

ROBOT PATROLI GAS LPG PADA PIPA BERBASIS LOGIKA FUZZY

Sumantri K. Risandriya¹ Fran Robin Pakpahan²,

Teknik Mekatronika^{1,2}

Program Studi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam

Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461

Tel: +62 778 469856, Fax: +62 778 463620

E-mail:; sumantri_k@hotmail.com¹, franrobin.pakpahan@gmail.com²

ABSTRAK

Resiko yang dapat terjadi dari penggunaan pipa sebagai media untuk mengalirkan gas *LPG* adalah terjadinya kebocoran pada pipa tersebut. Resiko terbesar dari terjadinya kebocoran adalah apabila gas *LPG* yang bocor dari pipa tersebut tersulut oleh percikan api, maka akan mengakibatkan ledakan / kebakaran yang dapat merusak fasilitas disekitarnya dan mengakibatkan korban jiwa maupun luka-luka.

Robot patroli gas *LPG* berbentuk sebuah robot tank, yang akan bergerak menelusuri panjang pipa dengan motor DC dan sensor ultrasonik, dimana robot akan bergerak bolak-balik seperti berpatroli. Robot juga dilengkapi dengan sensor gas untuk mendeteksi adanya kebocoran gas pada pipa. Otak dari robot ini adalah mikrokontroler yang programnya memakai logika *fuzzy*, sehingga robot dalam bergerak dan mendeteksi kebocoran gas adalah secara otomatis tanpa bantuan manusia.

Hasilnya adalah robot akan berpatroli menelusuri pipa dengan kecepatan normal pada saat belum mendeteksi adanya kebocoran gas. Pada saat robot mulai mendeteksi adanya kebocoran, maka robot akan bergerak dengan kecepatan penuh menuju sumber kebocoran. Semakin dekat dengan sumber kebocoran, robot akan bergerak tetapi kecepatannya mulai berkurang secara perlahan, sampai tepat berada di sumber kebocoran, maka robot akan berhenti.

Kata Kunci : *LPG*, Pipa, Kebocoran, Robot, Mikrokontroler, *Fuzzy*.

ABSTRACT

Risks that may occur from the use of the pipe as a medium to transport LPG gas is leakage in the pipeline. The risk of leakage is greatest when the LPG gas leaking from the pipe ignited by a spark, it will lead to an explosion / fire that can damage the surrounding facilities and result in fatalities and injuries.

Robots patrol LPG gas tank shaped robot, which will move through a long pipe with a DC motor and ultrasonic sensors, which the robot will move back and forth like a patrol. The robot is also equipped with a gas sensor to detect a gas leak in the pipe. The brain of this robot is a microcontroller that wears fuzzy logic program, so that the robot moves and detect gas leaks is automatically without human assistance.

The result is a robot will patrol the pipeline browse at normal speeds when not detect a gas leak. By the time the robot starts to detect a leak, then the robot will move at full speed toward the source of the leak. The closer to the source of the leak, the robot will move but the speed begin to decrease slowly, until it is in the source of the leak, then the robot will stop.

Keyword : *LPG*, Pipe, Leak, Robotic, Microcontroller, *Fuzzy*.

I. PENDAHULUAN

Perusahaan yang bergerak di bidang *oil and gas* semakin banyak berkembang pada saat sekarang ini, terutama di Indonesia. Dimana dalam proses pengolahan produksinya, perusahaan *oil and gas* tersebut menghasilkan / menggunakan berbagai macam jenis gas seperti *LPG (Liquified Petroleum Gas)*, Nitrogen, Hidrogen, Oksigen, *NG (Natural Gas)* dan Udara Instrument. Dari berbagai jenis gas tersebut ada gas yang dikategorikan sebagai gas berbahaya yaitu *LPG*, Hidrogen dan *NG* karena bersifat *flammable* artinya gas tersebut bersifat mudah terbakar jika tersulut oleh percikan / sumber api.

Pada perusahaan *oil and gas*, gas – gas yang bersifat *flammable* tersebut digunakan / disimpan pada tangki (*vessel*) dan dialirkan melalui pipa. Bahaya / resiko yang dapat terjadi pada saat penggunaan gas – gas tersebut adalah terjadinya kebocoran pada tangki atau pada jalur pipa gasnya. Bila terjadi kebocoran akan mengakibatkan banyaknya gas yang terbuang sehingga akan mengakibatkan kerugian pada sisi produksi. Bahaya yang lebih parah lagi, apabila gas yang bocor tersebut tersulut oleh percikan api (*spark*), maka akan mengakibatkan ledakan / kebakaran yang pastinya kerugian yang didapat akan sangat besar bagi pihak perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan harus dapat menerapkan sistem keamanan dan penanggulangan yang baik untuk gas – gas yang berbahaya ini.

Berdasarkan hal tersebut, penulis merancang sebuah alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas dan alat tersebut bersifat *mobile*, artinya alat tersebut dapat bergerak mencari sumber kebocoran dalam kata lain adalah sebuah robot. Robot ini dilengkapi sensor gas untuk mendeteksi kebocoran gas pada pipa dan memakai algoritma *fuzzy*, artinya robot akan bergerak secara otomatis mencari sumber kebocoran. Demikian alat ini dapat membuat pencegahan dan pendeteksian kebocoran gas pada pipa – pipa gas.

II. DASAR TEORI

2.1 *LPG (Liquified Petroleum Gas)*

LPG (Liquefied Petroleum Gas) adalah gas hidrokarbon yang dicairkan dengan tekanan untuk memudahkan penyimpanan, pengangkutan, dan penanganannya, yang pada dasarnya terdiri atas propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}), atau campuran

keduanya. *LPG* digunakan sebagai pengganti *freon*, aerosol, bahan pendingin (*refrigerant/cooling agent*), kosmetika, dan bahan bakar.

2.2 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan sistem logika yang mengikuti cara penalaran manusia yang cenderung menggunakan “pendekatan” dan bukan “eksak”. Sebuah pendekatan terhadap ketidakpastian yang mengkombinasikan nilai real [0 - 1] dan operasi logika [1].

2.3 Arduino Duemilanove

Arduino Duemilanove adalah sebuah mikrokontroler yang berdasar pada Atmega168 atau Atmega328. Arduino Duemilanove memiliki 14 pin *input / output* digital (yang mana 6 bisa digunakan untuk *output* PWM), 6 *input* analog, sebuah kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol reset. Arduino Duemilanove memiliki semua yang dibutuhkan sebuah mikrokontroler, mudah terhubung ke PC dengan USB, *input* tegangannya bisa dari *power supply* atau baterai.

2.4 Sensor Gas MQ-6

Sensor gas analog MQ-6 adalah sensor yang dapat digunakan baik di industri maupun rumah untuk mendeteksi *LPG (Liquid Petroleum Gas)*, *iso-butane*, *propane*, dan *LNG*. *Module* sensor ini sudah dilengkapi dengan potensiometer untuk mengatur sensitifitas.

2.5 Sensor Grove-Ultrasonic Ranger

Sensor *Grove-Ultrasonic Ranger* adalah sebuah modul pengukuran jarak tanpa kontak yang bekerja pada frekuensi 42 KHz, cocok untuk proyek yang memerlukan pengukuran dengan jarak menengah.

2.6 Motor DC

Motor DC adalah motor yang memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan dalam medan magnet, gaya magnet akan menghasilkan torsi yang akan memutar motor [2].

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Blok Diagram

Secara garis besar, robot ini memiliki sistem yang terdiri dari 3 blok utama yaitu *Input*, Unit Pemroses dan *Output*, dimana masing – masing blok tersebut terdiri dari :

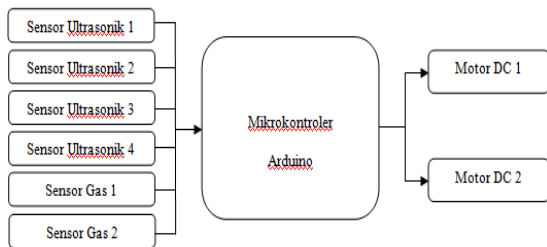
Input : a. 2 buah sensor gas.

b. 4 buah sensor ultrasonik.

Unit Pemroses : 1 Mikrokontroler Arduino

Duemilanove.

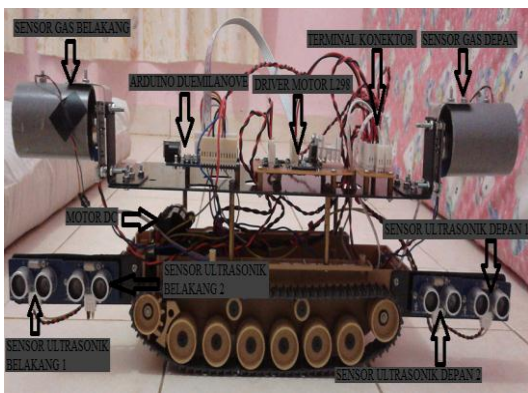
Output : 2 buah motor DC.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

3.2 Bentuk Robot

Bentuk jadi robot setelah digabungkan dengan rangkaian elektronik dan sensor – sensor yang dipakai dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

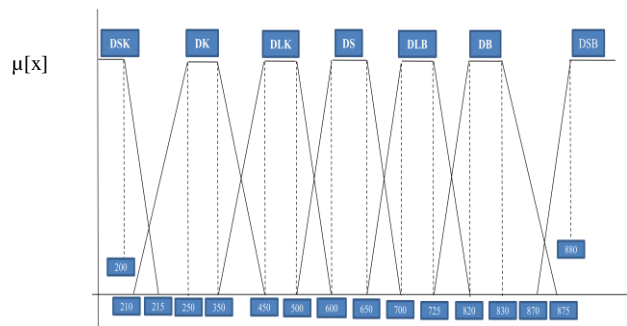


Gambar 2. Bentuk Robot

3.3 Perancangan Logika Fuzzy

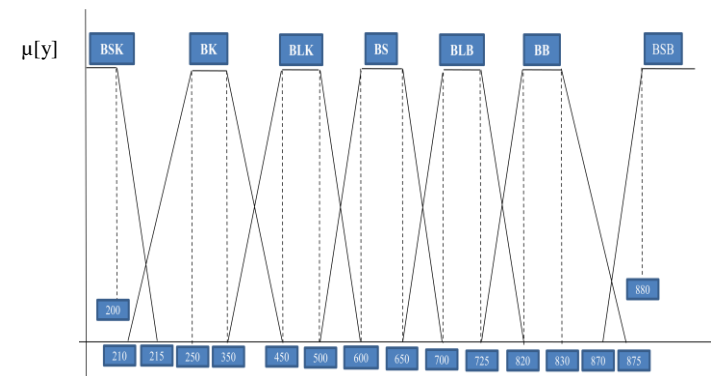
Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah metode Sugeno. Model *fuzzy* sugeno yang akan dipakai adalah model *fuzzy* sugeno orde nol. Input *fuzzy* adalah nilai ADC dari sensor gas depan dan gas belakang. Label untuk fungsi keanggotaan dari sensor gas depan adalah DSK (Depan Sangat Kecil), DK (Depan Kecil), DLK (Depan Lumayan Kecil), DS (Depan Sedang), DLB (Depan Lumayan Besar), DB (Depan Besar), DSB (Depan Sangat Besar). Label untuk fungsi keanggotaan dari sensor gas belakang adalah BSK (Belakang Sangat Kecil), BK (Belakang Kecil), BLK (Belakang Lumayan Kecil), BS (Belakang Sedang), BLB (Belakang

Lumayan Besar), BB (Belakang Besar), BSB (Belakang Sangat Besar).



ADC Arduino

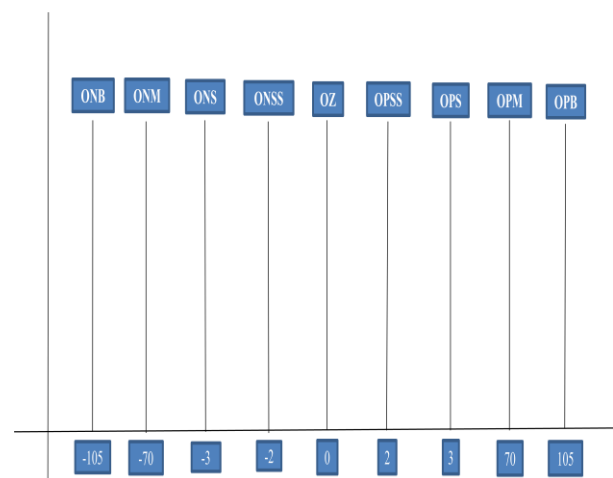
Gambar 3. Fungsi keanggotaan sensor gas depan



ADC Arduino

Gambar 4. Fungsi keanggotaan sensor gas belakang

Output fuzzy yang digunakan adalah PWM arduino yang bernilai 0-255. Kecepatan robot dengan kecepatan normal adalah saat PWM 150, dan kecepatan penuh robot adalah saat PWM 255, sehingga rentang dari output fuzzy yang akan digunakan adalah PWM 0 – 150. Label untuk output fuzzy adalah ONB (Mundur Cepat), ONM (Mundur Sedang), ONS (Mundur Pelan), ONSS (Berhenti), OZ (Normal), OPSS (Berhenti), OPS (Maju Pelan), OPM (Maju Sedang), OPB (Maju Cepat).



Gambar 5. Output Fuzzy

Evaluasi aturan (*Rule*) yang digunakan berjumlah 49 aturan. Dibawah ini adalah tabel dari *rule* yang akan digunakan :

Tabel 1. Aturan (*Rule*)

SENSOR GAS DEPAN							
	DSK	DK	DLK	DS	DLB	DB	DSB
SENSOR GAS BELAKANG	BSK	OZ	OPB	OPB	OPM	OPS	OPSS
	BK	ONB	OZ	OPB	OPM	OPS	OPSS
	BLK	ONB	ONB	OZ	OPM	OPS	OPSS
	BS	ONB	ONB	OZ	OPM	OPS	OPSS
	BLB	ONM	ONM	ONM	OZ	OPS	OPSS
	BB	ONS	ONS	ONS	ONS	OZ	OPSS
	BSB	ONSS	ONSS	ONSS	ONSS	ONSS	OZ

Agregasi / Komposisi yang digunakan adalah kumpulan dan korelasi antar aturan dengan rumus :

$$\sum_{r=1}^R \alpha r z_r$$

Dengan R = banyaknya rule, αr = fire strenght ke-r dan z_r = output pada anteseden aturan ke -r.

Defuzzifikasi didapatkan dengan cara mencari nilai rata – ratanya, yaitu dengan prinsip rata – rata terboboti (*Weighted Average*), dengan rumus sebagai berikut :

$$z = \frac{\sum_{r=1}^R \alpha r z_r}{\sum_{r=1}^R \alpha r}$$

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian driver motor DC

Pengujian dilakukan terhadap driver motor L298 untuk mengetahui kinerja driver motor dan motor DC. Tabel hasil pengujian dapat dilihat seperti dibawah ini :

Tabel 2

Hasil pengambilan data PWM dan RPM motor

No.	PWM Arduino	Kecepatan Motor DC (RPM)	
		Motor DC Kiri	Motor DC Kanan
1	0	0	0
2	10	0	0
3	20	0	0
4	30	0	0
5	40	0	0
6	50	0	0
7	60	0	0
8	70	0	0

9	80	0	0
10	90	0	0
11	100	5,04	4,9
12	110	21,1	22,04
13	120	42,22	41,9
14	130	53	52,7
15	140	62,9	63,8
16	150	69,4	68,9
17	160	75,7	78,4
18	170	87,2	86,5
19	180	94,8	95,4
20	190	102	101,4
21	200	110,6	111,5

22	210	115,5	115,6
23	220	121,2	121,5
24	230	125,7	124,6
25	240	129,2	129,4
26	250	136,2	135,9
27	255	143,8	142,7

4.2 Pengujian terhadap sensor gas MQ-6

Pengujian terhadap sensor gas dilakukan untuk mengetahui kinerja dan karakteristik sensor gas. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian :

Tabel 3

Pengambilan data sensor gas depan

No.	Jarak gas dari sensor (cm)	Nilai Analog pada arduino
1	0	901
2	2	848
3	4	791
4	6	679
5	8	614
6	10	503
7	12	493
8	14	478
9	16	402
10	18	368
11	20	235
12	22	226

Tabel 4

Pengambilan data sensor gas belakang

No.	Jarak gas dari sensor (cm)	Nilai Analog pada arduino
1	0	945
2	2	927
3	4	921

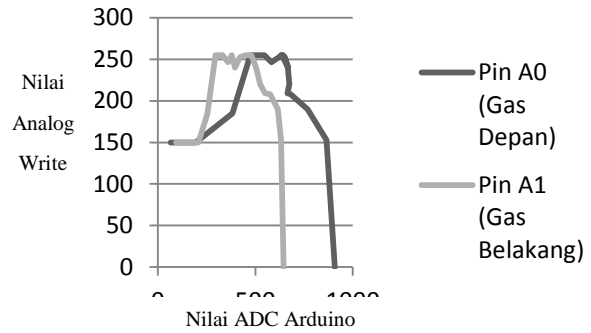
4	6	817
5	8	614
6	10	542
7	12	491
8	14	469
9	16	394
10	18	410
11	20	372
12	22	401
13	24	258
14	26	220

4.3 Pengujian terhadap kinerja robot

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keberhasilan dari program fuzzy yang telah dibuat. Pengujian pertama dilakukan terhadap robot jika gas LPG disemprotkan dengan jarak 25 cm dari sensor gas depan. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian pertama :

Tabel 5
Hasil pengujian pertama

No	Nilai ADC Arduino		Nilai Defuzzifikasi	Nilai Integer Analog Write	Gerak Robot
	Gas Depan	Gas Belakang			
1	65	93	0	150	Normal
2	65	93	0	150	Normal
3	71	93	0	150	Normal
4	102	94	0	150	Normal
5	129	152	0	150	Normal
6	194	209	0	150	Normal
7	383	255	34,65	184,65	Maju
8	475	295	105	255	Maju
9	546	331	105	255	Maju
10	583	360	96,25	246,25	Maju
11	637	379	105	255	Maju
12	669	396	89,89	239,89	Maju
13	652	422	102,41	252,41	Maju
14	632	450	105	255	Maju
15	644	480	105	255	Maju
16	666	502	91,54	241,54	Maju
17	675	525	70	220	Maju
18	665	550	59,06	209,06	Maju
19	681	576	57,7	207,7	Maju
20	768	615	39,67	189,67	Maju
21	865	632	3	153	Maju
22	908	646	2	0	Berhenti



Gambar 6. Grafik hubungan antara sensor gas dan PWM motor

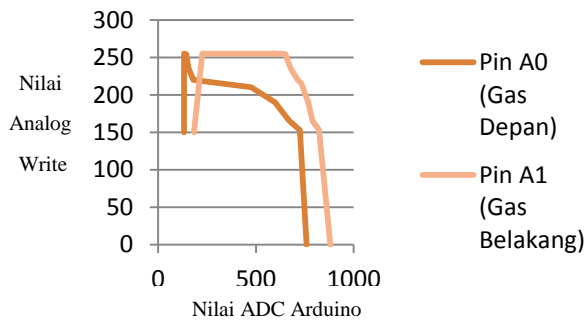
Dari tabel dan grafik terlihat bahwa nilai sensor gas depan mulai naik duluan mengakibatkan robot akan bergerak maju, dimana pada saat nilai sensor gas depan pertama kali naik, robot akan bergerak maju dengan kecepatan penuh. Semakin besar nilai sensor gas depan, robot akan bergerak maju tetapi kecepatannya akan mulai berkurang sampai dengan nilai maksimum dari sensor gas depan (gas LPG tepat berada di depan sensor), robot akan berhenti. Terlihat juga bahwa nilai sensor gas belakang meningkat juga seiring dengan peningkatan nilai sensor gas depan, namun nilai sensor gas depan tetap lebih besar nilainya dari sensor gas belakang.

Pengujian kedua dilakukan terhadap robot jika gas LPG disemprotkan dengan jarak 25 cm dari sensor gas belakang. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian kedua :

Tabel 6
Hasil pengujian kedua

No	Nilai ADC Arduino		Nilai Defuzzifikasi	Nilai Integer Analog Write	Gerak Robot
	Gas Depan	Gas Belakang			
1	132	183	0	150	Normal
2	132	225	-105	255	Mundur
3	132	417	-105	255	Mundur
4	132	541	-105	255	Mundur
5	132	591	-105	255	Mundur
6	133	588	-105	255	Mundur
7	134	589	-105	255	Mundur
8	134	608	-105	255	Mundur
9	136	632	-105	255	Mundur
10	143	651	-104,3	254,3	Mundur
11	155	678	-85,4	235,4	Mundur
12	180	713	-70	220	Mundur
13	308	731	-65,77	215,77	Mundur
14	476	739	-60,13	210,13	Mundur
15	598	767	-40,23	190,23	Mundur

16	670	788	-15,88	165,88	Mundur
17	725	823	-3	153	Mundur
18	760	880	-2	0	Berhenti



Gambar 7. Grafik hubungan antara sensor gas dan PWM motor

Dari tabel dan grafik terlihat bahwa nilai sensor gas belakang mulai naik duluan mengakibatkan robot akan bergerak mundur, dimana pada saat nilai sensor gas belakang pertama kali naik, robot akan bergerak mundur dengan kecepatan penuh. Semakin besar nilai sensor gas belakang, robot akan bergerak mundur tetapi kecepatannya akan mulai berkurang sampai dengan nilai maksimum dari sensor gas belakang (gas LPG tepat berada didepan sensor), robot akan berhenti. Terlihat juga bahwa nilai sensor gas depan meningkat juga seiring dengan peningkatan nilai sensor gas belakang, namun nilai sensor gas belakang tetap lebih besar nilainya dari sensor gas depan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Algoritma fuzzy pada robot ini sudah berjalan dimana kecepatan robot disaat bergerak akan bertambah cepat jika sensor gas sudah mulai mendeteksi adanya gas dan akan berkurang jika makin mendekati sumber gas.
2. Sensor gas MQ-6 tidak dapat mendeteksi adanya gas pada jarak yang jauh, sensor dapat mendeteksi adanya gas pada jarak terjauh 25 cm, diatas 25 cm sensor tidak mampu mendeteksi gas dengan baik.
3. Robot baru mulai kelihatan perubahan kecepatannya pada jarak yang tidak terlalu jauh dari sumber gas dikarenakan sensitifitas sensor gas yang dipakai.

Saran dari penulis pada penelitian ini adalah :

1. Untuk kedepannya, agar sensor gas diganti dengan sensor yang memiliki sensitifitas lebih tinggi, yang dapat mendeteksi gas pada jarak yang jauh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Benny Singgih Santoso, Hendik Eko Hadi Suharyanto, Renny Rakhmawati, "Logika Fuzzy", *Rancang Bangun Sistem Pengaturan Kecepatan Coolpad Menggunakan Sistem Kontrol Logika Fuzzy*, Vol. 1, pp. 2.
2. Ir. Tri Novianta Putra, M.ENG, *kuliah-ii-motor-dc*, Mata Kuliah Kendali Motor Listrik, Jurusan Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Batam, 2012.