

Robot Pendeteksi Kondisi Gas Beracun di Daerah Pegunungan yang Dapat Dikendalikan dengan Remote Kontrol

Kristian Visi Subekti¹, Gunawan Dewantoro², F. Dalu Setiaji³

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹kristian_vis@gmail.com, ²gunawan.dewantoro@staff.uksw.edu, ³fdsetiaji@yahoo.com

Ringkasan

Sampai saat ini masih ditemukan beberapa orang terluka akibat infeksi gas beracun dalam tubuh di daerah pegunungan, bahkan ada yang meninggal. Hal ini sangat meresahkan warga desa sekitar pegunungan dan juga para karyawan pabrik yang sehari-hari bekerja di daerah yang berbahaya. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dibuat sebuah robot untuk menggantikan manusia dalam mendeteksi gas beracun. Robot ini terdiri 2 bagian yaitu bagian *master* sebagai remote kontrol dan *slave* berupa robot yang akan dikendalikan. Robot ini dikendalikan secara *wireless* dan terdapat kamera pada bagian depan atas robot sehingga manusia yang mengendalikan bisa melihat keadaan di sekitar robot melalui remote yang terdapat LCD warna di tampilannya. Pada robot ini digunakan ATMEGA 2560 sebagai pengendali utama di modul *master* dan *slave*. Hasil tangkapan kamera dikirim secara *wireless* dengan modul *video sender* sehingga robot dapat bergerak bebas saat dikendalikan di kondisi lapangan yang sulit. Hasil pengujian menunjukkan robot ini dapat dikendalikan untuk berjalan maju, mundur, belok ke kiri atau kanan dan mengirim data konsentrasi gas H₂S secara *wireless* terhadap modul *master*. Robot beroda mampu bergerak melewati medan miring dengan kemiringan 30° dan melewati dataran tidak rata hingga ketinggian 10 cm dari permukaan tanah. Hasil data yang diterima dari sensor diolah menjadi grafik yang ditampilkan pada LCD grafik secara *real time*. Robot juga mampu menampilkan hasil rekaman video tentang kondisi sekitar robot secara *streaming*.

Kata kunci: *video sender*, radio frekuensi, mikrokontroler, nirkabel

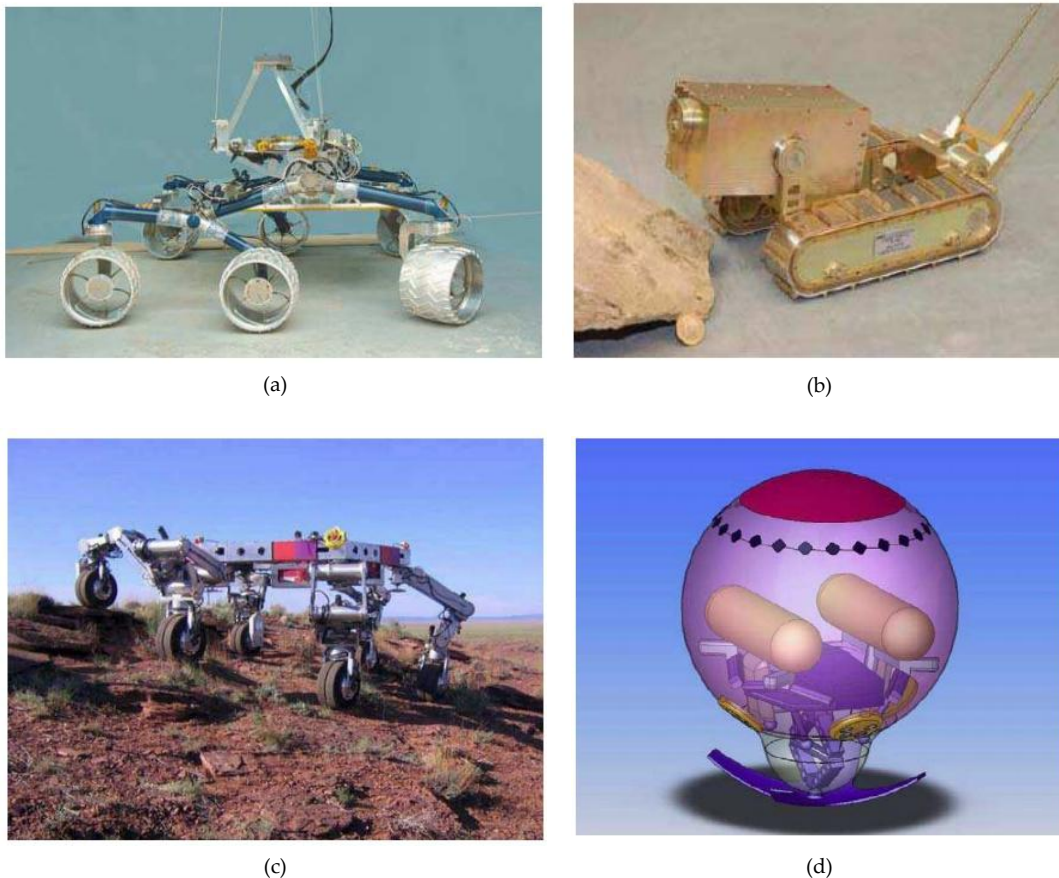
1. Pendahuluan

Sampai saat ini masih ditemukan beberapa orang yang terluka akibat infeksi gas beracun dalam tubuh di daerah pegunungan, bahkan ada yang meninggal. Hal ini meresahkan warga desa sekitar pegunungan dan juga para karyawan pabrik yang sehari-hari bekerja di daerah yang berbahaya [1]. Khususnya para pekerja lapangan yang berkerja di sekitar daerah pegunungan berapi, yang akan mendapatkan resiko keracunan jika membuka lahan baru untuk proyek pembangunan atau bagi masyarakat yang ingin meluaskan lahan untuk bercocok tanam. Berikut ini adalah gas beracun yang berada di daerah pegunungan berapi beserta efeknya [2].

Tabel 1. Karakteristik serta efek gas beracun

	Karakteristik	Efek jangka pendek	Efek jangka panjang
CO ₂	Tak berbau, tak berwarna, berat jenis gas terhadap udara=1.52 g/liter. Kelarutan gas dalam air pada suhu 20° C=0.04 g/liter Batas rata-rata yang diijinkan dalam 8 jam = 5000 ppm	Sesak nafas ringan, gejala muncul jika konsentrasi gas tinggi dan tidak cukup oksigen untuk bernafas.	Terlalu lama terkena konsentrasi >10% dapat menyebabkan ketidaksadaran
SO ₂	Tidak berwarna pada suhu kurang dari -10° celcius dapat dilihat pada 3 ppm kepadatan di udara 2,26 gram/ liter larutan gas 10 gram/ liter. PEL 5 ppm di udara; 13 miligram/3 meter kubik di udara.	Dapat menyebabkan iritasi dan rasa terbakar pada mata menyebabkan batuk-batuk dan susah bernafas. Sekitar 90° SO ₂ diserap di bagian atas pernafasan. Pada konsentrasi 6-12 ppm dapat menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan pada konsentrasi lebih dari 20 ppm dapat menyebabkan iritasi pada mata.	Pada konsentrasi rendah bisa berbahaya jika orang tersebut mengidap penyakit kardioplumonari
H ₂ S	Tidak berwarna, mudah terbakar dan dikenal sebagai gas telur busuk. Bau dapat terdeteksi pada 0,77 ppm dan mudah terlihat pada 4,6 ppm. Kepadatan gas di udara 1,19 g/ liter. Kelarutan gas 2,9 gram per liter. PEL = 20 ppm di udara; 28 mg/m ³ di udara.	Efek jangka pendek menghirup 20-150 ppm dapat menyebabkan iritasi mata jika terkena konsentrasi yg lebih tinggi dapat menyebabkan iritasi pada pernafasan atas	Jika menghirup di bawah 50 ppm dapat menyebabkan paringitis dan bronkitis jika menghirup lebih dari 250 ppm dapat menyebabkan pulmonari endema.
CO	Gas tidak berwarna, tidak berbau, dan hambar yang sedikit lebih ringan dari udara. PEL: 9 ppm , 8 jam. 35 ppm, 1 jam.	Sekali lagi tergantung pada kadar karbon monoksida terhirup, gas ini bisa berakibat fatal dan dapat menyebabkan kematian secara bertahap atau dapat membunuh dalam hitungan menit.	Efek jangka panjang menghirup karbon monoksida dapat mempengaruhi: ingatan, fungsi otak, tingkah laku, kognisi. Hal ini juga dapat menyebabkan kerusakan permanen pada organ utama lainnya dalam tubuh, seperti jantung. Efek keracunan karbon monoksida dalam jangka panjang mungkin halus atau mungkin sangat parah, tergantung pada tingkat keracunan.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka akan dibuat sebuah robot membantu mendeteksi gas beracun khususnya di daerah pegunungan. Untuk tujuan tersebut diperlukan mekanik robot yang mampu menjelajah di area pegunungan. Berikut ini adalah beberapa contoh mekanik robot yang pernah dibuat [3].



Gambar 1. (a) *Wheel enabled system* (b) *Track enabled system* (c) *Wheel-leg hybrid system* (d) *Hop-roll hybrid system*

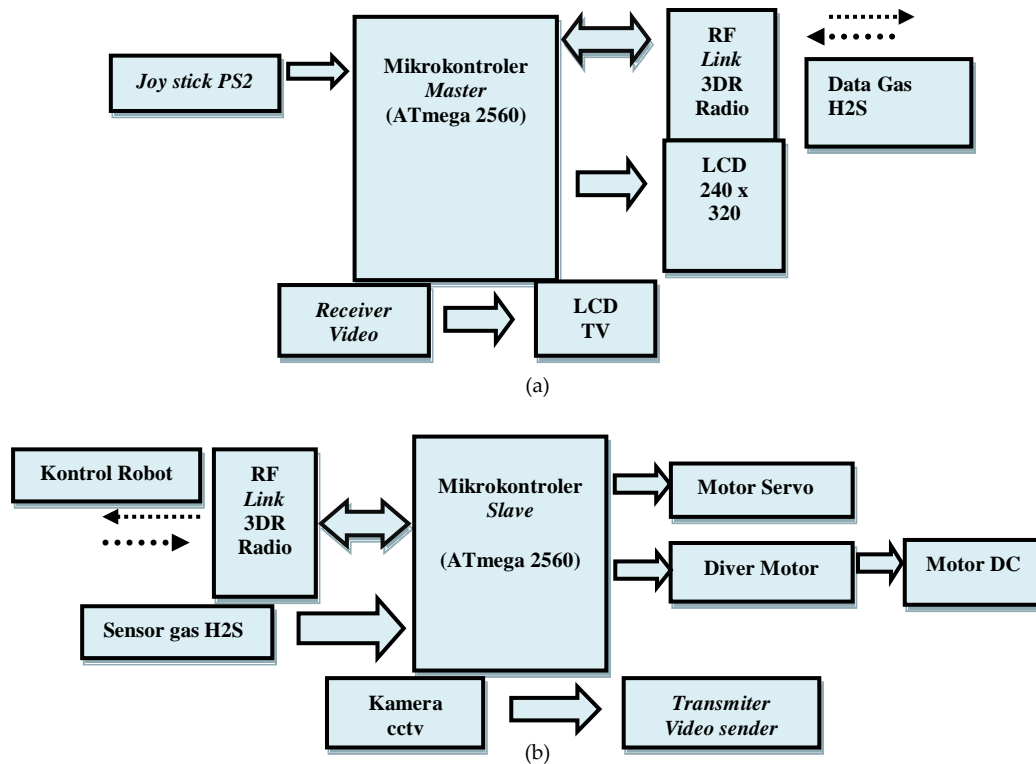
Yang dipilih dalam penelitian ini adalah model mekanik robot RC *off road* yang mampu menjelajahi di daerah-daerah berbatu. Memang ada beberapa desain mekanik robot yang bisa digunakan untuk menjelajahi daerah-daerah terjal namun dari segi kesiapan teknologi yang ada maka penulis menggunakan *wheel enabled system*. Robot bermekanik *wheel enabled system* yang penulis rancang ini dikendalikan dengan menggunakan remote control dan terdapat kamera pada bagian depan atas robot yang berfungsi sebagai “mata robot” sehingga manusia yang mengendalikan bisa melihat keadaan di sekitar robot secara visual, karena pada remote yang terdapat tampilan LCD warna. Hal tersebut akan memudahkan pengendali robot untuk mengarahkan robot sambil mengamati keadaan di sekitar robot.

2. Perancangan

2.1. Perancangan Perangkat Keras

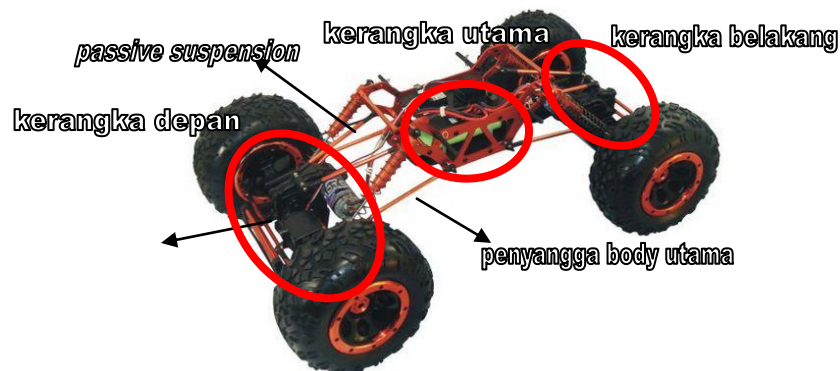
Alat yang akan direalisasikan adalah sebuah robot pedeteksi gas beracun di daerah pegunungan yang dilengkapi modul kamera yang dikendalikan oleh *remote control* di mana hasil pengukuran konsentrasi gas beracun dapat di tampilkan dalam bentuk grafik pada sebuah layar LCD. Komunikasi antara modul *master* yang terpasang pada tangan user dengan mikrokontroler utama yang terletak pada badan robot (*slave*) dirancang secara nirkabel dengan antarmuka serial-RF menggunakan RF link 3DR radio telemetry

keluaran *RCT timer*. Secara umum, alat akan terbagi menjadi dua bagian besar, yaitu modul *master* dan modul *slave*. Modul *master* adalah modul pengontrol utama robot di mana terdapat LCD TV sebagai penampil video. Terdapat pula LCD TFT 320x240 pixel sebagai penampil grafik konsentrasi gas H₂S. Sedangkan *joystick* PS2 digunakan sebagai pengontrol gerak kamera dan robot. Sedangkan modul *slave* adalah sebuah sistem yang dikontrol oleh *master* yang terdiri dari kerangka mobil RC *off road*, kamera cctv, sensor gas H₂S, *video sender*, RF link. ATmega 2560 adalah mikrokontroler utama pada kedua modul ini. Pada penelitian ini, alat yang dibuat terdiri atas perangkat keras yang meliputi modul mekanik dan modul elektronik, perangkat lunak meliputi *software* pada mikrokontroler. Sedangkan blok diagram perancangan ini dibagi menjadi blok diagram *master* dan *slave*.



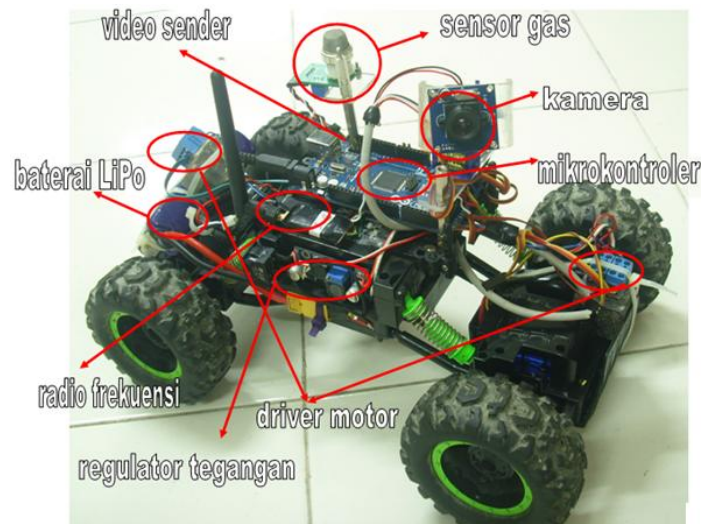
Gambar 2(a). Blok diagram *master* dan (b) Blok diagram *slave*

Pada modul mekanik ini penulis menggunakan mekanik RC *off road* yang bisa digunakan di daerah berbatu ataupun dataran tidak rata seperti kondisi di daerah pegunungan. Berikut ini adalah penjelasan tentang modul kerangka mekanik *robot off road*:



Gambar 3. Kerangka mekanik robot beroda

Dengan adanya *passive suspension* dan penyangga kerangka yang dihubungkan dengan sistem engsel peluru maka robot bisa bergerak secara fleksibel di dataran yang tidak rata dengan cukup baik. Suspensi tersebut juga dapat meminimalisir amplitudo getaran yang dihasilkan dari permukaan jalan robot yang tidak rata.



Gambar 4. Realisasi mekanik dan elektronik robot beroda

Komponen-komponen yang terletak di atas *body* robot antara lain:

- Mekanik mobil RC *off road*
- 2 Buah *driver motor*
- 2 Buah motor DC
- Board mikrokontroler utama Atmega 2560
- Board berisi modul RF 3DR radio
- 1 Buah baterai LiPo yaitu LiPo Turnigy 3cell 2200mAh untuk catu motor dan logika
- 3 Motor servo Hextronik HXT900
- Kamera CCTV
- *Video sender*

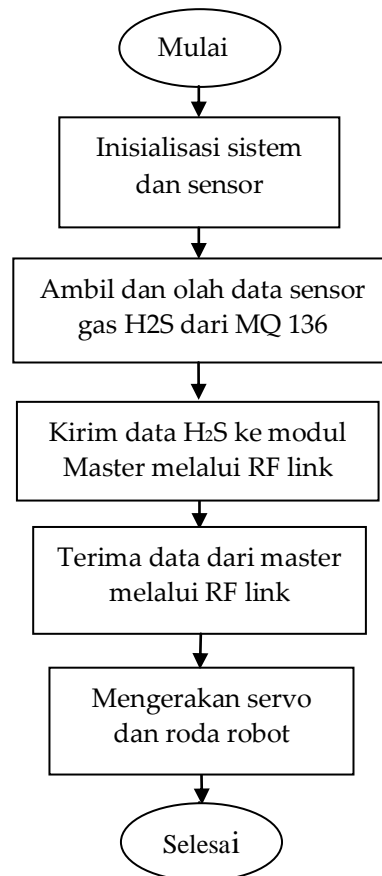
Di dalam modul elektronik pada *master* terdapat pengendali utama, yaitu mikrokontroler ATmega2560. Pengendali utama *master* ini bertugas untuk mengolah data dari joy stick PS2 dan sensor Gas H₂S yang diterima melalui modul Radio Frekuensi.

Hasil pengolahan data disimpan dalam *array* dan kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik konsentrasi gas H₂S. Pada modul elektronik *slave* terdapat pengendali utama, yaitu mikrokontroler ATmega 2560. Pengendali utama *slave* ini bertugas antara lain untuk menerima dan mengirim, data serial melalui antarmuka RF link 3DR radio, mengakuisisi data dari sensor gas H₂S, serta menggerakkan motor DC serta servo.

Pengolahan data yang dilakukan oleh pengendali utama *slave* ini antara lain:

1. Melakukan pembacaan gas H₂S.
2. Mengkonversi data serial berupa data digital *joy stick* PS2 yang diterima dari *master* untuk diterjemahkan menjadi gerakan robot beroda via antarmuka *driver* motor dan kamera.
3. Mengirim sinyal video analog ke modul *master*.

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

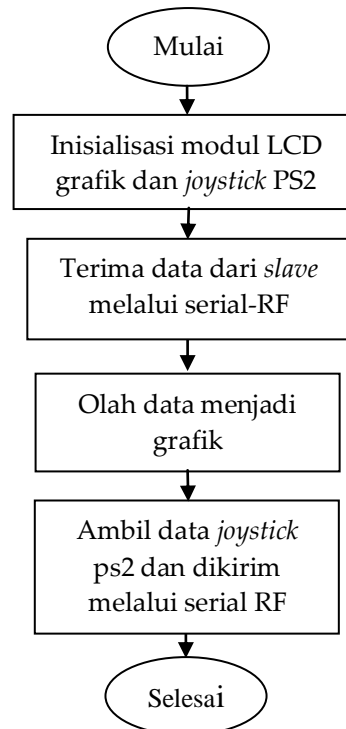


Gambar 5. Diagram alir *slave*

Program *slave* menangani tugas-tugas antara lain berkomunikasi dengan *master* melalui serial RF, mengatur pergerakan driver motor, mengirim data keluaran sensor MQ 136, dan mengatur pergerakan masing-masing servo. Berikut adalah penjelasan diagram alir tersebut:

- Menginisialisasi modul RF dan LCD TFT
- Data diambil 50 kali kemudian dirata-rata dan dikirim ke modul *master* melalui RF link

- Menerima data dari modul *master* berupa data joy stick analog PS2
- Mengolah data yang diterima untuk menggerakkan servo dan memicu arah putaran motor melalui *driver* serta PWM motor.
- Program selesai.



Gambar 6. Diagram alir *master*

Program *master* menangani tugas-tugas antara lain mengolah data digital menjadi grafik, pengambilan dan pengolahan *joystick* PS2, mengirim dan menerima data melalui serial RF, dan mengatur tampilan grafik LCD TFT. Berikut adalah penjelasan diagram alir tersebut:

- Menginisialisasi modul *joystick* PS2 dan LCD grafik
- Menerima data yang dikirim modul *slave* kemudian diubah menjadi grafik ppm dari 5-100 ppm dengan jeda waktu 500 ms tiap *update* data yang dilakukan.
- Mengirim data dari *joystick* PS2 ke modul *slave* melalui radio frekuensi.
- Program selesai.

3. Hasil Pengujian dan Analisis

Bab ini akan membahas mengenai pengujian alat serta analisis dari hasil pengujian. Pengujian akan dilakukan per bagian sistem.

3.1. Pengujian Sensor Gas

Pengujian sensor gas dilakukan dengan cara membuat tabung yang di isi gas belerang kemudian diberi saluran untuk dibaca konsentrasinya oleh sensor gas MQ 136 yang dipakai dan ke alat BW H₂S Extreme sebagai pembanding. Berikut adalah hasil perbandingannya.

Tabel 2. Pembacaan konsentrasi gas H₂S oleh sensor MQ136 dan oleh alat acuan BW H₂S Extreme

BW H ₂ S Extreme (ppm)	MQ 136 (ppm)
7	8
10	10
17	17
24	24
31	31
38	38
45	46
52	52
59	58
66	67

Data tersebut menunjukkan hasil pembacaan oleh sensor MQ 136 cukup akurat mengingat akan sifat gas yang konsentrasinya berubah terhadap tekanan dan volume tabung vakum sehingga sedikit menyulitkan ketika mengkalibrasinya.



Gambar 7. Foto pengujian gas H₂S dengan BW H₂S Extreme dan modul sensor gas MQ136

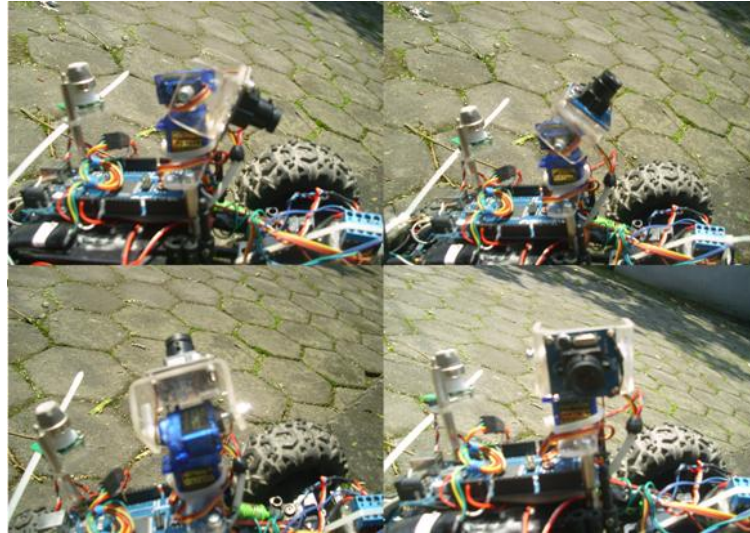
3.2. Pengujian Alat di Lapangan

Mekanik robot mampu berjalan cukup baik di daerah bebatuan. Robot mampu dikendalikan sampai jarak kurang lebih 200 meter. Namun karena berada di luar ruangan, layar LCD tidak bisa terlihat jelas tampilannya akibat adanya cahaya luar yang terlalu terang.



Gambar 8. Pengujian mekanik di kawah Sikidang, Dieng

Mekanik yang digunakan mampu menaiki jalan terjal dengan keterjalan 10 cm dari permukaan tanah dan bidang miring hingga 45° . Leher kamera Robot mampu Bergerak kanan atau ke kiri sejauh 90° dan dapat melihat ke atas atau ke bawah sejauh 45° .



Gambar 9. Pengujian gerakan kamera



Gambar 10. Pengujian robot terhadap keterjalan dan kemiringan medan lapangan

3.3. Pengujian Motor DC dan Servo

Motor yang digunakan pada robot ini adalah motor DC dimana arus yang ditarik untuk mencatu motor ini adalah 500 mA - 700 mA sedangkan pada servo diperlukan arus 700 – 800 mA. Pada motor ini terdapat 3 buah servo dan 2 motor DC jadi jika semua motor DC, servo, kamera serta lampu LED digunakan secara bersamaan maka baterai sebesar 2200 mAH 80C mampu mencatu beban tersebut selama kurang lebih 30 menit namun pada kenyataan pemakaiannya robot ini mampu berjalan sampai kurang lebih 60 menit karena servo yang dipasang jarang digunakan. Sehingga baterai dapat mencatu daya pada beban rangkaian robot lebih lama.

Berikut adalah tabel penggunaan tombol dan fungsinya:

Tabel 3. Pengujian joystick PS2 terhadap robot

Tombol	Fungsi
Joystick kiri sumbu x	Menggerakkan roda depan serong kanan atau kiri
Joystick kiri sumbu y	Menggerakkan motor DC maju dan mundur
Joystick kanan sumbu x	Menggerakkan kamera ke kanan dan ke kiri sebesar 90°
Joystick kanan sumbu y	Menggerakkan kamera ke atas dan kebawah sebesar 45°
Joystick L3	Menyalakan atau mematikan penerangan LED
Joystick R3	Mengembalikan posisi kamera ke keadaan netral (pandangan kamera lurus ke depan sejajar dengan <i>body</i> robot)

3.4. Pengujian Kamera

Hasil tangkapan kamera menggunakan kamera CCTV cukup bagus jika dilakukan dalam kondisi diam namun kadang terlihat buram saat dilakukan dalam kondisi berjalan [4]. Hal ini disebabkan karena gangguan induksi kumparan motor DC.



Gambar 11. Pengujian kamera video dalam keadaan motor DC diajalkan

3.5. Pengujian Grafik Gas Beracun

LCD yang digunakan adalah ITDB 02 yang mempunyai resolusi 320×240 pixel. Pada grafik LCD ini dapat menampilkan konsentrasi gas H_2S dalam bentuk grafik dari skala 0 - 200 ppm [5].



Gambar 12. Pengujian grafik gas H_2S terhadap waktu pada layar LCD grafik

4. Kesimpulan

Robot terbagi menjadi dua modul, yaitu modul *Master* yang berupa *remote* kontrol *user* dan modul *Slave* yang terdiri dari robot beroda dan leher kamera. Robot dapat bergerak melewati medan miring dengan kemiringan 30° dan melewati dataran tidak

rata hingga ketinggian 10 cm dari permukaan tanah. Robot ini mampu mendeteksi gas H₂S di atas 6 ppm dengan akurasi 1 ppm. Keluaran sensor akan diolah menjadi grafik yang ditampilkan pada LCD grafik secara *real time*. Komunikasi antara modul *master* dengan modul *slave* secara *wireless* menggunakan antarmuka serial-RF. Pada *remote control* terdapat tombol untuk mengendalikan gerak robot serta tombol pengatur tampilan LCD remote untuk:

- a. Menampilkan grafik gas beracun terhadap waktu.
- b. Menggerakkan leher kamera (ke kanan atau ke kiri sejauh 90° dan dapat melihat ke atas atau ke bawah sejauh 45°)
- c. Menggerakkan robot (*rotate right or left, move forward or backward*)
- d. Mengubah mode pengambilan gambar (*night mode or day mode*)

Daftar Pustaka

- [1] <http://www.blitarkab.go.id/?p=610/>, diakses pada tanggal 26 Mei 2013.
- [2] G. William, R.J. Hazzel, *Hazzard of volcanic Gasses*, the Open University, 2000.
- [3] A. Seeni, B. Schäfer, B. Hirzinger, *Robot Mobility Systems for Planetary Surface Exploration – State-of-the-Art and Future*, Institute of Robotics and Mechatronics German Aerospace Center (DLR), Germany, 2010.
- [4] Megatron elektrik, *Video-sender*, www.megatron.biz, diakses pada tanggal 27 Januari 2014.
- [5] <http://henningkarlsen.com/electronics/library.php?id=52>, diakses pada tanggal 10 Maret 2014.

