

Rancang Bangun *Mobile Robot* Sebagai Scanning Kebocoran Pada Pipa Gas *Liquified Petroleum Gas*(Lpg)

Jamaludin Marzuqi, Muhammad Taufiqurrohmah

Jurusan Teknik Elektro
Universitas Hang Tuah
Surabaya, Indonesia

Abstract—Sumber daya alam yang bermanfaat bagi kehidupan manusia sangatlah banyak tersedia di bumi ini. Baik itu sumber daya alam yang dapat diperbaharui maupun sumber daya alam yang tidak diperbaharui. Gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan salah satu hasil dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Peranan Gas LPG pada saat ini sangatlah penting bagi kehidupan manusia. Tetapi pada penggunaannya gas LPG ini juga membutuhkan tingkat keamanan baik, mulai dari proses fabrikasi, proses penyaluran (distribusi) sampai pada tingkat konsumen. Khusus pada distribusi yang menggunakan pipa maka pada proses ini rentan terhadap adanya kebocoran. Dengan menggunakan sensor HS-133 yang mampu mendeteksi kebocoran gas secara akurat. Mikrokontroler akan mengolah data yang dihasilkan oleh sensor yang akan ditampilkan hasil pembacaan tersebut ke LCD agar bisa dilihat dengan jelas. Setelah system mendeteksi dimana letak kebocoran gas maka buzzer akan berbunyi sebagai tanda dimana letak kebocoran gas tersebut.

Keywords—gas LPG; sensor HS-133; Mikrokontroler

I. PENDAHULUAN

Alam memiliki berbagai jenis gas yang bermanfaat dan dapat digunakan untuk kesejahteraan dan kemakmuran manusia. Sebagai contoh gas metana, propana, dan butana yang kemudian sekarang gas-gas tersebut telah diolah menjadi gas LPG. Gas tersebut akan berguna bagi manusia apabila dapat dikendalikan dalam hal pemakaiannya dan digunakan sebagaimana mestinya. Seiring dengan perkembangan zaman pada saat sekarang perlengkapan atau peralatan yang menggunakan gas *Liquified Petroleum Gas*(LPG) semakin bertambah banyak.

Penggunaan dan pemanfaatan gas-gas tersebut, disamping bermanfaat tetapi juga akan menimbulkan dampak yang negatif bagi manusia itu sendiri dan alam sekitarnya. Dikarenakan gas-gas tersebut sangat rentan terhadap bahaya kebakaran, sehingga dibutuhkan tingkat keamanan yang tinggi mulai dari proses produksi, proses pengiriman sampai ditingkat konsumen pada rumah tangga dan industri. Walaupun pada saat ini sudah banyak produk yang sudah dilengkapi dengan pengalaman kebocoran gas ditingkat konsumen, namun belum seluruh orang (masyarakat) yang berada disekitar perangkat gas tersebut mengetahui secara pasti bahayanya gas itu jika terjadi kesalahan.

Instalasi distribusi gas LPG membutuhkan tingkat keamanan yang cukup tinggi, sehingga dibutuhkan proses pengecekan pada pipa distribusi secara detail (teliti). Pengecekan ini dilaksanakan pertama pada saat selesai pembangunan pipa *Liquified Petroleum Gas*(LPG), pengecekan awal biasanya menggunakan air yang dialirkan dalam pipa tersebut, dengan harapan dapat mengetahui seandainya terjadi kebocoran pada pipa *Liquified Petroleum Gas*(LPG) tersebut, sedangkan massa jenis gas lebih ringan dari pada massa jenis air, jika pengecekan kebocoran menggunakan air dan terjadi kebocoran yang sangat kecil, maka akan sulit untuk mengetahuinya.

Seiring dengan kemajuan teknologi, khususnya dibidang teknologi elektronik dan banyaknya kebutuhan aplikasi elektronika terutama untuk membantu mempermudah kerja manusia, karena manusia mempunyai titik jenuh pada konsentrasi saat bekerja pada pengecekan sepanjang pipa *Liquified Petroleum Gas*(LPG), maka untuk membantu dan mempermudah pekerjaan tersebut dibutuhkan suatu alat yang bisa berjalan serta peka terhadap *Liquified Petroleum Gas*(LPG) sehingga bisa membantu pengecekan kebocoran sepanjang pipa *Liquified Petroleum Gas*(LPG).

Penggunaan mikrokontroler AT89C51 dalam berbagai aplikasi memang memberikan banyak keuntungan tapi juga tak luput dari kekurangan. Keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan mikrokontroler AT89C51 antara lain : banyak pilihan yang ditawarkan tergantung kebutuhan, murah, bisa digunakan untuk bermacam-macam aplikasi, berdaya rendah, dan hanya memerlukan sedikit tambahan komponen luar dan proses penanganannya yang mudah baik dari segi operasi maupun aplikasinya. Sedangkan kekurangan dari mikrokontroler adalah keterbatasan memori didalamnya sehingga tidak mampu menangani program-program yang cukup besar dan rumit.

Penggunaan sensor HS-133 digunakan sebagai sensor *Liquified Petroleum Gas*(LPG), penggunaan sensor ini mudah, harganya murah, serta sangat peka terhadap *Liquified Petroleum Gas*(LPG). Dengan menggunakan kemudahan teknologi mikrokontroler dan penggunaan sensor HS-133 maka pada penelitian ini didesain suatu robot pendeteksi kebocoran pipa gas LPG sehingga diharapkan bisa digunakan untuk mendeteksi dengan cepat dan akurat letak (posisi) kebocoran yang terjadi pada pipa distribusi gas LPG.

II. METODE PENELITIAN

A. Liquefied Petroleum Gas (LPG)

LPG adalah campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Komponennya didominasi propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}) (www.pertamina.com).

Dalam kondisi atmosfer, *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) akan berbentuk gas. Volume *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung-tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (*thermal expansion*) dari cairan yang dikandungnya, tabung *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya. Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan dan temperatur, tetapi biasanya sekitar 250:1.

Tekanan di mana *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) berbentuk cair, dinamakan tekanan uap-nya, juga bervariasi tergantung komposisi dan temperatur, sebagai contoh: dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2.2 bar) bagi butana murni pada 20 °C (68 °F) agar mencair, dan sekitar 2.2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55 °C (131 °F) (www.pertamina.com).

Menurut spesifikasinya, *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) dibagi menjadi tiga jenis yaitu *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) campuran, *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) propana dan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) butana. Spesifikasi masing-masing *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) tercantum dalam keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor: 25K/36/DDJM/1990. LPG yang dipasarkan Pertamina adalah *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) campuran. Sifat *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) terutama adalah sebagai berikut: (1) Cairan dan gasnya sangat mudah terbakar, (2) Gas tidak beracun, tidak berwarna dan biasanya berbau menyengat, (3) Gas dikirimkan sebagai cairan yang bertekanan di dalam tangki atau silinder, (4) Cairan dapat menguap jika dilepas dan menyebar dengan cepat, (5) Gas ini lebih berat dibanding udara sehingga akan banyak menempati daerah yang rendah.

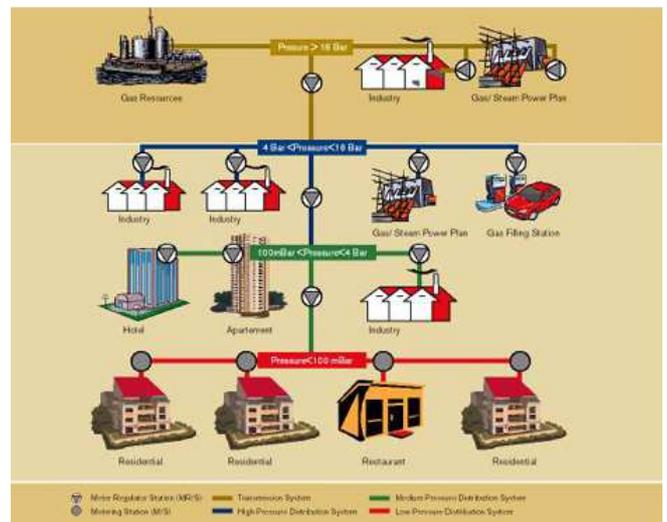
Salah satu risiko penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau instalasi gas sehingga bila terkena api dapat menyebabkan kebakaran. Pada awalnya, gas *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) tidak berbau, tapi bila demikian akan sulit dideteksi apabila terjadi kebocoran pada tabung gas. Menyadari itu Pertamina menambahkan gas mercaptan, yang baunya khas dan menusuk hidung. Langkah itu sangat berguna untuk mendeteksi bila terjadi kebocoran tabung gas. Tekanan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) cukup besar (tekanan uap sekitar 120 psig), sehingga kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) akan membentuk gas secara cepat dan merubah volumenya menjadi lebih besar.

B. Pemasangan pipa gas pada rumah

Perusahaan PT.PGN (Perusahaan Gas Negara) melayani pelanggan gas bumi dengan menerapkan sistem distribusi multi level operasional, dilakukan melalui pipa distribusi tekanan tinggi (> 4 bar), pipa distribusi tekanan menengah (100-mbar 4 bar), serta pipa distribusi tekanan rendah (<100 mbar). Distribusi atau gas bumi dari sistem pipa baja tekanan tinggi digunakan, sedangkan yang menengah dan rendah menggunakan pipa polyethylene.

Pelanggan dibagi menjadi tiga kategori: perumahan, komersial dan industri. Sekitar 97% dari pelanggan adalah pelanggan perumahan, sedangkan sisanya 3% merupakan pelanggan komersial dan industri. Dalam hal volume, pelanggan industri menyerap 99% dari total volume dan 1% sisanya diserap oleh pelanggan (<http://www.pgn.co.id>).

Gas alam adalah *the first choice energi quality* energi dapat dilihat dari dua sisi, efisiensi pembakaran dan emisi gas. Efisiensi pembakaran gas alam lebih tinggi dari bahan bakar minyak, dan emisi gas dari pembakaran gas alam jauh lebih rendah dibandingkan bahan bakar minyak



Gambar 1. Sistem Distribusi Multi Level (www.pgn.co.id)



Gambar 2. Meteran Gas PT.PGN (Perusahaan Gas Negara)

C. Sensor

Sensor secara umum didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik ataupun tegangan. Fenomena fisik yang mampu menstimulus sensor untuk menghasilkan sinyal elektrik meliputi temperatur, tekanan, gaya, medan magnet cahaya, pergerakan dan sebagainya. Sementara fenomena kimia dapat berupa konsentrasi dari bahan kimia baik cairan maupun gas (Trias, 2008).

Dengan definisi seperti ini maka sensor merupakan alat elektronik yang begitu banyak dipakai dalam kehidupan manusia saat ini. Bagaimana tekanan jari kita pada *key board computer*, *remote televisi*, lantai lift yang kita tuju, menghasilkan perubahan pada layar komputer atau televisi, serta gerakan pada lift adalah contoh mudah sensor secara luas. Atau sensor temperatur yang banyak digunakan dalam mengontrol temperatur ruangan pada AC.

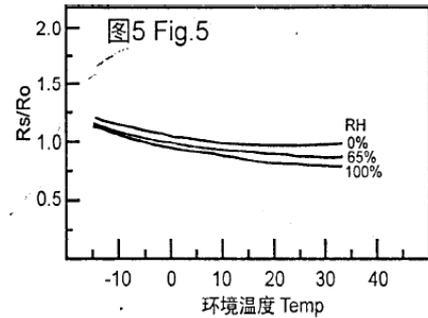
Demikian pula sensor pengukur cairan oksigen ataupun gas lainnya yang sering digunakan di rumah sakit. Hampir seluruh kehidupan sehari – hari saat ini tidak ada yang tidak melibatkan sensor. Tidak mengherankan jika sensor (atau juga ada yang menyebutnya dengan *transducer*) banyak disebut juga sebagai panca indera-nya alat elektronik modern.

D. Sensor Gas LPG HS-133

Gas detektor ini adalah sebuah sensor LPG HS-133 yang di dalamnya terdapat kawat pemanas (*heater*) dari bahan *nichrome* yang berbentuk miniatur. Permukaannya terdapat lapisan oksida timah (SnO_2) yang merupakan elemen semikonduktor yang sanggup menerima panas 200°C . Pemanasan terhadap elemen semikonduktor ini menyebabkan dua macam pengaruh: pertama, akan menaikkan aktivitas molekul dan kedua, akan menimbulkan konversi aliran udara. Sensor ini dilengkapi dua lapis selongsong *stainless steel* mulai dari bawah hingga atas untuk melindungi dari jilatan api langsung pada pemanasan akibat konsentrasi gas berbahaya. Diketahui bahwa sensor LPG HS-133 ini sangat peka dan cara kerjanya sederhana. Bila sensor LPG HS-133 yang pada keadaan mula sudah didempeti oleh molekul oksigen atmosfer, kemudian berhubungan dengan gas pembakaran seperti propan, butan, metan dan sebagainya, maka molekul gas tersebut akan menempel pada permukaan semikonduktor dan menyebabkan terjadinya peralihan elektron yang berlawanan arah dengan molekul oksigen.

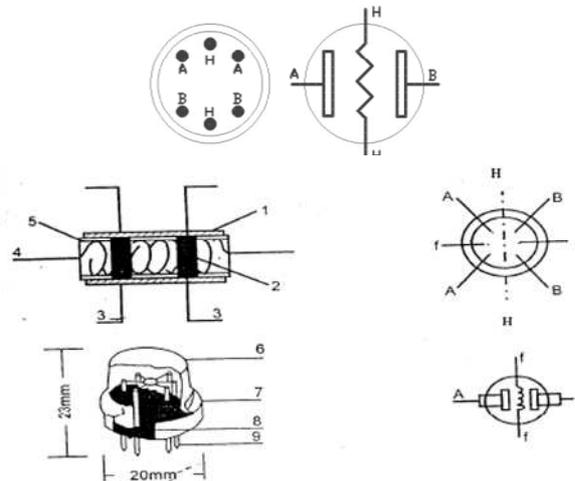
Gejala ini akan menghasilkan kenaikan kerapatan elektron pada lapisan ruang muatan semikonduktor dan mempertinggi konduktivitas sensor sebanding dengan konsentrasi gas. Ukuran konduktivitas sensor adalah hambatan sensor RS. Peristiwa ini dapat berlangsung reversible artinya bila penempelan molekul gas berkurang maka konduktivitas juga akan menurun.

Jadi jika gas pembakaran disingkirkan dan diganti dengan udara segar maka hambatan sensor akan kembali ke nilai semula. Perbedaan inilah yang dipakai pedoman "penciuman" bagi *Explosivegasdetector* ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Suhu Lingkungan Dengan Rasio Hambatan (www.cpu.com)

Perlu diingat bahwa perilaku sensor juga dipengaruhi oleh temperatur dan kelembaban lingkungan. Kenaikan panas lingkungan sebesar 10°C dapat mengakibatkan pertambahan nilai RS sebesar 10% sedangkan perubahan kelembaban dari 65% menjadi 100% akan mengakibatkan turunnya RS 5%. Berikut adalah grafik perbandingan antara konsentrasi gas dan *Ratio of Resistance* (RO / RS) serta perubahan suhu terhadap hambatan (RS) (www.cpu.com).



Gambar 4. Sensor Gas LPG HS-133 (www.cpu.com)

E. Mobile robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Biasanya kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan "cari dan tolong" (*search and rescue*), dan untuk pencarian tambang. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput (Adjie, 2009).

Robot Mobil atau *Mobile Robot* adalah konstruksi robot yang ciri khasnya adalah mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut,

sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain.

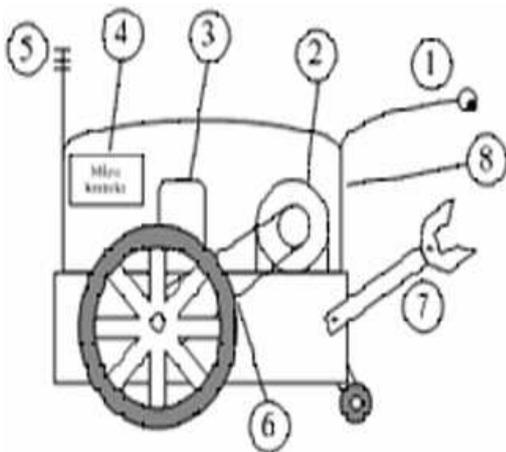
Robot mobil ini sangat disukai bagi orang yang mulai mempelajari robot. Hal ini karena membuat robot mobil tidak memerlukan kerja fisik yang berat. Untuk dapat membuat sebuah robot mobile minimal diperlukan pengetahuan tentang mikrokontroler dan sensor-sensor elektronik.

Menurut Peter 2003, Ada tiga macam sistem gerak sebuah mobile robot yaitu penggunaan roda, track ataupun dengan kaki. Terdapat perbandingan antara penggunaan sistem gerak roda, track ataupun kaki yang memperhatikan keunggulan dan kekurangan antar sistem.

Sistem gerak roda, memiliki keunggulan mudah diaplikasikan dan efektif untuk bidang jalan yang rata. Sistem gerak ini ternyata juga memiliki kekurangan yaitu pada saat menghadapi halangan yang lebih besar dan ¹A besar roda.

Keunggulan sistem gerak track ialah keefektifannya dalam menghadapi bidang jalan yang bergelombang, tidak rata dan berpasir. Hal ini terjadi karena track memanfaatkan gaya gesek yang besar dengan bidang jalan. Kemampuannya dalam menghadapi medan jalan juga menjadi titik lemah dan sistem ini. Sistem track apabila dipergunakan pada bidang karpet, akan merusak dan juga menimbulkan bekas pada karpet. Sistem ini dapat membuat lubang apabila sistem gerak ini dipergunakan di luar ruang.

Sistem kaki merupakan sebuah sistem yang memiliki tingkat kerumitan tinggi dibanding dengan sistem gerak yang lain. Keunggulan dari sistem ini yaitu sistem ini mampu menaiki tangga.



Gambar 5. Anatomi Suatu Mobile Robot (Adjie, 2009)

Keterangan :

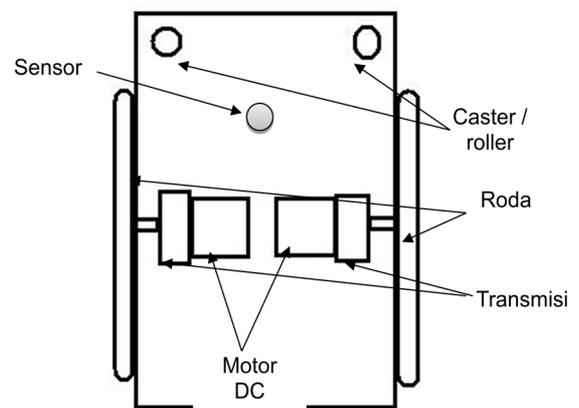
1. Sensor
2. Actuator
3. Catu daya
4. Kontroler
5. Sistem komunikasi
6. Sistem pemindah
7. Manipulator/end effector
8. Rangka

F. Desain Mobile Robot

Desain mobile robot ini menggunakan sistem gerak roda dengan model *turtle geometry*. Dimana dalam sistem ini, terdapat dua buah roda dan dua buah penopang. Sistem gerak dan mobile robot ini menggunakan motor DC gear box yang mempermudah sistem kontrol dan lebih ringkas (tidak membutuhkan tempat besar).

Motor beserta dengan gear box mini dijadikan menjadi satu kesatuan dengan bantuan sebuah akrilik dengan ukuran 8.5 cm x 10 cm. Bahan akrilik digunakan dengan alasan kekuatan dan berat dari bahan ini yang relative ringan dan juga karena bahan ini mudah dibentuk. Gambar 6 ini adalah gambar dari *mobile robot* yang dibuat.

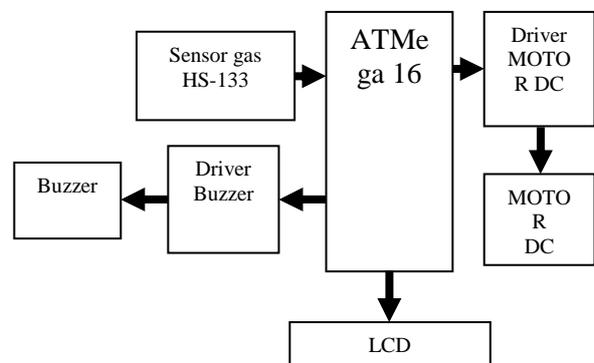
Dua buah roller digunakan sebagai penopang supaya mobile robot ini dapat berdiri tegak. Sebagai pemersatu dan sebagai badan dan mobile robot ini digunakan akrilik dengan dimensi 85 cm x 10 cm dan ketebalan 5 mm.



Gambar 6. Sistem Mekanik Mobile Robot

G. Perancangan Sistem Elektronika

Sistem dimulai dari adanya sebuah sumber bau. Adanya sumber bau dideteksi oleh sensor gas (menggunakan HS-133). Untuk dapat diproses, data dan sensor gas ini harus diubah dahulu menjadi data yang berbentuk digital yang di ubah oleh ADC. Dengan adanya data ini, mikrokontroler dapat melakukan kalkulasi dan mengambil keputusan. Keputusan yang diambil ketika terdapat sumber bau *mobile robot* akan berhenti dan membunyikan alarm.



Gambar 7. Diagram Blok Sistem Elektronika

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran keluaran dari ADC terhadap tegangan dari sensor HS-133

Pengujian ADC ini bertujuan untuk mengetahui apakah ADC ini berfungsi dengan baik yaitu dapat merubah tegangan analog menjadi digital supaya dapat dibaca oleh mikrokontroler, tegangan keluaran langsung diamati dengan voltmeter *digital*.

Table 1. Pengukuran keluaran dari ADC terhadap tegangan dari sensor HS-133

Out put dari sensor HS-133 (Volt)	Output dari ADC 0804
0	00000000
0,5	00011000
1	00101001
1,5	01001101
2	01101011
2,5	10001010
3	10100011
3,5	11000001
4	11010101
4,2	11100000

Dari data yang di dapat dari pengujian diatas bahwa sensor HS-133 dapat menerima gas LPG dengan baik, dan ADC dapat mengubah keluaran dari sensor HS-133 menjadi digital dengan baik.

B. Pengukuran keluaran dari ADC dari tiap bar yang muncul pada LCD

Pada saat ADC mengirim data ke mikrokontroler, mikrokontroler akan menampilkan apapun kondisi sensor pada saat itu dalam bentuk bar supaya dapat mudah terlihat jika mobil robot mendapatkan adanya gas LPG.

Tabel 2. Keluaran dari ADC dari tiap bar yang muncul pada LCD

Data dari ADC	Tampilan pada LCD	pada Gambar
0-40	Belum ada bar	
41-80	Ada bar 1	
81-120	Ada bar 2	
121-160	Ada bar 3	
161-200	Ada bar 4	
201-255	Ada bar 5	

Dari Tabel 2 bahwa penampilan pada LCD untuk mempermudah membacaan karena akan muncul bar yang mewakili dari data ADC, jika sensor menemukan adanya gas LPG akan menampilkan dalam bentuk bar.

C. Pengujian Waktu Respon Sensor

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan respon sensor akan adanya sebuah sumber bau dan juga untuk mengetahui respon sensor untuk dapat kembali pada posisi semula pada saat tidak terdapat sumber bau. Hal ini penting sebagai bahan pertimbangan untuk rnenentukan bagaimana program utama akan dibuat.

Tabel 3. Pengujian Waktu Respon Sensor HS-133

	Waktu untuk mendeteksi Adanya gas LPG (dalam detik)	Waktu untuk mendeteksi Ketiadaan gas LPG (dalam detik)
Percobaan 1	1	63
Percobaan 2	1,5	58
Percobaan 3	1	54
Percobaan 4	1	55
Percobaan 5	1	64

D. Pengujian respon sensor dalam jarak tertentu

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon sensor di jarak tertentu yang masih dekat dengan jejak bau. Pengujian ini penting untuk menentukan perilaku robot dalam mendeteksi adanya bau.

Pengujian ini dilakukan dengan cara menyalakan sistem dan melakukan sampling data setiap kelipatan 2cm sampai jarak 10cm. Dan setiap proses pengujian dilakukan selama 1 menit. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dan dilakukan dengan adanya sumber bau dengan jarak 2cm sampai 10cm.

Table 4. Respon sensor terhadap jarak sumber gas

Percobaan 1		
Jarak (cm)	Tegangan (Volt)	Out ADC
2	4,1	205
4	3,8	191
6	3	153
8	2,6	132
10	2,4	122
Percobaan 2		
Jarak (cm)	Tegangan (Volt)	Out ADC
5	4,2	214
10	3,8	193
15	3,2	163
20	2,6	132
25	2,3	124

Percobaan 3		
Jarak (cm)	Tegangan (Volt)	Out ADC
5	4,2	210
10	4	201
15	3,1	158
20	2,8	139
25	2,4	119

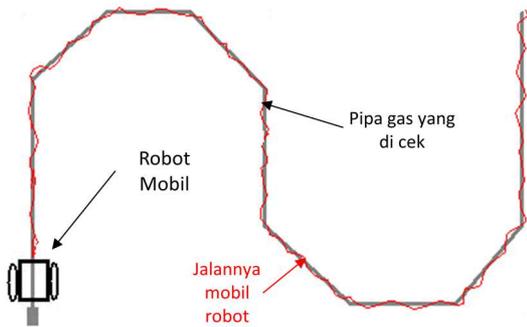
Pada percobaan ini sensor dinyalakan sampai kondisi stabil (sudah mencapai suatu kondisi kerja yang baik), sensor ini mengalami respons cepat untuk jarak 2cm sampai 6cm dengan baik, tetapi ada penurunan respon pada jarak 8cm sampai

seterusnya, metode yang dilakukan adalah sensor diletakkan pada jarak 2cm hingga 10cm dari sumber gas LPG.

E. Pengujian sistem keseluruhan

Pengujian yang dilakukan terhadap mobile robot dalam mengecek pipa. Pengujian dilakukan dalam ruang tertutup. Adapun panjang dan track ini adalah 4 meter. Mobile robot diletakkan pada titik tertentu kemudian dilakukan penghitungan lama waktu yang diperlukan untuk mengecek pipa gas LPG, Pengujian dilakukan sebanyak 12 kali. Pengujian secara keseluruhan ini dapat dilakukan apabila proses pengujian berhasil dilakukan secara bertahap dari awal sampai dengan akhir. Oleh karena itu dalam pengujian secara keseluruhan ini baik *hardware* dan *software* harus benar-benar siap.

Pengujian dilakukan dengan meletakkan robot mobil pada titik tertentu pada pipa yang akan di cek. Adapun panjang dan track ini adalah 4 meter dengan bentuk track seperti Gambar 8. Tampilan nilai kepekaan pada sensor ditampilkan pada LCD, LCD akan menampilkan jika robot sudah menemukan kebocoran gas LPG. Hasil dari pengujian alat ditunjukkan pada Tabel 5.



Gambar 8. Jejak Penelusuran Bau oleh Mobile Robot

Tabel 5. Pengujian *mobile robot*

Percobaan	Waktu
Percobaan 1	gagal
Percobaan 2	2 menit 26 detik
Percobaan 3	2 menit 13 detik
Percobaan 4	2 menit 50 detik

Percobaan	Waktu
Percobaan 5	2 menit 05 detik
Percobaan 6	2 menit 30 detik
Percobaan 7	gagal
Percobaan 8	2 menit 23 detik
Percobaan 9	2 menit 10 detik
Percobaan 10	2 menit 10 detik
Percobaan 11	2 menit 37 detik
Percobaan 12	2 menit 25 detik

F. Kesimpulan

Setelah melalui tahap desain, perancangan, dan percobaan serta pengolahan data maka dapat disimpulkan bahwa, sistem yang dirancang dapat melakukan pengecekan pada pipa gas LPG. Sensor HS-133 memiliki kepekaan yang cukup baik dapat merespon dengan cepat jika terdapat gas LPG di udara.

Perbedaan suhu dalam ruangan dapat mempengaruhi kepekaan pada sensor HS-133. Agar dapat melakukan pengecekan lebih efisien perlu *Design* mekanik pada *mobile robot* yang lebih baik. Pengembangan *mobile robot* perlu ditambahkan suatu system yang dapat mengirimkan posisi *mobile robot* pada saat mendeteksi adanya kebocoran gas LPG dari jarak jauh.

REFERENCES

- [1] Adjie. 2009. Pengertian Robot. <http://nugroho.staff.uui.ac.id/2009/02/01/apa-sih-robot-itu>. (Diakses 01 Juni 2010)
- [2] All Data Sheet. L293d Quadruple Half-H Drivers, www.datasheetcatalog.com(Diakses 02 Agustus 2010)
- [3] LPG gas sensor HS-133 specification, www.cpu.com.tw/kh/sensor/gas/hs133.pdf. (Diakses 25 Mei 2010).
- [4] Nalwan, Paulus A. 2004. Panduan Praktis Penggunaan dan Antarmuka Modul LCD M1632. Jakarta.
- [5] Peter Y. 2003. Perancangan mobile robot pencari sumber bau dengan menggunakan Taguchi Gas Sensor (TGS). Surabaya: Universitas Kristen Petra
- [6] PT. Pertamina, Definisi LPG. <http://www.pertamina.com/konversi/faq.php> (Diakses 20 Mei 2010).
- [7] PT. Pertamina. Sifat umum ELPIJI PERTAMINA. <http://www.pertamina.com/konversi/faq.php> (Diakses 20 Mei 2010).