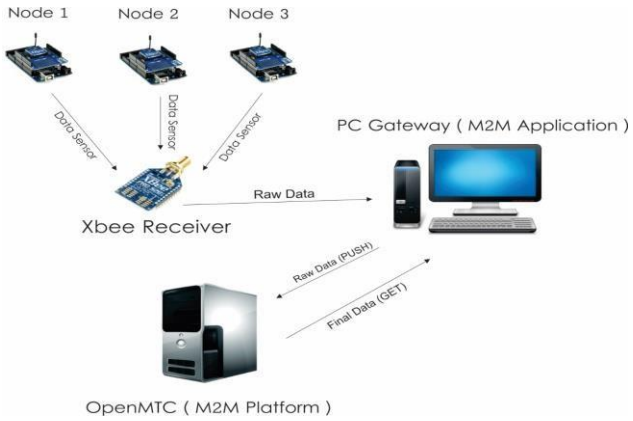
E. Butane Gas

Karena kandungan LPG yang beredar di Indonesia memiliki kandungan propane dan butane minimum 97%, dimana kadar masing – masing yaitu 70% atau 60% butana dan 30% atau 40% kandungan propana[7], maka dari itu pada pengujian sistem yang dibangun akan menggunakan *Butane* gas yang biasa dapat digunakan pada kompor komportable. Karena *Butane* gas tersebut merupakan kandungan terbanyak yang ada di LPG dan bisa merepresentasikan kandungan LPG sebenarnya. Pada *Gambar 2* merupakan contoh *Butane Gas* yang akan digunakan :

Gambar 2 Butana Gas

III. PERANCANGAN

A. Gambaran Umum Sistem



Gambar 3 Gambaran Umum

Sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang dibangun ini terdiri dari 3 *Device Sensor*, *M2M Application*, dan *M2M Platform*. *Device Sensor* yang digunakan terdiri dari mikrokontroller Arduino Uno R3, I/O Expansion shield, Sensor MQ – 6 sebagai sensor LPG, dan Xbee S2 yang berfungsi sebagai transmitter. Pada sisi M2M Application terdapat 2 fungsi yang berbeda, dimana yang pertama dapat digunakan sebagai Gateway dengan menggunakan XBee S2 yang dipasang pada laptop / PC yang nantinya akan menampung data dari ketiga device sensor untuk diolah. Gateway juga akan bertugas sebagai yang mengirimkan data – data yang sudah diolah ke OpenMTC yang nantinya akan disimpan di dalam OpenMTC. Fungsi yang kedua yaitu dapat berfungsi sebagai aplikasi pada sisi User, yang berguna menampilkan data kebocoran gas LPG dan informasi berupa lokasi sumber kebocoran. M2M Platform yang digunakan adalah OpenMTC. OpenMTC berperan sebagai tempat penyimpanan data yang didapat dari ketiga device sensor dan aplikasi pada sisi user akan mengambil data untuk ditampilkan dari OpenMTC.

B. Fungsionalitas Sistem

Dalam sistem yang dibangun pada tugas akhir ini terdapat beberapa fungsionalitas yang harus dipenuhi agar sistem dapat berjalan dengan baik yaitu, *Device Sensor*, *Gateway*, *Platform OpenMTC*, dan Java *Application.*

- ***Device Sensor***
  Device Sensor pada sistem yang dibangun terdiri dari :

1) End Node

Device Sensor merupakan alat yang digunakan untuk mengambil data pada sistem yang berupa mikrokontroller, sensor, Xbee dan sebuah sumber daya.

Gambar 4 End Node

Fungsionalitas *node sensor* adalah sebagai berikut :

1. *Device* harus dapat mendeteksi konsentrasi dari gas LPG
2. *Device* harus dapat mengolah konsentrasi gas LPG menjadi sebuah parameter kebocoran gas
3. *Device* harus dapat berkomunikasi dengan *Gateway* menggunakan Xbee untuk mengirimkan data parameter kebocoran gas.

- **Device Gateway**
  Device Gateway merupakan alat yang digunakan untuk menjadi titik kordinator atau titik tujuan dari *device sensor* yang terdiri dari sebuah Xbee dan Xbee USB *adapter*.

Gambar 5 Device Gateway

Fungsionalitas *Device Gateway* adalah sebagai berikut :

1. *Device* harus dapat berkomunikasi dengan Xbee yang terdapat di *device sensor*
2. *Device* harus dapat menerima data parameter kebocoran dari *device sensor*
3. *Device* harus dapat berkomunikasi langsung dengan java application yang berbasis java.
4. *Device* harus dapat berkomunikasi dengan *platform* OpenMTC sekaligus dapat mengirim data yang didapat dari *device sensor* ke OpenMTC.

- ***Platform* OpenMTC**

Platform OpenMTC merupakan sebuah platform yang lebih dikhususkan untuk perkembangan dunia M2M dan IOT. *Server* OpenMTC sudah memiliki IP public agar dapat diakses dari *device gateway.* Fungsionalitas *platform* OpenMTC adalah sebagai berikut :

1. Server harus dapat berkomunikasi dengan *device sensor*
2. Server harus dapat menyimpan parameter kebocoran pada *Gateway Service Capability Layer (GSCL)* dalam bentuk *containers* yang ada di server OpenMTC sesuai dengan jumlah node *device sensor.*
3. Server harus dapat mengirim data yang didapat dari *device sensor ke java application* .

- **Java *Application***

Java Application merupakan aplikasi java yang berfungsi menerima, mengirim, dan menampilkan status parameter kebocoran gas LPG.

Fungsionalitas Aplikasi adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi harus dapat berkomunikasi dengan server OpenMTC
2. Aplikasi harus dapat menerima, mengolah dan menampilkan prediksi sumber kebocoran berdasarkan parameter kebocoran yang didapat dari *device sensor*.
3. Aplikasi dapat berperan sekaligus menjadi sebuah gateway dan menjadi aplikasi di sisi client untuk menampilkan data dan lokasi

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Skenario Pertama (Ketinggian Sensor)

Pada skenario pertama, pengujian hanya melibatkan salah satu sensor. Sensor akan digantungkan pada sebuah kayu yang nantinya akan digeser ketinggiannya berdasarkan jarak yang sudah ditentukan dan sumber gas diletakkan di lantai tepat dibawah sensor. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dan gas dibocorkan selama 10 detik dengan rentang jarak antara 80 CM hingga 120 CM. *Threshold* yang digunakan sebesar 1.2 V.

Tabel 1 Pengujian Pertama

NO	80 CM	90 CM	100 CM	110 CM	120 CM
1	4.52 Volt	4.41 Volt	4.1 Volt	1.33 Volt	1.09 Volt
2	4.7 Volt	4.22 Volt	4.05 Volt	0.87 Volt	0.91 Volt
3	4.63 Volt	4.39 Volt	3.88 Volt	1.11 Volt	0.86 Volt
4	4.34 Volt	4.01 Volt	4.09 Volt	1.29 Volt	1.24 Volt
5	4.51 Volt	4.26 Volt	3.93 Volt	1.03 Volt	0.99 Volt
6	4.62 Volt	4.31 Volt	3.71 Volt	1.31 Volt	1.02 Volt
7	4.65 Volt	4.27 Volt	3.98 Volt	1.23 Volt	1.15 Volt
8	4.59 Volt	4.34 Volt	3.52 Volt	1.35 Volt	1.1 Volt
9	4.51 Volt	4.11 Volt	3.8 Volt	1.29 Volt	1.2 Volt
10	4.73 Volt	4.43 Volt	3.69 Volt	1.41 Volt	Volt 0.76
Rata - Rata	**4.58** Volt	**4.275** Volt	**3.875** Volt	**1.222**	**1.032** Volt
Akurasi	**100%**	**100%**	**100%**	**70%**	**20%**

Dari hasil pengujian pada *Tabel 1*, pada jarak 80 CM memiliki tingkat akurasi sebesar 100 %, jarak 90 CM memiliki tingkat akurasi sebesar 100 %, jarak 100 CM memiliki tingkat akurasi sebesar 100 %, jarak 110 CM memiliki tingkat akurasi sebesar 70 %, dan pada jarak 120 CM memiliki tingkat akurasi sebesar 20 % .

Dari hasil pengujian yang didapat dapat disimpulkan bahwa jarak optimal ketinggian peletakandari setiap sensor untuk dapat menangkap kebocoran gas yaitu berkisar antara rentang jarak 80 CM hingga 100 CM. Maka dari itu apabila sensor akan diletakkan pada ketinggian, maka jarak tertinggi yang optimal yaitu dengan jarak 100 CM. karena pada jarak itu memiliki tingkat akurasi yang baik yaitu sebesar 100%.

B. Skenario Kedua (Jarak Sensor)

Pada skenario kedua, pengujian melibatkan salah satu sensor. Sensor akan diletakkan pada ketinggian yang disesuaikan dengan pengujian pertama yaitu dengan tinggi 100 CM dan gas akan dibocorkan dari bawah dengan tabung menghadap keatas dan sumber gas akan digeser menjauhi sensor berdasarkan jarak yang sudah ditentukan. Pengambilan data akan dilakukan sebanyak 10 kali dan gas dibocorkan selama 10 detik dengan rentang jarak sumber kebocoran dengan sensor dari 15 CM sampai dengan 90 CM. *Threshold* yang digunakan sebesar 1.2 V.

Tabel 2 Pengujian Kedua

NO	15 CM	30 CM	45 CM	60 CM	75 CM	90 CM
1	3.92 Volt	3.73 Volt	1.8 Volt	1.71 Volt	1.22 Volt	1.03 Volt
2	4.04 Volt	2.5 Volt	2.96 Volt	1.82 Volt	1.39 Volt	1.21 Volt
3	3.9 Volt	3.82 Volt	2.91 Volt	1.62 Volt	1.3 Volt	1.14 Volt
4	4.32 Volt	3.16 Volt	2.52 Volt	1.52 Volt	1.25 Volt	0.9 Volt
5	4.06 Volt	3.36 Volt	2.57 Volt	1.63 Volt	1.25 Volt	0.97 Volt
6	4.02 Volt	3.53 Volt	2.49 Volt	1.65 Volt	1.42 Volt	1.25 Volt
7	4.11 Volt	3.11 Volt	2.65 Volt	1.63 Volt	1.31 Volt	1.2 Volt
8	4.13 Volt	3.24 Volt	2.56 Volt	1.87 Volt	1.43 Volt	0.94 Volt
9	4.03 Volt	3.17 Volt	2.52 Volt	1.79 Volt	1.4 Volt	1.02 Volt
10	3.97 Volt	3.2 Volt	2.65 Volt	1.58 Volt	1.42 Volt	0.9 Volt
Rata – Rata	**4.05** Volt	**3.28** Volt	**2.56** Volt	**1.68** Volt	**1.33** Volt	**1.05** Volt
Akurasi	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**30%**

Dari hasil pengujian pada *Tabel 2*, pada jarak 15 CM sensor memiliki tingkat akurasi sebesar 100%, jarak 30 CM sensor memiliki tingkat akurasi sebesar 100%, jarak 45 CM sensor memiliki tingkat akurasi sebesar 100%, jarak 60 CM sensor memiliki tingkat akurasi sebesar 100 %, jarak 75 CM memiliki tingkat akurasi sebesar 100% dan pada jarak 90 CM sensor memiliki tingkat akurasi sebesar 30%.

Dari hasil pengujian yang didapat dapat disimpulkan bahwa jarak optimal dari setiap sensor untuk dapat menangkap kebocoran gas yaitu berkisar antara rentang jarak 15 CM sampai dengan 75 CM. Jarak terjauh dari sensor untuk mendeteksi kebocoran yaitu berkisar pada jarak 75 CM, dimana pada jarak tersebut memiliki tingkat akurasi yang baik yaitu sebesar 80%.

C. Skenario Ketiga (Lokasi Kebocoran)

Pada skenario pengujian ketiga ini, pengujian hanya melibatkan salah satu sensor saja. Dimana sensor akan ditempatkan sesuai dengan jarak optimal dari pengujian pertama, dimana sensor akan digantungkan pada kayu dengan ketinggian 100 CM. Pengujian akan dilakukan pada rentang jarak sumber kebocoran antara 15 CM hingga 75 CM. Sumber gas akan dibocorkan di rentang jarak tersebut sehingga didapat bagaimana frekuensi pembacaan data ketika voltase sensor > 0.6 dan berhenti menghitung data ketika voltase > 1.2. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan membocorkan sumber gas masing – masing selama 10 detik.

Tabel 3 Pengujian Ketiga

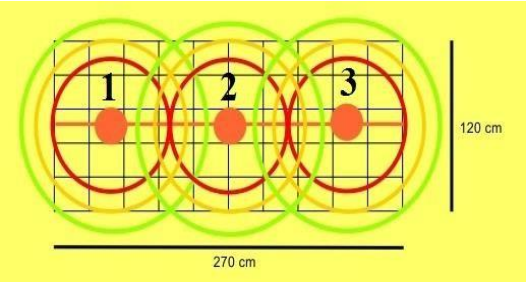
Area 1	Area 2	Area 3
2 Pembacaan	10 Pembacaan	15 Pembacaan
3 Pembacaan	7 Pembacaan	19 Pembacaan
3 Pembacaan	9 Pembacaan	17 Pembacaan
3 Pembacaan	12 Pembacaan	25 Pembacaan
4 Pembacaan	6 Pembacaan	19 Pembacaan
5 Pembacaan	9 Pembacaan	17 Pembacaan
3 Pembacaan	8 Pembacaan	13 Pembacaan
3 Pembacaan	10 Pembacaan	19 Pembacaan
4 Pembacaan	9 Pembacaan	21 Pembacaan
3 Pembacaan	11 Pembacaan	23 Pembacaan
2 Pembacaan	**6 Pembacaan**	**13 Pembacaan**
5 Pembacaan	**12 Pembacaan**	**25 Pembacaan**
2-5 Pembacaan	**6 - 12 Pembacaan**	**13 - 25 Pembacaan**

Dari hasil pengujian pada *Tabel 3*, pada jarak 15 CM frekuensi pembacaan data terkecil yang didapat yaitu 2 data dan data terbesar yaitu 4 data, pada jarak 30 CM frekuensi pembacaan data terkecil yang didapat yaitu 3 data dan pembacaan data terbesar yaitu 5 data, pada jarak 45 CM frekuensi pembacaan data terkecil yang didapat yaitu 3 data dan pembacaan data terbesar yaitu 5 data, pada jarak 60 CM frekuensi pembacaan data terkecil yaitu 6 data dan pembacaan data terbesar yaitu 12 data, pada jarak 75 CM frekuensi pembacaan data terkecil yaitu 13 data dan pembacaan data terbesar yaitu 25 data dan pada jarak 90 CM, frekuensi pembacaan data tidak didapat karena sesuai dengan *Threshold* yang

ditentukan yaitu 1.2 volt dan rentang jarak pembacaan data yaitu > 0.6 hingga > 1.2 volt, berarti pada jarak 90 CM voltase sensor tidak mencapai pada batas 1.2 volt sehingga tidak terdapat berapa frekuensi pembacaan datanya dan juga sesuai dengan percobaan kedua yaitu cakupan luas sensor hanya maksimal 75 CM.

Dari hasil percobaan pada *Tabel 3*, dapat dibagi jarak antara 3 area yang telah ditentukan, yaitu pada Area 1 dengan rentang jarak 0 CM – 45 CM, Area 2 dengan rentang jarak 45 CM – 60 CM, dan Area 3 dengan rentang jarak 60 CM – 75 CM.

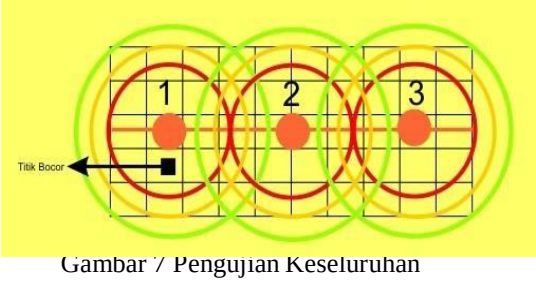
Dari hasil pengujian yang didapat, dapat disimpulkan bahwa jarak untuk ketiga area yaitu pada Area 1 range pembacaan data yang digunakan yaitu 2 – 5 pembacaan data, pada Area 2 range pembacaan data yang digunakan yaitu 6 – 12 pembacaan, dan pada Area 3 menggunakan range pembacaan data yaitu 13 – 25 pembacaan.



Gambar 6 Ukuran Uji

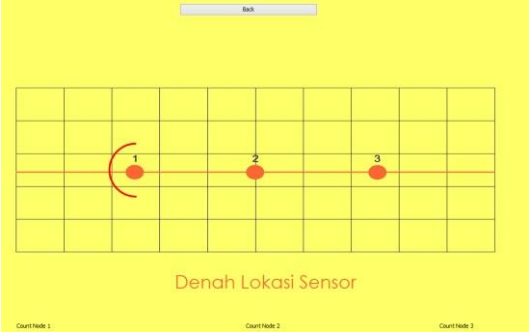
Pada *Gambar 6* merupakan gambaran cakupan sensor dengan panjang 270 CM dan lebar 120 CM dimana jarak antara sensor yaitu 90 CM yang didapat dari jarak optimal pendeteksian sensor dengan memperhatikan tidak adanya wilayah yang tidak terdeteksi oleh sensor. Dengan gambaran ukuran ruangan tersebut, maka masing – masing sensor dipastikan dapat mendeteksi kebocoran gas LPG dari titik manapun dengan kondisi tiap sensor yang berbeda – beda.

D. Pengujian keseluruhan



Gambar 7 Pengujian Keseluruhan

Pada *Gambar 7* terlihat titik yang akan dibocorkan pada area tersebut. Pengujian kali ini masing – masing sensor akan diletakkan pada ketinggian 100 cm, dan meletakkan setiap sensor dengan jarak 90 cm antara sensor 1 dengan sensor yang lain. Ketika gas dibocorkan pada titik tersebut node 1 akan berubah status menjadi bocor pada area 1, node 2 dan node 3 tidak akan berubah status kebocorannya, karena titik kebocoran tersebut sudah tidak di dalam area deteksi pada sensor 2 dan sensor 3. Dimana nantinya sistem akan memberikan notifikasi bahwa telah terjadi kebocoran pada node 1 pada area 1 seperti



Gambar 8 Hasil Pengujian Keseluruhan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan pada Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan *Multi Sensor* Berbasis *Machine – to – Machine* dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Prototipe sistem pendeteksi kebocoran gas LPG mampu mendeteksi gas LPG dari beberapa *node sensor* dan ketika terjadi kebocoran gas LPG dari salah satu *node sensor* sistem mampu menentukan lokasi kebocoran berdasarkan 3 area yang berbeda dari masing – masing *sensor node.* Tiga area tersebut akan membedakan jarak pendeteksian gas LPG dan sistem mampu berjalan dengan memanfaatkan komunikasi M2M menggunakan platform OpenMTC serta standar jaringan sensor Zigbee.
2. Dari hasil skenario pengujian ketinggian, jarak, lokasi kebocoran dan pengujian keseluruhan didapat bahwa:
   a. Ketinggian peletakkan sensor MQ – 6 yang optimal yaitu pada ketinggian 100 cm, karena pada ketinggian tersebut sensor MQ – 6 memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu 100%, dan dengan ketinggian tersebut jarak pendeteksian

yang optimal untuk sensor MQ – 6 yaitu pada jarak 75 cm, karena pada jarak tersebut sensor MQ – 6 memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu 100%.

b. Jarak antara masing – masing sensor yang sesuai agar semua wilayah dapat terdeteksi oleh sensor yaitu 90 cm antar sensor, karena pada jarak tersebut ketiga sensor mampu mendeteksi setiap sisi dari ukuran ruangan uji yang berukuruan panjang 270 cm dan lebar 120 cm.

c. Berdasarkan pengujian sensor MQ - 6 untuk menentukan sumber kebocoran, maka semakin jauh jarak sumber kebocoran dengan sensor MQ – 6, maka nilai frekuensi pembacaan data sensor semakin tinggi.

B. Saran

1. Untuk peningkatan tingkat akurasi dan jarak pendeteksian kebocoran gas, perlu dilakukan peningkatan kualitas sensor yang lebih baik
2. Dalam pengembangan penelitian selanjutnya, pelu diperhatikan untuk pendeteksian kebocoran gas yang terjadi lebih dari satu titik kebocoran pada satu area yang sama.
3. Diperlukannya sensor yang dapat menentukan arah angin, agar pendeteksian kebocoran gas semakin akurat.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] MAHALINGAM, A., NAAYAGI, R. T., & MASTORAKIS, N. E. (2012). Design and Implementation of an Economic Gas Leakage Detector, 20-24.

[2] Rouse, M. (2010, June). Machine - to - Machine (M2M). Retrieved from http://whatis.techtarget.com/definition/machine-to-machine-M2M

[3] Tri Riska Ferawati Widiasrini, P. (2005). Zigbee: Komunikasi Wireless Berdaya Rendah, 65-69.

[4] Wahyudi, E., Hidayat, R., & Sumaryono, S. (2012). Unjukkerja Standar Zigbee pada WPAN dengan Topologi Mesh, 40-47.

[6] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2007). Penyelenggaraan Penyediaan dan Pendistribusian Liquefied Petroleum Gas Tabung 3 Kilogram. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 021 Tahun 2007, (pp. 1-7).

[7] HASHIM, N.B. (2008). THE STUDY OF COMBUSTION CHARACTERISTICS FOR DIFFERENT.3-4

[8] Hanwei Sensor. (n.d.). Datasheet. Technical Data MQ-6 Gas Sensor.

[5] FOKUS, F. (2015, Mei 27). Interface Tutorial. Retrieved from OpenMTC R3 documentation: http://www.open-mtc.org/Downloads/API-Documentation/getting-started/interface.html

[9] Electronics, C. (2015, mei 27). IO Expansion Shield For Arduino(V6) . Retrieved from Central Electronics: http://www.centralelectro.com/catalog.php?action=show_custom&id=2365&cat=

[10] Electronics, C. (2015, Mei 27). Arduino Uno R3. Retrieved from Central Electronics: http://www.centralelectro.com/catalog.php?action=show_custom&id=1516&cat=

[11] MaxStram. (2007). DataSheet. XBee™/XBee-PRO™ OEM RF Modules.

[12] Electronics, C. (2015, Mei 27). XBee USB Adapter V2. Retrieved from Central Electronics: http://www.centralelectro.com/catalog.php?action=show_custom&id=1535&cat=

[13] Taruna, A. P., Abdurohman, M., & Suwastika, N. A. (2015). Pemanfaatan Komunikasi Machine-to-Machine (M2M). Bandung: Telkom University.