

NASKAH PUBLIKASI

***SMARTBOX* PENDETEKSI DAN PENANGGULANGAN KEBOCORAN
TABUNG GAS LPG BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

Muhammad Ridho W.S

D400100047

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

Karya Ilmiah dengan judul “*SMARTBOX* PENDETEKSI DAN PENANGGULANGAN KEBOCORAN TABUNG GAS LPG BERBASIS ARDUINO MEGA 2560” ini diajukan oleh:

Nama : MUHAMMAD RIDHO W.S

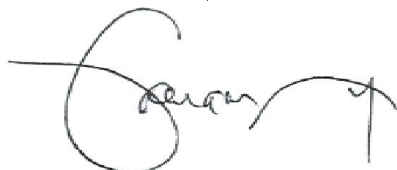
NIM : D 400 100 047

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana jenjang pendidikan Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada:

Hari : Senin

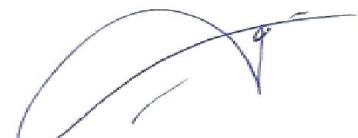
Tanggal : 14 - Juli - 2014

Pembimbing 1



(Gunawan A., ST, M.Comp Sc., Ph.D)

Pembimbing 2



(Umi Fadlillah, ST, M.Eng)

SMARTBOX PENDETEKSI DAN PENANGGULANGAN KEBOCORAN TABUNG GAS LPG BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

**MUHAMMAD RIDHO WIDY SANJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
E-mail: the.bledexman@gmail.com**

ABSTRAKSI

Tabung gas LPG telah banyak digunakan oleh masyarakat luas guna keperluan sehari-hari. Tentunya faktor keamanan menjadi hal utama dalam penggunaan dan pemakaian tabung gas LPG. Baik tabung gas LPG berukuran mini ataupun besar sama-sama memiliki resiko terjadinya kebocoran gas LPG, karena salah satu faktor meledaknya tabung gas LPG dikarenakan terjadinya kebocoran di area sekitar tabung ataupun area sekitar kompor. Untuk itu dibutuhkan sebuah sistem berupa smartbox yang dapat mendeteksi dan menanggulangi kebocoran tabung gas LPG secara otomatis.

Smartbox ini berupa sebuah box kayu yang di dalamnya terdapat sistem yang terintegrasi dengan sebuah board Arduino. Guna keamanan yang lebih maksimal tentunya dalam pembuatan mekaniknya antara sistem elektronik dan perangkat gas diletakkan secara terpisah. Alat ini dilengkapi dengan sensor gas LPG bertipe MQ-6, empat tombol untuk pengaturan sistem, LCD 16x2 sebagai display tampilan, buzzer sebagai alarm, electric valve sebagai pemutus dan penyambung aliran gas LPG, dan fan DC sebagai pembuang gas bocor LPG menuju udara bebas. Pengujian smartbox ini adalah dengan memberikan gas bocor dari gas korek api baik di dalam maupun di area kompor dan alat menunjukkan kadar gas LPG sebesar 10% sampai dengan 100%. Ketika tidak diberikan gas bocor kadar gas LPG yang terdeteksi sebesar 0% sampai dengan 9%. Smartbox ini sengaja tidak diuji dengan diberikan gas bocor dari tabung gas LPG sendiri dan cukup menggunakan gas dari korek api karena kandungan gas korek api sesuai dengan kandungan gas LPG yaitu Propane 30 % dan Butane 70%).

Selain dapat mendeteksi dan menanggulangi kebocoran gas LPG secara otomatis, Smartbox ini juga dilengkapi dengan fitur timer yang dapat digunakan pengguna sehingga pengguna dapat memberi pewaktu mundur pada smartbox antara 1 sampai dengan 20 menit. Ketika waktu telah habis alarm akan berbunyi sebanyak dua kali sebagai penanda.

Kata kunci : *Arduino, Electric valve, Kebocoran Gas LPG, MQ-6, Sensor Gas*

1. PENDAHULUAN

Semenjak dihapuskannya Subsidi pada minyak tanah oleh pemerintah. Banyak masyarakat mulai berrnigrasi untuk menggunakan tabung gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) guna keperluan sehari-hari. Pada awal tahun 2007 Pemerintah mulai menggalakkan sosialisasi mengenai penggunaan tabung gas LPG dengan membuat subsidi gas LPG berukuran mini, dan diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat yang kurang mampu.

Namun dewasa ini telah terjadi kasus - kasus mengenai minimnya tingkat keamanan pada peaggunaan tabung gas LPG, serta kurangnya pemahaman masyarakat mengenai tata cara instalasi yang menyebabkan masyarakat semakin resah dan takut dalam menggunakan tabung gas LPG. Dalam penelitian yang telah dilakukan. Dampak akibat kebocoran gas LPG terjadi dikarenakan berkumpulnya patikel gas LPG (*Propane* 30 % dan *Butane* 70%) di dalam suatu ruangan yang mampat dan tak dapat berpendar ke alam bebas sehingga jika ada percikan api dapat dengan mudah tersulut yang dapat menyebabkan ledakan besar.

Banyak faktor yang dapat menyebabkan bocornya tabung gas LPG, misalnya dalam pemasangan regulator yang tidak tepat, cincin penyekat (*seal*) tabung yang berkualitas buruk, regulator non SNI yang belum teruji kelaikannya, sobeknya selang gas yang dikarenakan hewan pengerat seperti tikus, serta kualitas tabung LPG itu sendiri yang tanpa disadari dapat menyebabkan kebocoran gas secara fatal.

Berdasarkan data dari BPKN (Badan Perlindungan Konsumen Nasional) adalah sampai Juni 2010 terjadi 33 kasus, 8 orang meninggal dan 48 orang luka-luka. Tahun 2009 terjadi 30 kasus, 12 orang meninggal dan 48 orang



Gambar 1. Data kasus ledakan Tabung GAS LPG

luka-luka. Tahun 2008 terjadi 27 kasus, 2 orang meninggal dan 35 orang luka-luka.

Pada tahun 2007 saat program konversi energi ini dimulai terjadi 5 kasus dan mengakibatkan 4 orang luka-luka. Data kasus ledakan tabung Gas dapat dinyatakan pada Gambar 1.

Dari data dalam kasus pada gambar 1 terlihat jumlah ledakan tabung gas LPG yang cukup melonjak dari tahun ke tahun. Ironisnya hingga saat ini kejadian yang sama masih banyak terjadi di masyarakat, dan masih menjadi "Hantu" yang menakuti setiap pengguna tabung gas LPG di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara mencari informasi tentang penelitian baik berupa buku-buku, jurnal-jurnal, internet, dan juga dari sumber lainnya yang mendukung perancangan sistem alat berdasarkan landasan teori yang ada.

2. Eksperimen

Melakukan pembuatan alat dan percobaan sistem serta melakukan pengujian sensor agar alat dapat bekerja dengan normal dalam mendeteksi dan

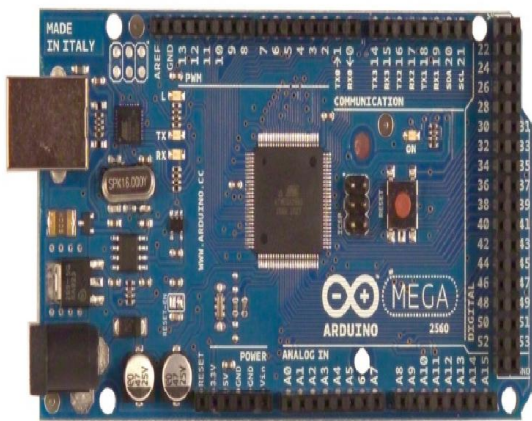
menanggulangi kebocoran tabung gas LPG.

2.1. Komponen Utama

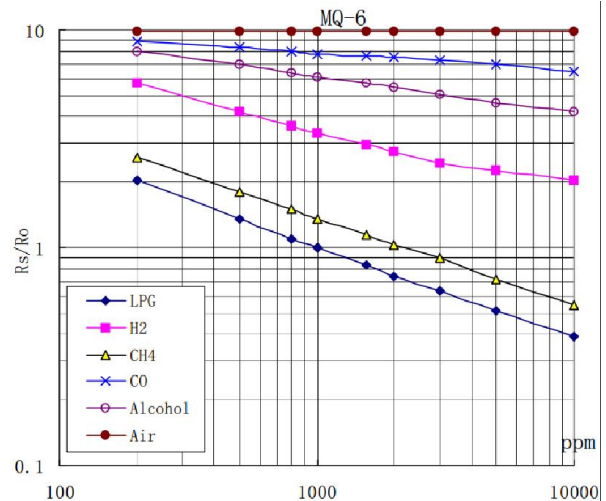
Dalam pembuatan *smartbox* dalam penelitian ini Penulis membutuhkan beberapa komponen utama agar *smartbox* pendeteksi dan penanggulangan kebocoran tabung gas LPG dapat bekerja dengan baik:

2.1.1. Board Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan salah satu jenis board Arduino. Didalamnya telah terintegrasi dengan menggunakan chip Atmega 2560 produksi dari Atmel yang berarsitekturkan Advanced RISC (*Reduce Instruction Set Comptter*). Arduino Mega 2560 memiliki *flash memory* berkapasitas 256 Kbyte (8 Kbyte digunakan sebagai *Bootloader*), *memory EEPROM* 4 KByte, dan 8 Kbyte internal *SRAM*. Board ini dilengkapi pula fitur ADC (*Analog to Digital converter*) pada pin *Analog*. *Interface Arduino Mega 2560* sendiri menggunakan *USB port* untuk *programming* atau serial. Gambar 2 merupakan Board Arduino MEGA 2560.



Gambar 2. Board Arduino MEGA 2560



Gambar 3. Karakteristik sensitivitas sensor gas LPG MQ-6.

2.1.2. MQ-6 LPG gas sensor

Gas LPG yang ada saat ini mengandung unsur Propane 30% dan Butane 70% dimana gas tersebut pada keadaan normalnya sangat sedikit sekali terdapat di udara bebas. Jika di udara bebas terdapat kelebihan unsur tersebut, maka sensor dapat dengan mudah mendeteksinya. bentuk Sensor MQ-6 dapat mendeteksi keberadaan, unsur gas LPG di udara dengan rentang 300 - 10000 ppm.

Karakteristik sensitivitas sensor MQ-6 terhadap udara bersih dan kandungan gas lainnya dapat dilihat pada gambar 3.

2.1.3. Electric valve

Electric valve (katub elektrik) adalah sebuah katub yang dapat memberikan aliran udara atau memutus aliran udara berdasarkan tegangan yang diberikan dengan keadaan normal / tanpa tegangan tertutup (*Normally Close*), cara kerja *electric valve* sama dengan relay biasa. Namun berbeda dalam penggunaannya. Gambar 4 merupakan bentuk *electric valve* dalam *smartbox* ini.



Gambar 4. *Electric valve*

Penulis menggunakan *electric valve* sebagai pemutus dan pemberi aliran gas saat *smartbox* bekerja. Ketika kandungan kadar gas LPG di udara masih dibawah batas normal (< 500 ppm) katub *electric valve* secara otomatis terbuka, namun ketika terjadi kebocoran gas LPG. Secara otomatis katub *electric valve* menutup.

2.1.4. LCD Display

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan *device* yang mempunyai peranan yang penting dalam aplikasi mikrokontroler, diantaranya adalah :

- 1) Memastikan data yang kita input valid.
- 2) Mengetahui hasil suatu proses.
- 3) Memonitoring suatu proses.
- 4) Mendebug program.
- 5) Menampilkan pesan.



Gambar 5. LCD 16X2.



Gambar 6. Relay SPDT

2.1.5. Relay

Relay digunakan untuk mengaktifkan *electric valve* dan *fan* yang nantinya digunakan sebagai komponen utama untuk penanggulangan ketika terjadi kebocoran gas. Relay yang dipakai menggunakan 2 buah Relay berjenis SPDT (*Single Pole – Double Throw*) dipasang dengan mode *Normally Close*.

2.2. Bahasa Pemrograman

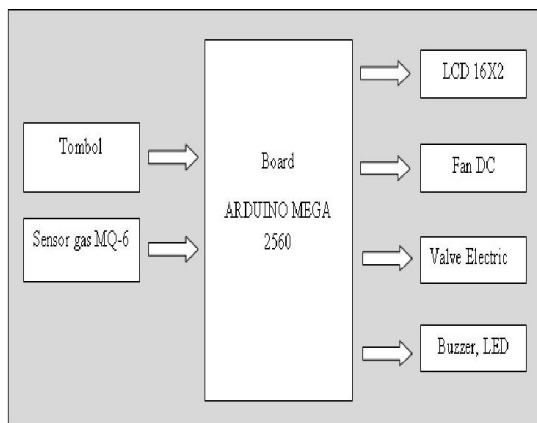
Penulis menggunakan bahasa pemrograman Arduino.

Arduino tidak hanya merupakan *hardware*, akan tetapi Arduino merupakan *hardware* dan *software* yang *apensource*. sehingga arduino juga memiliki bahasa pemrograman tersendiri. Berbeda dengan bahasa pemrograman lainnya. Dalam pemrograman arduino dibutuhkan *bootloader* untuk *chip* yang akan diprogramkan agar program dapat bekerja dengan baik.

Dan Arduino juga memiliki compiler sekaligus *uploader* sendiri yang bernama *Arduino compiler*. Sehingga penggunaan arduino dikatakan cukup Praktis. Bahasa pemrograman arduino juga dikatakan sangat mudah dan tidak menyulitkan karena Arduino juga merupakan *High level Language*.

2.3. Tahap Perancangan dan Pembuatan Sistem

Perancangan *hardware* dan *software* pada *smartbox* pendeteksi dan penanggulangan kebocoran tabung gas



Gambar 7. Diagram *block* sistem.

LPG dibuat diagram *block* sistem secara keseluruhan agar memudahkan penulis dalam melakukan perancangan sistem. Diagram *block* secara keseluruhan terdapat pada gambar 7.

Block diagram pada sistem tersebut memiliki 3 bagian utama, yaitu bagian *input*, pemroses, dan *output*. Pada bagian input terdapat 2 buah sensor gas LPG bertipe MQ-6 yang diletakkan di dalam *smartbox* dan di belakang kompor yang berfungsi membaca kadar gas LPG di area sekitar sensor serta terdapat 4 buah tombol yang terdiri dari tombol *ok*, *cancel*, *up*, *down* sebagai inputan konfigurasi menu program pada *smartbox*. Data yang diinputkan selanjutnya akan diproses oleh *board* Arduino Mega 2560 dan dikeluarkan oleh LCD 16X2 sebagai tampilan visual, *fan* DC yang bekerja ketika kebocoran gas terjadi, *valve electric* yang dapat menutup atau menyalurkan gas menuju kompor dan *buzzer* serta led sebagai indikator. Bagian tersebut merupakan bagian *output*.

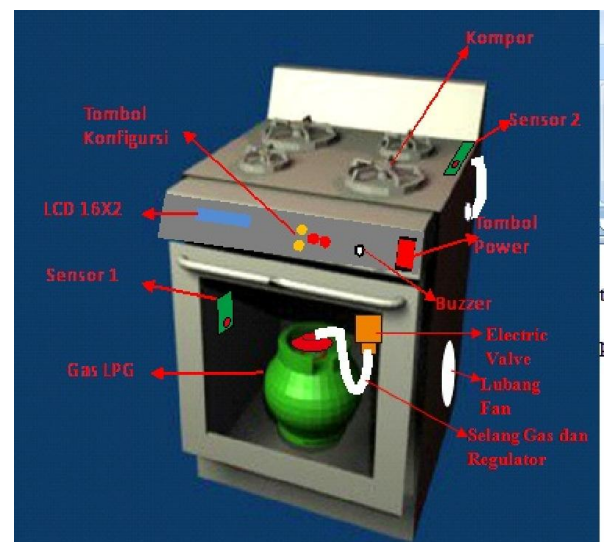
Berikut penjelasan mengenai proses yang dilakukan oleh *smartbox*. Setelah Power pada *smartbox* dihidupkan sensor akan memeriksa kadar gas LPG di udara, jika kadar *isobutane* & *propane* yang ditampilkan pada LCD < 450 ppm (kurang dari 10%) dan dinyatakan aman. Maka secara otomatis *electric valve* akan

menyalurkan gas LPG dari tabung gas menuju kompor dan dilanjutkan proses *scanning* kadar gas LPG oleh sensor. Jika suatu saat terjadi kebocoran spontan *valve* akan menutup disertai *buzzer* yang berbunyi sebagai tanda terjadi kebocoran. Dan untuk beberapa waktu *fan* DC bekerja mengeluarkan gas LPG ke udara bebas. Led sebagai indikator *electric valve* membuka atau menutup.

2.4. Perancangan *Hardware*

Sesuai dengan namanya, sistem atau alat ini berupa *box* yang didalamnya terdapat sebuah sistem terkonfigurasi dengan *board* Arduino Mega 2560. Karena berupa sebuah *box* maka tabung gas LPG diletakkan didalam *box* yang bertujuan untuk meminimalisir dampak akibat kebocoran gas LPG.

Smartbox tersebut berukuran 45 x 45 cm (P x L) dengan Tinggi *box* 55 cm yang terbuat dari kayu. Kompor dapat diletakkan di samping atau di atas *smartbox*. Gambar perancangan dan bentuk *smartbox* terdapat pada gambar 8.



Gambar 8. Desain *smartbox* keseluruhan

3. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

3.1. Hasil Penelitian



Gambar 9. Bentuk *smartbox*

Smartbox ini dibuat dengan menggunakan sebuah inputan dari sensor gas LPG yang diproses oleh pin ADC pada *board* Arduino dan masukan berupa tombol yang digunakan sebagai konfigurasi sistem. Gambar 4.1. merupakan bentuk *smartbox* pendeteksi dan penanggulangan kebocoran tabung gas LPG yang dibuat penulis.

Untuk mengaktifkan dan menggunakan alat *smartbox* pendeteksi dan penanggulangan kobocoran gas ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Alat dihidupkan dengan menekan tombol power “on” kemudian selama beberapa detik *buzzer* berbunyi dan LCD akan menampilkan menu utama.
2. Terdapat empat menu yang ditampilkan pada layar LCD. Untuk menaikkan atau menurunkan *cursor* dapat dengan menekan tombol *up* dan *down* sedangkan untuk masuk ke dalam menu adalah dengan menekan tombol *ok* dan untuk kembali ke menu sebelumnya adalah dengan menekan tombol *cancel*. Gambar 10 merupakan tampilan menu *smartbox*.



Gambar 10. Tampilan menu

3.2. Pengujian Sistem

3.2.1. Pengujian sensor MQ-6

Sensor gas MQ-6 bekerja dengan cara membandingkan antara kadar gas LPG di udara dengan tegangan keluaran sensor yang masih berupa tegangan analog. Sehingga keluaran sensor tersebut perlu diproses oleh ADC (Analog Digital Converter) pada board Arduino Mega 2560. Agar sensor dapat menampilkan nilai kadar gas berupa angka 0 sampai dengan 100% maka dibutuhkan sebuah program pembacaan nilai ADC sensor yang dapat membandingkan keluaran nilai 0 sampai dengan 1024 bit menjadi 0 sampai dengan 100%.

Gambar 11 sampai dengan 13 merupakan tampilan nilai sensor ketika pengujian.



Gambar 11. Keadaan normal.



Gambar 12. Terjadi kebocoran di area sensor dalam.



Gambar 13. Terjadi kebocoran di area sensor luar.

Tabel 1. Keadaan sensor

No.	Keadaan	Nilai sensor yang ditampilkan
1.	Normal	2% - 9%
2.	Terjadi Kebocoran	10% - 100%

3.2.2. Pengujian Relay

Relay digunakan sebagai penggerak *electric valve* dan *fan* DC pada *smartbox* ini. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan nilai *HIGH* dan juga nilai *LOW* pada keluaran menuju relay. Relay yang menggerakkan *electric valve* terkoneksi dengan pin digital 34 dan relay yang menggerakkan *fan* DC terkoneksi pada pin *digital* 30 pada *board* Arduino Mega 2560. Hasil pengujian relay pada sistem ini terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Relay

No.	Relay	Logika	Keterangan
1.	<i>Electric valve</i>	<i>HIGH</i>	Electric valve "ON"
2.	<i>Electric valve</i>	<i>LOW</i>	Electric valve "OFF"
3.	<i>Fan DC</i>	<i>HIGH</i>	Fan DC "ON"
4.	<i>Fan DC</i>	<i>LOW</i>	Fan DC "OFF"

Tabel 3. Pengujian sistem

No.	Logika yang diberikan	Hasil
1.	<i>HIGH</i>	<i>Buzzer</i> diam
2.	<i>LOW</i>	<i>Buzzer</i> berbunyi

3.2.3. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian *smartbox* secara keseluruhan dilakukan oleh penulis sendiri dengan menguji tiap bagian komponen pada *smartbox* tersebut. Tabel 3 merupakan pengujian keseluruhan sistem.

3.3. Pengujian *Technical*

Pengujian *technical* dilakukan oleh 2 mahasiswa teknik elektro UMS yaitu saudara Tarmuji dan Rosyid Arifin. Keduanya melakukan pengujian dengan mencoba menggunakan *smartbox* dan dengan mengisi angket pengujian *technical*. Pengujian dilakukan di ruangan KMTE Robot Research gedung F lantai 2 sayap barat kampus 2 UMS. Tabel 4 merupakan hasil pengisian kuisisioner pengujian *technical*. Gambar 15 merupakan grafik pengujian *technical*.

Tabel 4. Hasil kuisisioner

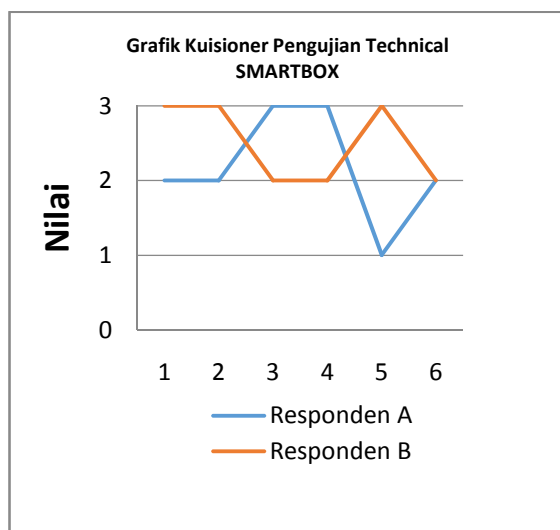
No.	Pertanyaan	Nilai Responden (1-3)	
		A	B
1.	Bagaimana kinerja sensor MQ-6 dalam mendeteksi kebocoran gas LPG?	2	3
2.	Bagaimana <i>display</i> atau tampilan pada smartbox tersebut?	2	3
3.	Bagaimana kinerja <i>electric valve</i> dalam memutus atau memberi aliran gas pada smartbox tersebut?	3	2
4.	Bagaimana penggunaan <i>fan</i> sebagai pembuang gas bocor menuju udara terbuka?	3	2
5.	Bagaimana kinerja buzzer sebagai alarm ketika terjadi kebocoran gas LPG	1	3
6.	Bagaimana tingkat keamanan dalam penggunaan smartbox tersebut?	2	2

untuk keperluan memasak lalu pengguna atau responden tersebut mengisi kuisisioner yang telah diberikan.

Pengujian yang pertama dilakukan di kediaman Ibu Tumini yang beralamat di Ngeseng RT.02 Gemolong, Sragen. Pada pengujian pertama ini pengguna menggunakan tabung gas LPG berukuran mini dengan kompor dua tungku. Lalu pengujian yang kedua dilakukan oleh ibu Fitri yang juga beralamat di Ngeseng RT.02 Gemolong, Sragen.

Pada pengujian kedua ini menggunakan kompor satu tungku dengan gas LPG 3kg. Kedua pengujian tersebut dilakukan di waktu dan tempat yang berbeda. Tabel 5. merupakan tabel hasil nilai kuisisioner yang diisi oleh 2 pengguna *smartbox* tersebut agar dapat memberi tanggapannya. Gambar 16 merupakan grafik hasil kuisisioner pengujian masyarakat.

Tabel 5. Hasil kuisisioner pengujian masyarakat.

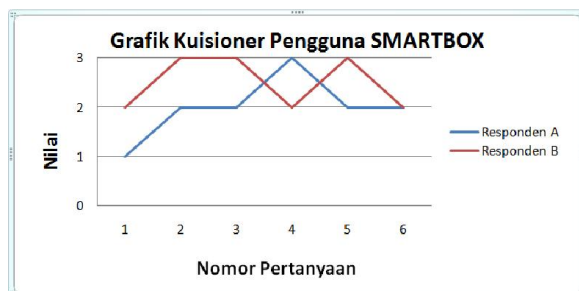


Gambar 15. Grafik Pengujian *technical*

3.4. Pengujian oleh Masyarakat

Pengujian penggunaan ini dilakukan oleh masyarakat pada umumnya. Penulis mengambil 2 *sample* atau responden, masing-masing responden menggunakan smartbox

No.	Pertanyaan	Nilai Responden (1-3)	
		A	B
1.	Menurut Bpk / ibu / sdr / i, bagaimana bentuk casing smartbox tersebut ?	1	2
2.	Bagaimana <i>display</i> atau tampilan pada smartbox tersebut?	2	3
3.	Bagaimana tingkat kemudahan instalasi smartbox tersebut dengan gas dan kompor?	2	3
4.	Bagaimana tingkat kemudahan pengaturan sistem dengan menggunakan tombol?	3	2
5.	Bagaimana pendeteksian dan penanggulangan kebocoran gas LPG yang dilakukan oleh smartbox?	2	3
6.	Bagaimana fitur timer smartbox?	2	2



Gambar 16. Grafik kuisisioner pengguna.

Grafik pada gambar 16 menunjukkan bahwa terdapat dua responden yaitu responden A (Ibu Tumini) dan responden B (Ibu Fitri) yang memberikan penilaian terhadap penggunaan *smartbox* pendeteksi dan penanggulangan kebocoran gas LPG.

Kritik dan saran yang diberikan oleh ibu Tumini mengenai *smartbox* ini adalah agar tombol konfigurasi penggunaan alatnya dipermudah dan ibu Fitri memberikan kritik saran agar *box* nya dibuat lebih kecil dan lebih ringan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan dan pengujian sistem, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan *smartbox* adalah dengan menggunakan sistem berbasis Arduino Mega 2560 dan dengan bahasa pemrograman Arduino.
2. Alat dapat mendeteksi kebocoran gas LPG dengan menggunakan sensor MQ-6 yang membandingkan nilai *output* keluaran berupa tegangan *analog* berdasarkan kadar gas LPG di udara.
3. *Smartbox* menanggulangi kebocoran gas LPG dengan memutus aliran gas menggunakan *electric valve* dan membuang gas bocor gas LPG ke udara bebas dengan *fan* DC.
4. Agar instalasi alat tidak merepotkan pengguna maka dibuatlah alat berbentuk *smartbox* dan didalamnya terdapat gas LPG yang mudah untuk

dipasang / dilepas oleh pengguna. *Smartbox* tersebut juga langsung terhubung dengan kompor.

5. Jika terjadi kebocoran, maka secara otomatis buzzer akan berbunyi dan *electric valve* serta *fan* akan bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshar. 2011. *Alat pendeteksi kebocoran gas LPG dengan sensor TGS2610*. Makasar : Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Arifin, Mushallin. 2010. *Data Kasus ledakan tabung gas LPG*. KOMPAS, 19 September 2010.
- Banzi, Massimo. 2008. *Getting started with Arduino*. O'reilly.
- Budiharto, Widodo. 2011. *Aneka proyek Mikrokontroller*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- David Erwin, 2014, *Liquid Crystal Display 16X2 programming*, <http://polulu.com/how-to-program-ming-lcd-16x2>. 3 Maret 2014, 20.05.
- Duwi Arsana, 2013, *Sensor Alkohol dengan Arduino*, <http://duwiarsana.com/sensor-alkohol>, 9 November 2013, 21.10 WIB.
- Esa Efrata, Daniel. 2010. *Rancang bangun alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Mikrokontroller At89s51*. Medan: Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara.
- Fahmizal, 2014, *Sensor Gas LPG dengan output LCD*. <http://telinks.com//doc/2045/gas-lpg-detector>, 15 Maret 2014, 20.08 WIB.
- Faizal, Ahmad. 2012. *Belajar Menggunakan Arduino*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Harendraan. 2014. *Microcontroller Relay Interface and Driver*, <http://www.electroschematics.com/8512/microcontroller-relay-interface-and-driver/>. 21 April 2014, 19.56 WIB.