

**PERANCANGAN ROBOT PENDETEKSI KEBOCORAN  
PIPA GAS MENGGUNAKAN ALGORITMA  
WALL FOLLOWER**

**NURRAHMAN**  
**STMIK PAMITRAN**  
Nur.rahman221@gmail.com

**ABSTRACT**

*The risk that can occur from the use of a pipe as a medium to siphon PG gas is occurring leakage of that pipe. The biggest risk of leakage is when the LPG gas leaked from that pipeline ignited by a spark, it will cause an explosion or fires that may damage around facilities and cause in casualties and injuries. The Wheeled Robot leakage LPG gas detection is the form of a robot, which will move to follow the room contained LPG gas pipeline with DC motor and ultrasonic sensor.*

*The robot is also equipped with a gas sensor to detect gas leakage in the pipe. The brain in this robot is a microcontroller program using the algorithm wall follower, with the result that the robot can move and detect the gas leak automatically without human help. The result is a robot will trace the existing pipe in the room with normal speed at the time has not detected a gas leak.*

*By the time the robot starts detecting a leak, the robot will move at full speed towards the source of the leak. Getting closer to the source of the leak, the robot will move but its speed begins to decrease slowly, until right at the source of the leak, then the robot will stop.*

**Keywords :** Robot, Gas, Algorithm Wall Follower.

**A. PENDAHULUAN**

Kemajuan Teknologi dewasa ini menuntut manusia untuk lebih meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam berbagai hal. Oleh karena itu, manusia diharapkan untuk dapat beraktifitas dengan efisien waktu yang relatif singkat apalagi jika menyangkut pengaman. Dalam kehidupan sehari-hari dan bahkan sampai saat ini, manusia masih cenderung menggunakan cara manual ataupun sederhana dalam mengantisipasi terjadinya bahaya. Diantaranya adalah bahaya kebocoran gas yang jika tidak segera diantisipasi akan berakibat sangat fatal.

Gas apabila tidak berbau, pasti akan sulit dideteksi jika terjadi kebocoran, Menyadari akan hal tersebut diatas, maka Perusahaan Tambang Minyak Indonesia (PERTAMINA) menambahkan zat pembau (mercaptane) yang baunya khas dan menusuk hidung. Langkah itu sangat berguna untuk mendeteksi bila terjadi kebocoran gas.

Dengan tersedianya zat mercaptane dapat menghindari ledakan gas yaitu dengan cara pendeteksian bau gas dan penanganan awal agar gas yang terakumulasi di ruangan bisa keluar. Namun dengan adanya zat pembau tersebut dianggap masih belum cukup untuk mengatasi semakin maraknya kebakaran yang diakibatkan oleh adanya kebocoran gas.

**B. KAJIAN PUSTAKA**

**1. Pengertian Perancangan**

Menurut Mohamad Subhan (2012:109) dalam bukunya yang berjudul *Analisa Perancangan Sistem* mengungkapkan “Perancangan adalah [proses](#) pengembangan spesifikasi baru berdasarkan rekomendasi hasil analisis sistem”. Sedangkan menurut Al-Bahra Bin Ladjamudin (2005:39) dalam bukunya yang berjudul *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, adalah sebagai berikut: “Tahapan perancangan (design) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik”.

## 2. Robotika

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).

### a. Sejarah Robot

Kata robot berasal dari Czech yaitu *robot* yang berarti bekerja. Istilah ini diperkenalkan ke publik oleh Karel Capek pada saat mementaskan RUR (*Rossum's Universals Robots*) pada tahun 1921. Robot adalah peralatan elektro-mekanik atau bio-mekanik, atau gabungan peralatan yang menghasilkan gerakan yang otonomi maupun gerakan berdasarkan gerakan yang diperintahkan.

Awal kemunculan robot dapat dirunut dari bangsa Yunani kuno yang membuat patung yang dapat dipindah-pindah. Pada tahun 270 SM, Ctesibus seorang insinyur Yunani, membuat organ dan jam air dengan komponen yang dapat dipindahkan. Pada zaman Nabi Muhammad SAW telah dibuat mesin perang dengan menggunakan roda dan dapat melontarkan bom. Bahkan Al-Jajari (1136-1206), seorang ilmuwan Islam pada dinasti Artuqid, dianggap sebagai tokoh yang pertama kali menciptakan robot humanoid yang berfungsi sebagai 4 musisi.

Robot adalah rangkaian peralatan mekanika dan elektronika yang di rangkai bersama-sama yang bekerja dan beroperasi sesuai dengan instruksi atau program. Robot yang selama ini kita kenal adalah sebuah mesin berbentuk manusia yang dapat berbicara dan berjalan layaknya manusia. Robot tersebut adalah salah satu jenis robot berdasarkan bentuknya yaitu kategori Android. Robot jenis ini berbentuk seperti kendaraan yang dilengkapi dengan roda dan bergerak seperti sebuah mobil.

### b. Karakteristik Robot

Sebuah robot umumnya memiliki karakteristik sebagai berikut :

- 1) Sensing : Robot dapat mendeteksi lingkungan sekitarnya (halangan, panas, suara, dan *image*).
- 2) Mampu Bergerak : Robot umumnya bergerak dengan menggunakan kaki atau roda, dan pada beberapa kasus robot dapat terbang dan berenang.
- 3) Cerdas : Robot memiliki kecerdasan buatan agar dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat.
- 4) Membutuhkan Energi yang Memadai : Robot membutuhkan catu daya yang memadai.

### c. Tipe Robot Beroda

Robot beroda didesain dan dibuat sesuai kebutuhan pengguna. Robot, hingga saat ini, secara umum dibagi menjadi beberapa tipe sebagai berikut :

- 1) Robot Beroda Satu
- 2) Robot Beroda Dua
- 3) Robot Beroda Tiga
- 4) Robot Beroda Empat
- 5) Robot Beroda Tank

### 3. Pendeteksi Kebocoran Gas

Maraknya tabung gas elpiji terutama untuk tabung 3kg yang sering meledak pada saat itu, saya menemukan membuat ide untuk membuat sebuah robot pendeteksi yang dilengkapi dengan kamera CCTV untuk menelusuri ruangan. Pada robot deteksi kebocoran tabung gas yang saya buat ini sensor gas akan mendeteksi gas (*Liquid Petroleum Gasses*) kalau di Indonesia penulisan dan penyebutannya adalah Robot ini akan menemukan sebuah titik kebocoran tabung gas elpiji. Sehingga robot ini dapat mengurangi resiko bahaya ataupun kebakaran yang kerap terjadi di dalam suatu industry maupun perumahan. Robotku ini secara otomatis akan menelusuri semua ruangan dan melihatnya dengan kamera. Sensor gas akan berlogika 1 (*positif*) apabila mendapati gas yang bocor sebagai tanda bahaya bahwa ruangan tersebut dalam keadaan bahaya.

### 4. Pengertian Algoritma

Pengertian algoritma adalah suatu urutan dari beberapa langkah yang logis guna menyelesaikan masalah. Pada saat kita memiliki masalah, maka kita harus dapat untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan langkah-langkah yang logis.

Dalam ilmu matematika dan komputer, pengertian algoritma merupakan prosedur dari beberapa langkah demi langkah untuk penghitungan. Algoritma dipakai untuk penghitungan, penalaran otomatis, dan pemrosesan data. Pengertian algoritma ialah suatu metode yang efektif diekspresikan sebagai rangkaian yang terbatas dari beberapa instruksi yang telah dijelaskan dengan baik guna menghitung sebuah fungsi.

Susunan algoritma dimulai dari kondisi awal dan input awal, instruksi tersebut mendeskripsikan komputasi yang apabila itu dieksekusi serta diproses dengan melewati urutan-urutan kondisi terbatas yang terdefinisi dengan baik, sehingga dapat menghasilkan output atau keluaran dan berhenti di kondisi akhir yang telah ditentukan.

Algoritma sangat diperlukan untuk mengolah data yang ada di komputer. Dalam sistem komputer, pengertian algoritma ialah logika yang dibuat dengan memakai software oleh para pembuat perangkat lunak untuk membuat software tersebut menjadi lebih bagus.

Algoritma berbeda dengan Logaritma. Perlu diketahui juga bahwa logaritma adalah sebuah operasi di ilmu matematika guna menghitung kebalikan eksponen dari sebuah perpangkatan.

#### a. Bentuk Dasar Algoritma

Algoritma sendiri mempunyai tiga 3 bentuk dasar, antara lain :

##### 1) Algoritma Sekuensial (*Sequence Algorithm*)

*Sequence algorithm* atau algoritma sekuensial merupakan algoritma yang langkah-langkahnya secara urut dari awal hingga akhir.

##### 2) Algoritma Perulangan (*Looping Algorithm*)

*Looping algorithm* atau algoritma perulangan merupakan suatu algoritma yang menjalankan beberapa langkah tertentu secara berulang-ulang atau looping.

##### 3) Algoritma Percabangan atau Bersyarat (*Conditional Algorithm*)

*Conditional algorithm* atau algoritma bersyarat merupakan algoritma yang menjalankan langkah berikutnya apabila terdapat syarat yang sudah dapat dipenuhi.

### 5. Robot Wall Follower

*Wall Follower* adalah suatu algoritma untuk menyediakan orientasi navigasi kepada robot dengan menyusuri dinding. Salah satu keuntungannya adalah tidak perlu adanya garis penuntun ataupun suatu tanda khusus sebagai arahan bagi robot. Cara

kerjanya adalah dengan mengatur jarak dinding dengan robot tetap konstan. Bila terjadi perubahan, maka robot akan bergerak untuk kemudian menyesuaikan jarak lagi. Proses ini akan dilakukan secara berulang-ulang. Ada empat metode dari Wall Follower:

- a. *Contact*  
Robot menggunakan saklar mekanik yang merasakan sentuhan dengan dinding. Ini adalah metode yang paling mudah namun saklar akan cenderung mengalami kerusakan mekanis setelah beberapa waktu.
- b. *Noncontact, Active Sensor*.  
Robot menggunakan sensor aktif yang beroperasi dalam jarak dekat seperti infra merah atau ultrasonik untuk mengukur jarak antara dinding dengan robot.
- c. *Noncontact, Passive Sensor*.  
Robot memakai sensor pasif seperti saklar Hall effect untuk mengukur jarak antara robot dengan dinding. Pada kasus ini, dinding harus berbahan logam atau dipasangi kabel elektrik agar sensor dapat menangkap medan magnetik saat robot mendekati dinding.
- d. *Soft-Contact*.  
Robot menggunakan bahan mekanik untuk mendeteksi sentuhan dengan dinding, namun sentuhan ini diperhalus dengan memasang material lunak atau lentur contohnya roda dari busa atau karet. Kelebihan dari metode ini adalah berkurangnya kerusakan mekanis.

## 6. Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer.

Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. jadi mikrokontroler bertugas sebagai 'otak' yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

Secara umum, Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu:

- a. Hardware papan PCB input/output (I/ O) yang open source.
- b. Software Arduino Yang juga open source, meliputi software Arduino IDE untuk menulis program dan driver untuk koneksi dengan komputer.

## 7. Pengertian Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input/output (di mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, clock speed 16 MHZ, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Board ini menggunakan daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan adaptor AC-DC atau baterai.

Arduino Uno adalah pilihan yang baik untuk pertama kali atau bagi pemula yang ingin mengenal Arduino. Di samping sifatnya yang reliabel juga harganya murah.

## 8. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40KHz hingga 400KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima.

Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40KHz-400KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric.

Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

a. Sensor Jarak Ultrasonik Ping

Sensor jarak ultrasonik ping adalah sensor 40khz produksi parallax yang banyak digunakan untuk aplikasi atau kontes robot cerdas. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dan ground.

Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40KHz) selama  $t=200\mu s$  kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan tout min 2us).

Spesifikasi sensor ultrasonik PING :

- 1) Kisaran pengukuran 3 cm-3 m.
- 2) Input trigger – positive TTL pulse, 2 us min, 5 us tipikal.
- 3) Echo hold off 750 us dari of trigger pulse.
- 4) Delay before next measurement 200 us.
- 5) Brust indikator LED menampilkan aktivitas sensor.

b. Instalasi Sensor Ultrasonik Ping

Sensor ultrasonic ping akan bekerja jika mendapat suplay tegangan sebesar 5 V DC. dimana tegangan 5 V DC dihubungkan dengan konektor Vcc dan ground pada sensor. Untuk konektor SIG dapat dihubungkan dengan mikrokontroler.

Konektor SIG adalah sebagai control sensor ini dalam pendeteksian objek sekaligus pembacaan jarak objek dengan sensor ini. progamer dapat mensetting sensor ini dengan jarak yang telah ditentukan sesuai dengan ring deteksi dari sensor ultrasonic ping ini sesuai dengan kebutuhan penggunaan dari sensor tersebut. Ketika sensor disetting jaraknya maka dengan jarak yang telah ditentukanlah sensor akan bekerja dalam pendeteksian objek. Kisaran jarak yang dapat di baca sensor ultrasonic ping ini adalah 3 cm sampai 3 m.

## 9. Motor Dc

Roda digerakkan menggunakan empat buah motor DC yang dipasang pada roda sebelah kiri, kanan, depan dan belakang. Motor DC merupakan peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik.

## 10. PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM (*Pulse width Modulation*), adalah sebuah metode untuk pengaturan kecepatan perputaran, dalam hal ini adalah motor DC untuk gerak robot. PWM dapat dihasilkan oleh empat metode, sebagai berikut :

- a. Metode Analog
- b. Metode Digital
- c. IC Diskrit
- d. Mikrokontroler

**11. Sensor MQ 6**

Sensor MQ 6 adalah sensor gas, dapat mendeteksi gas dan termasuk gas yang terdiri dari dalam gas yaitu gas propana dan butana. sensor ini dapat mendeteksi gas pada konsentrasi di udara antara 200 sampai 10000ppm.

Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat. Output sensor adalah resistansi analog. Sirkuit dari sensor ini sangat sederhana, yang diperlukan sensor ini adalah memberi tegangan dengan 5V, menambahkan resistansi beban, dan menghubungkan output ke ADC.

**12. LCD**

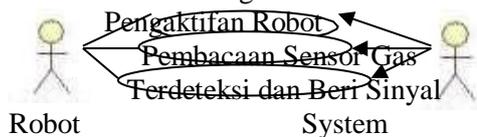
*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan Sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata (*flat*) dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan, membentuk susunan kristalinang mempolarisasi cahaya yang melaluinya.

Kegunaan LCD (*Liquid Crystal Display*) Banyak sekali kegunaan LCD dalam perancangan suatu system yang menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD yang digunakan adalah jenis LCD M1632. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.

**C. METODE PENELITIAN**

**1. Perancangan Penelitian**

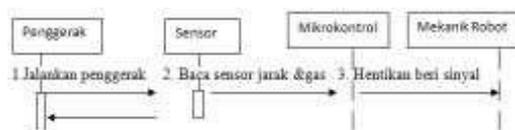
a. Use Case Diagram



Sumber : Penulis, 2017

**Gambar 1. Use Case Robot Pendeteksi Gas**

b. Sequence Diagram

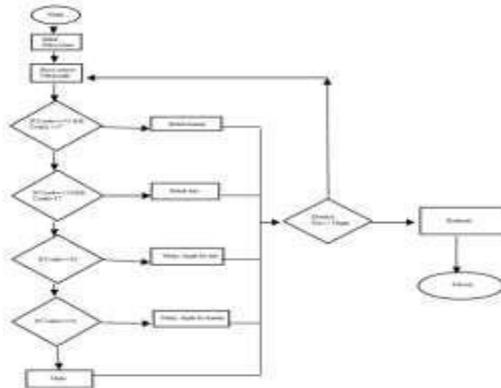


Sumber : Penulis, 2017

**Gambar 2. Sequence Diagram**

## 2. Rancangan Robot

Alur kerja sistem robot secara keseluruhan dapat dilihat pada flowchart seperti :



Gambar 3 : Rancangan Robot

Sumber : Penulis, 2017

## 3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### a. Pengamatan (*Observasi*)

Ketika kebocoran gas terjadi disuatu titik tertentu dari sebuah pipa gas, maka pekerjaan para pekerja disuatu pabrik gas lpg akan menjadi lebih sulit dan beresiko tinggi, karena jika kebocoran yang terjadi kecil maka akan sangat sulit untuk dideteksi karna yang hanya terdeteksi hanya baunya saja. Maka dari itulah penulis membuat robot beroda bukan berkaki. Agar robot dapat menelusuri pipa-pipa dengan mengurangi getaran saat menelusuri pipa sehingga mempercepat kerja robot dalam mendeteksi dan menemukan sumber dari kebocoran gas sebelum terjadi suatu hal yang tidak diinginkan akibat dari kebocoran pipa gas tersebut seperti halnya ledakan dan lain-lain.

### b. Wawancara (*Interview*)

Penulis melakukan Tanya jawab langsung dengan narasumber, yaitu dengan para pekerja lapangan dari sebuah perusahaan pipa gas lpg, mengenai medan atau track-track yang dilalui yang berkemungkinan bias menghambat proses menemukan sumber dari kebocoran pipa gas tersebut.

## 4. Studi Pustaka (*Library*)

Teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis yaitu dengan membaca, mempelajari, dan menganalisa beberapa referensi buka-buku dan bacaan-bacaan yang masih mempunyai keterkaitan dengan judul yang diajukan.

## 3. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

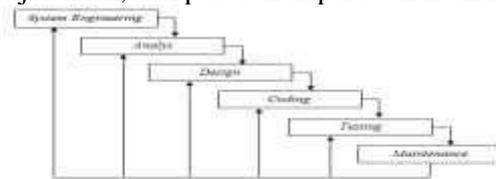
Di dalam mengerjakan sebuah penelitian, tentulah sebagai seorang penulis harus menyusun terlebih dahulu langkah-langkah atau tahapan-tahapan pengerjaan yang penulis kerjakan dalam proses Perancangan Sistem Informasi ini. Metode pengembangan sistem mengacu pada model *Waterfall* atau yang sering disebut juga dengan model air terjun.

Model ini mengusulkan sebuah pendekatan perangkat lunak yang sistematis dan sekuensial yang dimulai pada tingkat dan kemajuan sistem pada seluruh analisis, desain, kode, pengujian, dan pemeliharaan.

Dalam model ini terdapat beberapa sifat-sifat yang menonjol dan cenderung menjadi permasalahan pada model *Waterfall*.

- a. Ketika *problem* muncul, maka proses berhenti karena tidak dapat menuju ke tahapan selanjutnya. Apabila terdapat kemungkinan *problem* tersebut muncul akibat kesalahan dari tahapan sebelumnya, maka proses harus membenahi tahapan sebelumnya agar *problem* ini tidak muncul.
- b. Karena pendekatannya secara *sequential*, maka setiap tahap harus menunggu hasil dari tahap sebelumnya. Hal itu tentu membuang waktu yang cukup lama, artinya bagian lain tidak dapat mengerjakan hal lain selain hanya menunggu hasil dari tahap sebelumnya.

Dengan demikian, *Waterfall* dianggap pendekatan yang lebih cocok digunakan untuk proyek pembuatan sistem baru. Tetapi salah satu kelemahan paling dasar adalah menyamakan pengembangan perangkat keras dengan perangkat lunak dengan meniadakan perubahan saat pengembangan. Padahal, galat diketahui saat perangkat lunak dijalankan, dan perubahan-perubahan akan sering terjadi.



Sumber : Data Diolah, 2017  
**Gambar 4. Metode Waterfall**

1. *Sistem Engineerinnng*  
Pada tahap ini, penulis memulai pekerjaan dengan mendefinisikan dan mengumpulkan semua bahan-bahan seperti teori-teori yang di butuhkan dalam membentuk suatu informasi yang akan digunakan pada tahapan selanjutnya.
2. *Analys*  
Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan dari *software* yang akan dirancang dan dibuat, meliputi analisis fungsi/proses yang dibutuhkan, analisis *output*, analisis *input*, dan analisis kebutuhan.
3. *Design*  
Pada tahap ini, dilakukan perancangan *software* yang bertujuan untuk memberikan gambaran apa yang seharusnya di kerjakan oleh *software* dan bagaimana tampilannya, meliputi rancangan *output*, rancangan *input*, rancangan struktur data yang digunakan, rancangan struktur *software* dan rancangan algoritma *software*. Tahapan ini membantu dalam menspesifikasikan kebutuhan dan arsitektur *software* secara keseluruhan.
4. *Coding*  
Pada tahap ini, dilakukan proses *coding* atau pembuatan *software*. Pembuatan *software* dipecah menjadi beberapa modul yang nantinya akan digabungkan dalam tahap berikutnya. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan untuk mengetahui apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belu.
5. *Testing*

Dalam tahap ini dilakukan penggabungan modul-modul yang telah di buat dan dilakukan pengujian atau *testing*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *software* yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan apakah masih terdapat kesalahan atau tidak.

#### 6. *Maintenance*

Tahap ini merupakan tahapan akhir dalam model *Waterfall*. *software* yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan (*Maintenance*). Pemeliharaan ini termasuk memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya. Perbaikan Implementasi unit sistem dan peningkatan jasa sistem sebagai kebutuhan baru.

### 4. Permasalahan Yang Ada di Pengembangan Waterfall

- a. Sebagai akibat dari biaya pembuatan dan persetujuan dokumen, iterasi menjadi mahal dan melibatkan pengerjaan ulang yang signifikan. Dengan demikian, setelah sejumlah iterasi kecil, normal membekukan bagian dari pengembangan seperti spesifikasi. Masalah-masalah di kesampingkan, diabaikan atau dihindari untuk pemecahan kemudian. Pembekuan persyaratan dini ini bisa berarti bahwa sistem tidak dapat melakukan seperti yang diinginkan user.
- b. Sistem memiliki struktur yang buruk jika masalah perancangan dihindari dengan trik implementasi. Dengan demikian pada fase akhir perangkat lunak digunakan, error dan penghapusan persyaratan perangkat lunak yang asli akan ditemukan.
- c. Terjadinya pembagian proyek menjadi tahap-tahap yang tidak fleksibel. Komitmen harus dilakukan pada tahap awal proses dan akan sulit bagi perokayasa untuk menanggapi perubahan persyaratan pelanggan.

### 5. Keuntungan dari Model Waterfall

- a. Merupakan model pengembangan paling handal dan paling lama digunakan.
- b. Cocok untuk system software berskala besar.
- c. Cocok untuk system software yang bersifat generic.
- d. Pengerjaan project system akan terjadwal dengan baik dan mudah dikontrol

### 6. Kelemahan Waterfall

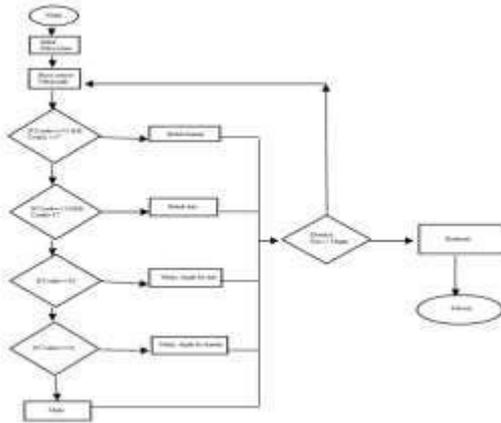
- a. Waktu pengembangan lama. hal ini dikarenakan input tahap berikutnya adalah output dari tahap sebelumnya. Jika satu tahap waktunya molor, maka waktu keseluruhan pengembangan juga ikut molor.
- b. Biaya juga mahal, hal ini juga dikarenakan waktu pengembangan yang lama.
- c. Terkadang perangkat lunak yang dihasilkan tidak akan digunakan karena sudah tidak sesuai dengan requirement bisnis customer. hal ini juga dikarenakan waktu pengembangan yang lama. selain itu dikarenakan *Waterfall* merupakan aliran yang linear, sehingga jika requirement berubah proses tidak dapat diulang lagi.
- d. Karena tahap-tahapan pada *Waterfall* tidak dapat berulang, maka model ini tidak cocok untuk pemodelan pengembangan sebuah proyek yang memiliki kompleksitas tinggi.
- e. Meskipun *Waterfall* memiliki banyak kelemahan yang dinilai cukup fatal, namun model ini merupakan dasar bagi model-model lain yang dikembangkan setelahnya.

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi dan penguji sistem hasil implementasi sebagai berikut :

### 1. Alur Kerja Robot

Alur kerja sistem robot secara keseluruhan dapat dilihat pada flowchart seperti :



Sumber : Penulis, 2017

Gambar 5. Alur Kerja Robot

Keterangan :

1. Robot dinyalakan
2. Inisialisasi subsistem robot
3. Robot baca hasil sensor ultrasonik
4. Robot bergerak sesuai inputan hasil ultrasonik
5. Robot deteksi ada tidaknya gas
6. Jika terdeteksi gas robot akan berhenti
7. Jika tidak terdeteksi gas maka robot akan bergerak lagi sesuai dengan hasil pembacaan sensor ultrasonik

## 2. Implementasi Fuzzy Logic

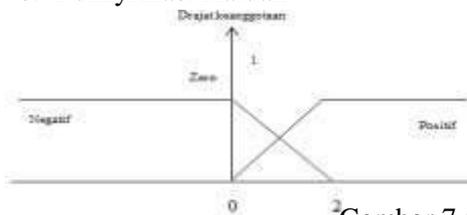
### a. Fuzzyfikasi Error



Gambar 6 : Fuzzyfikasi Error

Sumber : Penulis, 2017

### b. Fuzzyfikasi Haluan



Gambar 7 : Fuzzyfikasi Error

Sumber : Penulis, 2017

c. Evaluasi Rule

Tabel 1 : Evaluasi Rule Kontrol Maju

	(-) Besar	(-) Kecil	Zero	(+) Besar	(+) Kecil
Positif	22	40	127	40	22
Negatif	20	20	20	20	20

Sumber : Penulis, 2017

d. Evaluasi Rule

Tabel 2 : Evaluasi Rule Kontrol Belok

	(-) Besar	(-) Kecil	Zero	(+) Besar	(+) Kecil
Positif	120	90	0	-90	120
Negatif	120	120	120	120	120

Sumber : Penulis, 2017

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap sistem robot deteksi kebocoran pipa gas lpg, maka penulis mencoba untuk menarik kesimpulan sebagai berikut :

- Tingkat kemampuan robot untuk menentukan posisi robot berada dan berjalan lurus adalah 100%.
- Tingkat keberhasilan robot dalam menelusuri dinding adalah 89%,11% kesalahan yang terjadi robot menabrak dinding karna kesalahan membaca ultrasonik sensor depan.

### 2. Saran

Beberapa saran yang penulis dapat berikan kepada pembaca yang ingin menggunakan, membuat, ataupun mengembangkan sistem robot beroda tank deteksi kebocoran gas lpg ini, adalah sebagai berikut :

- Dalam penggunaan sensor halangan sebaiknya menggunakan sensor halangan yang lebih memumpuni, agar dapat mendeteksi halangan dengan lebih baik.
- Sebaiknya menggunakan penggunaan sensor ultrasonik yang lebih banyak atau lebih dari tiga.di setiap sudut agar pergerakan robot lebih baik dalam menghindari halangan.

## F. DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo, 2010. "*Robotika : Teori+Implementasi*". Yogyakarta : CV. ANDI OFFSET.
- Budiharto, Widodo, Dr., S.Si, M.Kom., dan Suhartono, Derwin, S.Kom., M.TI., 2014. "*Artificial Intelligence : Konsep Dan Penerapannya*". Yogyakarta : CV. ANDI OFFSET.
- Kusumadewi, Sri, 2003. "*Artificial Intelligence : Teknik dan Aplikasinya*". Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Siregar, Houtman P. 2012. "*Mekanika Robot Berkaki*". Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Susilo, Deddy, 2010. "*Wall Following Algorithm*". Salatiga : UKSWS-Press.
- Suyanto, 2014. "*Artificial Intelligence: Searching, Reasoning dan learning*". Bandung