



RANCANG BANGUN SENSOR NODE PADA WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK MENDETEKSI KEBAKARAN DI LINGKUNGAN PERUMAHAN

Rima Riyanti¹⁾, Ulinnuha Latifa²⁾, Yuliarman Saragih³⁾

^{1), 2), 3)} Teknik Elektro Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS. Ronggo Waluyo, Karawang
Email : rimariyanti9@gmail.com

Received: September 28, 2020. Accepted: Desember 26, 2020

ABSTRAK

Kebakaran merupakan bencana yang tidak dapat diprediksi dan dapat terjadi kapan saja. Ketika kebakaran terjadi, sebelum satuan pemadam kebakaran tiba di lokasi kejadian, biasanya upaya pemadaman dilakukan oleh warga setempat dengan peralatan seadanya. Untuk meminimalisir terjadi dan menyebarkan kebakaran, maka dibuatlah sebuah *Wireless Sensor Network* sebagai Pendeteksi Kebakaran. Penelitian ini berfokus pada *node* sensor untuk mengimplementasikan WSN. Penelitian ini menunjukkan pengimplementasian sensor api KY-026 sebagai pendeteksi api, sensor gas MQ-7 sebagai pendeteksi asap, dan sensor suhu DHT22 sebagai pendeteksi suhu udara. Hasil akhir dari penelitian ini adalah setiap sensor memiliki karakteristik yang berbeda. Sensor suhu DHT22 bersifat linear, memiliki nilai sensitivitas 3,9855, dan repetabilitas sebesar 99,11%. Perbandingan nilai suhu antara nilai yang terukur pada sensor dengan alat standar tipe HTC-2 memiliki *error* sebesar 0,26%. Pada sensor gas, nilai sensitivitas yang dihasilkan ketika kondisi tidak ada asap yaitu 0,01 dan kondisi ada asap yaitu 0,002. Nilai repetabilitas ketika tidak ada asap yaitu 58,4% dan kondisi ada asap yaitu 79,8%. Pada sensor api, nilai sensitivitas yang dihasilkan dari sumber api balok kayu yaitu 0,0029 dan sumber api lilin yaitu 0,0567. Nilai repetabilitas yang dihasilkan sumber api balok kayu yaitu 90,5% dan sumber api lilin yaitu 85,1%.

Kata kunci: Sensor, Suhu, Api, Gas

ABSTRACT

Fire is a disaster that cannot be predicted and can happen at any time. When fires occur, before the fire department arrives at the scene, usually a fire suppression attempt is made by local residents with makeshift equipment. To minimize the occurrence and spread of fires, created Wireless Sensor Network was as a Fire Detection. This research focuses on instrumentation systems to implement WSN. This research shows the implementation of the KY-026 fire sensor as a fire detector, the MQ-7 gas sensor as a smoke detector, and the DHT22 temperature sensor as a temperature detector. The result of this research is that each sensor has different characteristics. The DHT22 temperature sensor is linear, has a sensitivity value of 3,9855, and repeatability of 99,11%. Comparison of the temperature value between the measured value on the sensor with the standard type HTC-2 device has an error of 0,26%. In the gas sensor, the sensitivity value that is produced when the condition is no smoke is 0,01 and the condition of the smoke is 0,002. The value of repeatability when the condition is no smoke is 58,4% and the condition of smoke is 79,8%. In the fire sensor, the sensitivity value generated from the wood beam fire source is 0,0029 and the candle fire source is 0,0567. The value of repeatability produced by wood beam fire sources is 90,5% and the candle fire source is 85,1%.



Keyword: Sensor, Temperature, Fire, Gas

PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu peristiwa yang tidak dapat diprediksi dan sering kali tidak terkendalikan apabila api sudah membesar. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, faktor non-alam, maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis[1]. Kebakaran merupakan salah satu jenis bencana yang dampaknya cukup besar bagi manusia.

Lingkungan yang padat penduduk merupakan daerah yang rentan terhadap terjadinya bencana kebakaran[2]. DKI Jakarta, kebakaran yang terjadi pada tahun 2019 lebih dari 1300 kasus[3]. Artinya, rata-rata kebakaran yang terjadi setiap bulan lebih dari 108 kasus. Data-data di atas menunjukkan bahwa kebakaran yang terjadi di perumahan padat penduduk merupakan masalah serius dan harus menjadi perhatian dalam upaya pencegahan dan penanggulangannya.

Kebakaran di perkotaan/perumahan pada umumnya disebabkan oleh adanya hubungan pendek arus listrik (*korsleting*) pada kabel listrik, kebocoran pada pipa saluran tabung gas LPG, maupun akibat kelalaian manusia, seperti lupa mematikan api kompor, api pembakaran sampah, maupun rokok[2]. Ketika kebakaran terjadi maka akan muncul Api. Api didefinisikan sebagai suatu peristiwa reaksi kimia eksotermik yang disertai panas (kalor), cahaya, asap, dan gas dari bahan yang terbakar[4]. Api membuat suhu udara disekitarnya menjadi panas. Suhu udara adalah keadaan panas udara yang disebabkan oleh panas matahari, keadaan awan, keadaan permukaan bumi[5]. Selain kenaikan suhu udara, kebakaran juga menyebabkan terbentuknya asap yang mengandung Gas karbon monoksida (CO). Gas CO

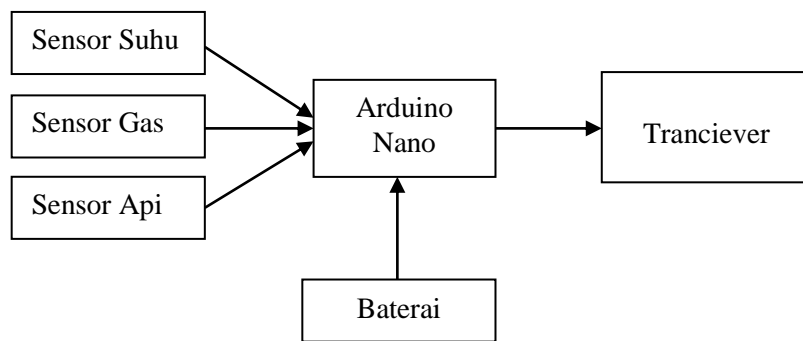
dihasilkan dari pembakaran mesin, peralatan berbahan bakar gas, minyak, kayu, atau batu bara, dan pembuangan limbah padat[6]. Penggunaan rokok atau kayu bakar untuk memasak merupakan contoh akumulasi CO dalam ruangan tertutup[6].

Ketika kebakaran terjadi, sebelum satuan pemadam kebakaran tiba di lokasi kejadian, biasanya upaya pemadaman dilakukan secara gotong royong oleh warga setempat dengan peralatan seadanya. Permasalahan yang sering kali terjadi selama ini yaitu keterlambatan satuan pemadam kebakaran tiba di lokasi kejadian. Hal tersebut biasanya dapat disebabkan karena faktor terlambatnya informasi yang diterima oleh petugas dan padatnnya lalu lintas menuju lokasi kejadian. Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan pengimplementasian *Wireless Sensor Network* (WSN) sebagai pendeteksi kebakaran di lingkungan perumahan yang dilengkapi dengan beberapa sensor yang dapat mendeteksi parameter saat terjadi kebakaran.

Beberapa penelitian telah membahas tentang pendeteksian kebakaran ini dengan menggunakan sensor wireless sebagai alat pendeteksi kebakaran menggunakan sensor suhu dan sensor asap[7]. Penelitian lain nya juga membahas alat pendeteksi kebakaran yang dilengkapi dengan sensor api dan sensor suhu[8]. Mengacu pada beberapa penelitian terdahulu peneliti membuat penggabungan beberapa sensor yaitu sensor suhu, api, dan gas. sensor – sensor tersebut digunakan pada setiap *node* sensor pada sistem *wireless sensor network* untuk mendeteksi kebakaran.

METODE PENELITIAN

Perancangan sistem ini dibuat berdasarkan pada diagram blok. Diagram blok ini berupa penyusunan komponen yang digunakan dalam sistem ini. Diagram blok sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1.

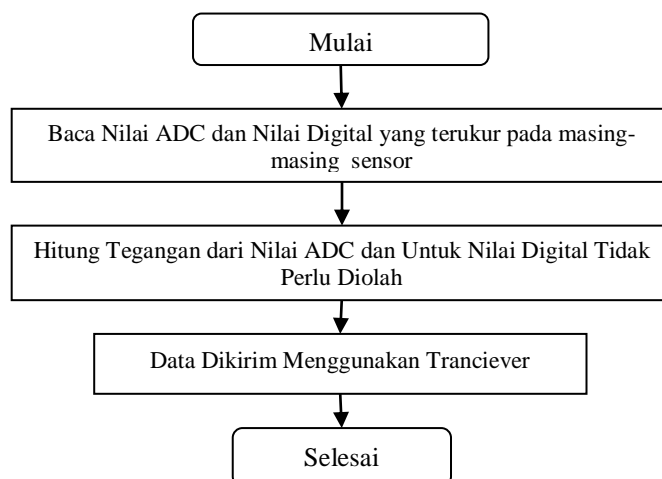


Gambar 1. Blok Diagram Arsitektur Node Sensor

Blok diagram pada Gambar 1 terdiri dari *input*, proses, dan *output*. *Input* atau masukan terdiri dari sensor suhu, sensor gas, sensor api. Sensor-sensor tersebut akan mendeteksi parameter yang ada dilingkungan sekitar sensor. Sensor adalah perangkat yang menerima dan menanggapi sinyal atau rangsangan[9]. Parameter yang diukur adalah suhu udara. Sensor suhu yang digunakan adalah Sensor DHT22. Sensor DHT22 digunakan karena memiliki akurasi yang baik daripada sensor DHT11[10]. Sensor DHT22 memiliki data keluaran digital sehingga tidak diperlukan proses konversi dari sinyal analog[10]. Sensor DHT22 beroperasi pada tegangan 3.3 V – 6 V. Selain udara parameter yang diukur adalah Gas. Gas yang diukur adalah gas karbon monoksida (CO). Sensor gas yang digunakan adalah sensor MQ-7. Sensor MQ-7

dapat mendeteksi gas CO dengan sensitifitas yang tinggi[6]. Sensor MQ-7 beroperasi pada tegangan 5 V. Api merupakan parameter yang di deteksi pada sistem ini Sensor api yang digunakan dalam sistem ini adalah sensor KY-026. Sensor ini memiliki keluaran sinyal analog, dan nilai sinyal analog yang dihasilkan oleh sensor ini tergantung dari jarak antara api dengan sensor[11]. Sensor KY-026 ini berkerja dengan Infra Red yang dapat mendeteksi sinar tampak, sinar inframerah, dan sinar ultraviolet[4]. Sensor KY-026 membutuhkan tegangan 3.3 V – 5 V untuk mengoperasikannya.

Output dari sistem ini berupa data yang dihasilkan masing masing sensor yang siap dikirim ke *wireless sensor network*. Mekanisme kerja alat ini akan dimuat pada perancangan *software* yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Sensor Node

Pada diagram alir yang di tunjukan oleh Gambar 2 merupakan alur sistem ini, dimana sensor - sensor

membaca masing masing parameter. Sensor DHT22 akan membaca suhu dilingkungan sekitar,

data yang dihasilkan berupa data digital. Sensor MQ-7 akan membaca gas yang terdeteksi di lingkungan sekitar, sedangkan sensor KY-026 akan membaca api yang terdeteksi di lingkungan sekitar. Data yang dihasilkan oleh sensor MQ-7 dan sensor KY-026 berupa nilai ADC, nilai ADC ini harus di konversi menjadi nilai tegangan proses konversi dilakukan oleh Arduino nano. Nilai hasil koneversi dari sensor MQ-7 dan sensor KY-026 serta nilai digital yang dari sensor DHT2 akan siap di kirim menggunakan *wireless sensor network*.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan cara menguji masing-masing sensor untuk mendapatkan keluaran nilai tegangan yang berasal dari sensor MQ-7 dan sensor KY-026, sedangkan nilai digital yang berasal dari sensor DHT22. Masing-masing sensor akan diuji karakteristik sensor nya menggunakan hasil data yang didapatkan dari masing masing sensor. Karakteristik yang di uji yaitu linearitas, sensitivitas, dan repetabilitas. Linearitas adalah nilai pengukuran yang memiliki deviasi (penyimpangan dari nilai sebenarnya) kecil[9]. Sensitifitas merupakan perubahan tegangan keluaran sebagai

akibat perubahan nilai parameter masukannya[9]. Repetabilitas adalah selisih antara dua pembacaan keluaran dalam suatu pengukuran berulang untuk suatu nilai masukan yang sama dengan kondisi kerja yang serupa[9]. Nilai repetabilitas ditentukan dalam persamaan dibawah ini.

$$\delta_r = \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \dots (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Sensor Suhu

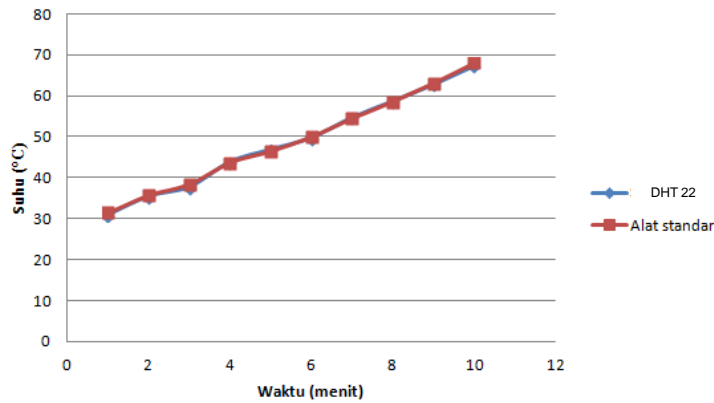
Pengujian sensor suhu bertujuan untuk menganalisa karakteristik sensor suhu DHT22 yang digunakan pada sistem. Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan antara alat standar HTC-2 dengan hasil pengujian sensor pada sistem. Pengujian dilakukan dengan menggunakan air panas yang dimasukkan ke dalam wadah berbahan konduktor, dengan tujuan agar panas air dapat bertahan cukup lama. Pengujian sensor suhu DHT22 dilakukan sebanyak 2 kali bertujuan untuk menentukan nilai repetabilitas. Berikut tabel hasil pengujian sensor suhu DHT22.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT22

Sampel ke-	Pengujian 1			Pengujian 2		
	Sensor DHT22	Alat Standar	Koreksi	Sensor DHT22	Alat Standar	Koreksi
1	31	31,5	0,5	31,3	31,5	0,2
2	35,5	35,8	0,3	35,2	35,3	0,1
3	37,8	38,5	0,7	37,8	37,5	-0,3
4	43,9	43,8	-0,1	43,3	43,5	0,2
5	46,9	46,6	-0,3	46,4	46,5	0,1
6	49,8	50,1	0,4	49,7	50,1	0,4
7	54,7	54,6	-0,1	54,4	54,1	-0,3
8	58,7	58,7	0	58,2	58,6	0,4
9	62,8	63,2	0,4	62,7	63,6	0,9
10	67,3	68,1	0,8	66,7	67,3	0,6

Pengujian pada sensor DHT22 dilakukan dengan cara pengambilan data sebanyak 10 sampel per sensor. Hasil dari pengujian tersebut dapat dijadikan perbandingan antara nilai keluaran sensor

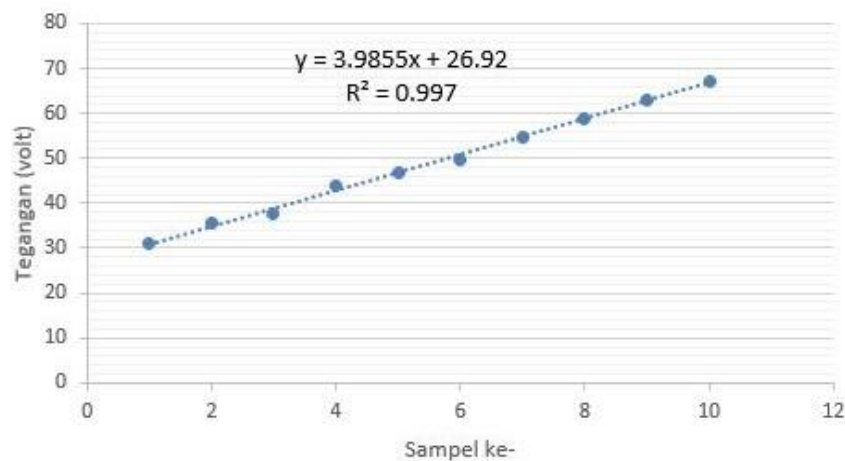
suhu dengan nilai keluaran alat standar. Perbandingan keluaran saat pengujian 1 antara sensor suhu DHT22 dengan alat standar ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik hasil kalibrasi sensor suhu DHT22

Berdasarkan Gambar 3, hasil pengujian 1 antara sensor suhu DHT22 dengan alat standar HTC-2 memiliki nilai keluaran yang tidak sama persis, namun juga tidak berbeda jauh. Terdapat nilai koreksi di antara keduanya, sedangkan nilai koreksi

paling kecil yaitu -0,3 dan paling besar yaitu 0.8. Nilai koreksi lengkap diantara keduanya ditunjukkan dalam kolom Koreksi di Pengujian 1 pada Tabel 1.

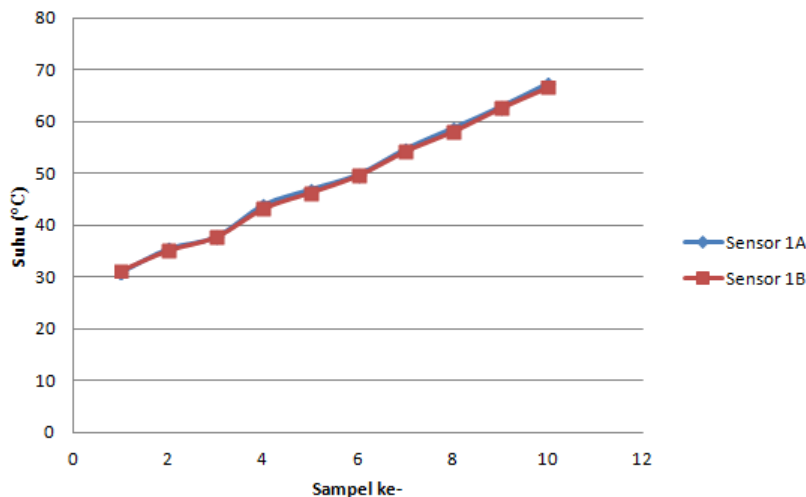


Gambar 3. Linearitas sensor suhu DHT22 pengujian 1

Gambar 4 merupakan kemampuan sensor untuk membentuk hubungan antara *input* dan *output* yang digambarkan dalam garis lurus. Berdasarkan Gambar 4, sensor DHT22 ini bersifat linear, memiliki nilai linearitas yang sangat baik, karena memiliki nilai deviasi yang kecil terhadap nilai aslinya. Selain linearitas, terdapat juga nilai sensitivitas. Nilai sensitivitas dinyatakan dari nilai *slope* yang terdapat pada grafik. Berdasarkan nilai

slope pada grafik linearitas sensor DHT22, nilai sensitivitas yang diperoleh yaitu sebesar 3,9855.

Pengujian sensor ini dilakukan sebanyak 2 kali seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 . Dari 2 kali pengulangan pengukuran tersebut, dapat diambil nilai simpangan paling besar untuk mendapatkan nilai repetabilitas. Nilai repetabilitas untuk sensor suhu DHT22 pengujian 1 dan pengujian 2 ditampilkan dalam grafik pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik repetabilitas sensor suhu pengujian 1

Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 5, maka nilai repetabilitas dapat dihitung dengan rumus pada Persamaan 1.

$$\delta_r = \frac{67,3 - 66,7}{67,3} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{0,6}{67,3} \times 100\%$$

$$\delta_r = 0,0089 \times 100\%$$

$$\delta_r = 0,89\%$$

Maka, nilai repetabilitasnya yaitu:

$$repeatability = 100\% - 0,89\%$$

2. Pengujian Sensor Gas

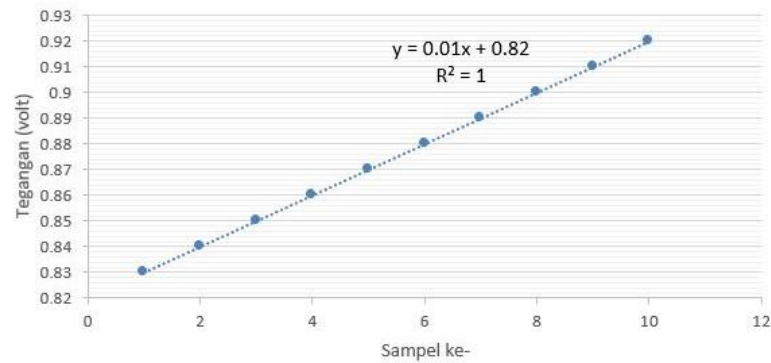
Pengujian sensor gas bertujuan untuk mengetahui apakah sensor gas MQ-7 dapat mendeteksi adanya asap dengan baik atau tidak. Pengujian pada sensor ini dilakukan dalam 2 kondisi, yaitu kondisi tanpa asap dan kondisi ada asap. Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara memberikan asap ke dalam suatu *box* dan menyimpan sensor di dalamnya. Pengujian sensor gas MQ-7 dilakukan sebanyak 2 kali bertujuan untuk menentukan nilai repetabilitas. Berikut hasil pengujian sensor gas MQ-7 di tunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor gas MQ-7

Sampel ke-	Pengujian 1		Pengujian 2	
	Tanpa Asap	Dengan Asap	Tanpa Asap	Dengan Asap
1	0,83	2,20	0,83	2,71
2	0,84	2,21	0,84	2,74
3	0,85	2,22	0,85	2,76
4	0,86	2,23	0,88	2,80
5	0,87	2,24	0,88	2,81
6	0,88	2,25	0,88	2,79
7	0,89	2,26	0,88	2,82
8	0,90	2,27	0,91	2,78
9	0,91	2,28	0,93	2,82
10	0,92	2,29	0,96	2,87

Pengujian pada sensor gas MQ-7 dilakukan dengan cara pengambilan data sebanyak 10 sampel per sensor. Berdasarkan hasil pengujian sensor gas MQ-7 pada Tabel 2 dalam kondisi tanpa asap,

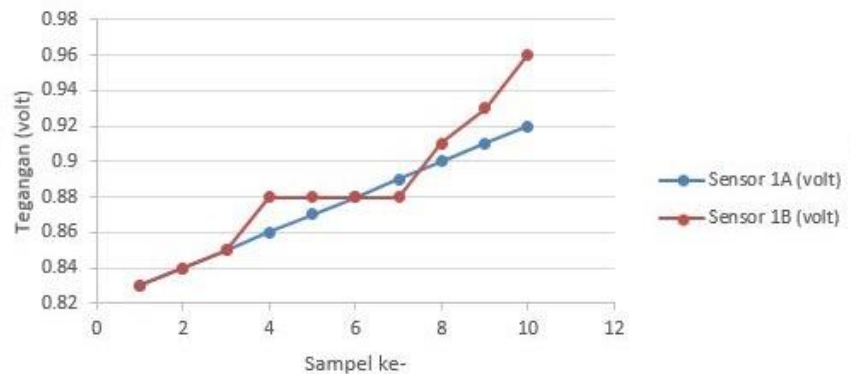
dapat terlihat nilai *output* tegangannya cukup kecil. Hal itu dikarenakan sensor tidak mendeteksi adanya asap.



Gambar 5. Linearitas sensor gas MQ-7 (tanpa asap) pengujian 1

Berdasarkan Gambar 6, sensor gas MQ-7 ini bersifat linear meskipun tidak mendeteksi adanya asap. Sementara nilai sensitivitas yang diperoleh yaitu sebesar 0,01. Berdasarkan hasil pengujian 1 sensor gas MQ-7 pada Tabel 2 dalam kondisi tanpa asap, dapat terlihat nilai output tegangannya cukup kecil. Hal itu dikarenakan sensor tidak mendeteksi adanya asap.

Pengujian sensor gas MQ-7 dalam kondisi tanpa asap dilakukan sebanyak 2 kali seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari 2 kali pengulangan pengukuran, dapat diambil nilai simpangan paling besar untuk mendapatkan nilai repetabilitas. Nilai repetabilitas untuk sensor gas MQ-7 dalam kondisi tanpa asap pengujian 1 dan pengujian 2 ditampilkan dalam grafik pada Gambar 7.



Gambar 6. Grafik repetabilitas sensor gas MQ-7(tanpa asap) pengujian 1

Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 7, maka nilai repetabilitas dapat dihitung sebagai berikut.

$$\delta_r = \frac{0,96 - 0,92}{0,96} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{0,4}{0,96} \times 100\%$$

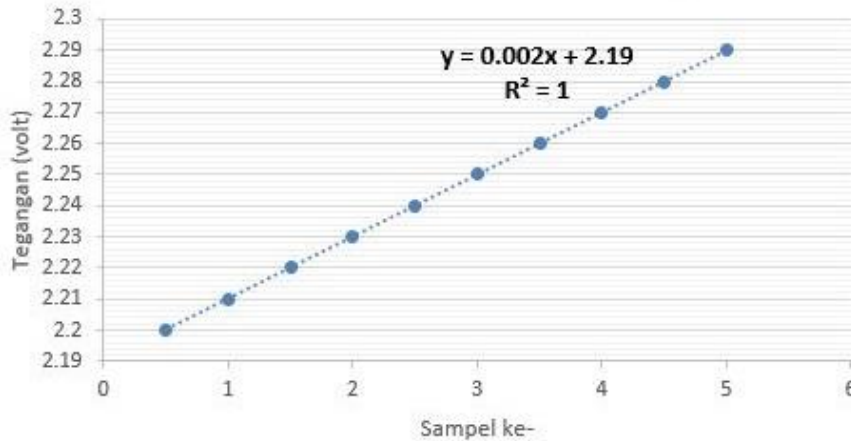
$$\delta_r = 0,416 \times 100\%$$

$$\delta_r = 41,6\%$$

Maka, nilai repetabilitasnya yaitu:

$$repeatability = 100\% - 41,6\%$$

Selain pada sensor gas MQ-7 dalam kondisi tanpa asap, pengujian juga dilakukan dalam kondisi ada asap untuk memastikan kinerja sensor ini. Pada Tabel 2 dapat terlihat nilai output tegangannya cukup besar. Hal itu dapat terjadi karena sensor mendeteksi adanya asap. Dengan hasil ini, dapat dibuktikan bahwa sensor gas MQ-7 sangat cocok diimplementasikan untuk pendeteksi kebakaran.

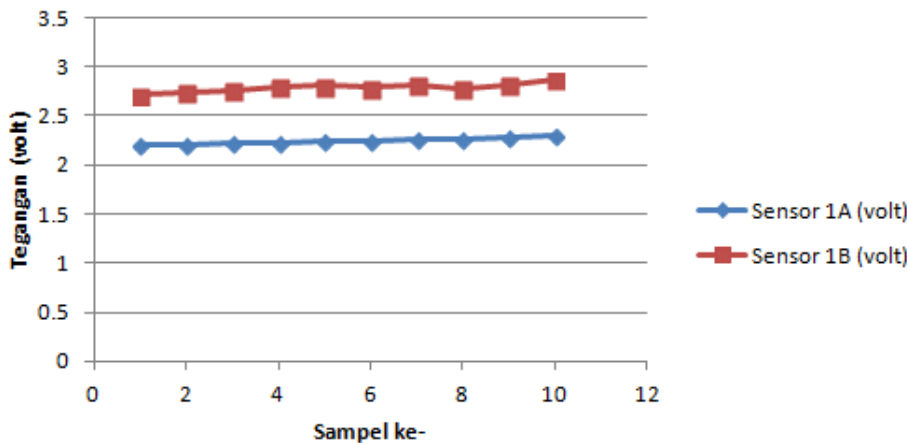


Gambar 7 Linearitas sensor gas MQ-7 (ada asap) pengujian 1

Gambar 8 merupakan kemampuan sensor untuk membentuk hubungan antara *input* dan *output* yang digambarkan dalam garis lurus. Berdasarkan Gambar 8, sensor gas MQ-7 pada kondisi ada asap ini bersifat linear, memiliki nilai linearitas yang sangat baik, karena memiliki nilai deviasi yang kecil terhadap nilai aslinya. Selain linearitas, terdapat juga nilai sensitivitas. Nilai sensitivitas dinyatakan dari nilai *slope* yang terdapat pada grafik. Berdasarkan nilai *slope* pada grafik

linearitas sensor gas MQ-7, nilai sensitivitas yang diperoleh yaitu sebesar 0,002.

Pengujian sensor gas MQ-7 dalam kondisi ada asap dilakukan sebanyak 2 kali seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari 2 kali pengulangan pengukuran, dapat diambil nilai simpangan paling besar untuk mendapatkan nilai repetabilitas. Nilai repetabilitas untuk sensor gas MQ-7 dalam kondisi ada asap pengujian 1 dan pengujian 2 ditampilkan dalam grafik pada Gambar 9.



Gambar 8 Grafik repetabilitas sensor gas MQ-7 (ada asap) pengujian 1 dengan pengujian 2

Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 9, maka nilai repetabilitas dapat dihitung sebagai berikut.

$$\delta_r = \frac{2,87 - 2,29}{2,87} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{0,58}{2,87} \times 100\%$$

$$\delta_r = 0,202 \times 100\%$$

$$\delta_r = 20,2\%$$

Maka, nilai repetabilitasnya yaitu:

$$repeatability = 100\% - 20,2\%$$

3. Pengujian Sensor Api

Pengujian sensor api bertujuan untuk menganalisa sistem kerja sensor api dalam

mendeteksi keberadaan api ketika terjadi kebakaran. Pengujian dilakukan dari mulai jarak 10 cm antara sensor dengan keberadaan titik api. Pengujian dilakukan dengan terus menjauhkan sensor dengan titik api hingga didapatkan titik buta, artinya ketika sensor sudah tidak mendeteksi keberadaan titik api. Pengujian ini

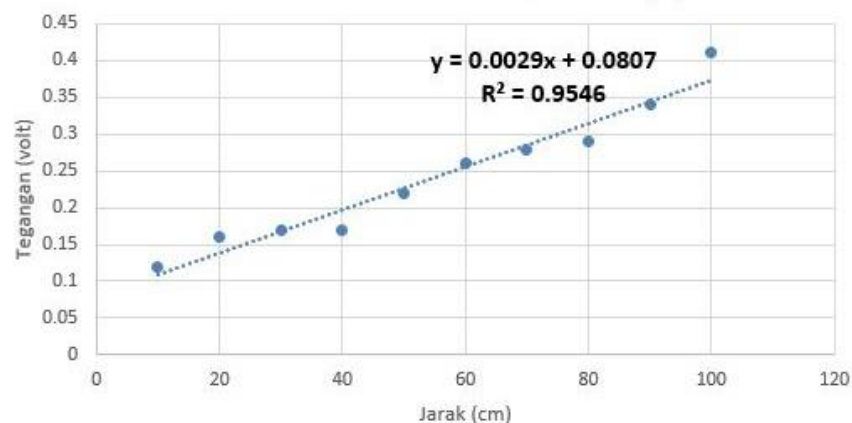
juga dilakukan dalam 2 kondisi, yaitu kondisi api kecil dengan menggunakan lilin, dan kondisi api cukup besar dengan menggunakan kayu. Pengujian sensor api KY-026 dilakukan sebanyak 2 kali bertujuan untuk menentukan nilai repetabilitas. Berikut hasil pengujian sensor KY-026 di tunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor api KY-026

Jarak	Pengujian 1		Pengujian 2	
	Api Lilin	Api Kayu	Api Lilin	Api Kayu
10	0,14	0,12	0,16	0,09
20	0,18	0,16	0,23	0,14
30	0,69	0,17	0,60	0,16
40	1,00	0,17	1,22	0,17
50	2,22	0,22	2,44	0,19
60	3,34	0,26	3,10	0,22
70	3,61	0,28	3,66	0,29
80	4,07	0,29	4,09	0,29
90	4,32	0,34	4,26	0,34
100	4,44	0,41	4,35	0,42

Pengujian pada sensor api KY-026 dilakukan dengan cara pengambilan data sebanyak 10 sampel. Berdasarkan hasil pengujian sensor api KY-026 dengan api kayu dapat dilihat pada

Tabel 3, dapat terlihat nilai *output* tegangannya cukup kecil. Hal itu dikarenakan sensor mendeteksi adanya api dan sangat peka terhadap keberadaan titik api.



Gambar 9. Linearitas sensor api KY-026 (api kayu) pengujian 1

Gambar 10 merupakan kemampuan sensor untuk membentuk hubungan antara *input* dan *output* yang digambarkan dalam garis lurus. Berdasarkan Gambar 10, sensor KY-026 dengan sumber api kayu bersifat non linear. Meskipun begitu, nilai deviasinya tidak terlalu besar terhadap nilai aslinya. Selain linearitas, terdapat juga nilai

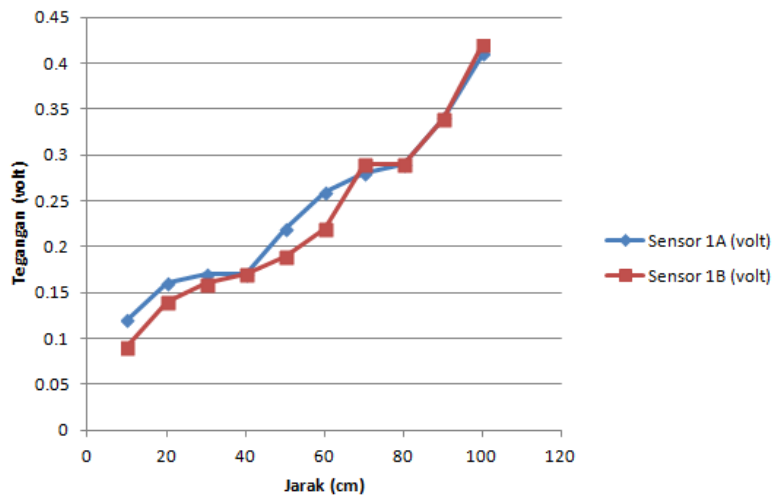
sensitivitas. Nilai sensitivitas dinyatakan dari nilai *slope* yang terdapat pada grafik. Berdasarkan nilai *slope* pada grafik linearitas sensor KY-026, nilai sensitivitas yang diperoleh yaitu sebesar 0,0029.

Pada sensor api KY-026, sensor mendeteksi keberadaan titik api sangat baik, maka semakin

kecil tegangan keluaran yang dihasilkan. Sensor api KY-026 dengan balok kayu dapat mendeteksi api hingga jarak 10 meter. Namun ketika sudah memasuki jarak 11 meter, sensor sudah tidak dapat mendeteksi api dari sumber api kayu.

Pengujian sensor api KY-026 dengan balok kayu dilakukan sebanyak 2 kali seperti yang

ditunjukkan pada Tabel 3. Dari 2 kali pengulangan pengukuran, dapat diambil nilai simpangan paling besar untuk mendapatkan nilai repetabilitas. Nilai repetabilitas untuk sensor KY-026 dengan api kayu pengujian 1 dan pengujian 2 ditampilkan dalam grafik pada Gambar 11.



Gambar 10. Grafik repetabilitas sensor api KY-026 (api kayu) pengujian 1

Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 11, maka nilai repetabilitas dapat dihitung sebagai berikut.

$$\delta_r = \frac{0,26 - 0,22}{0,42} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{0,04}{0,42} \times 100\%$$

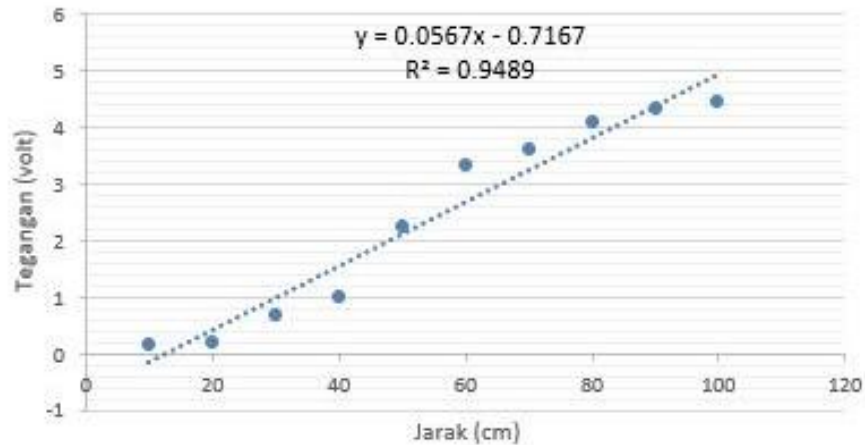
$$\delta_r = 0,095 \times 100\%$$

$$\delta_r = 9,5\%$$

Maka, nilai repetabilitasnya yaitu:

$$repeatability = 100\% - 9,5\%$$

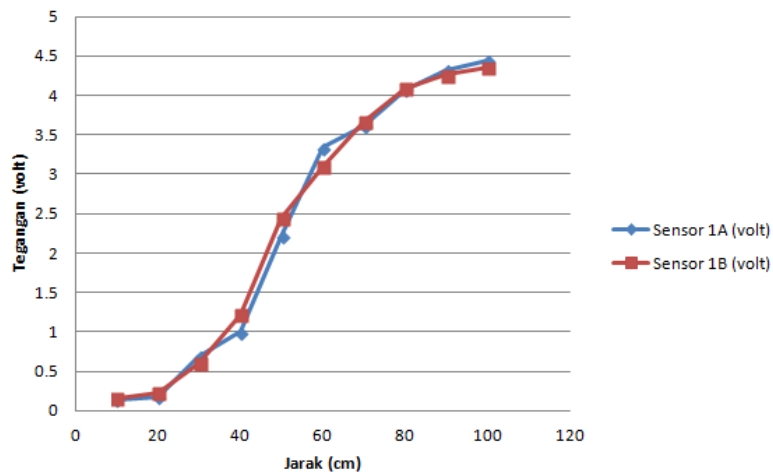
Selain pengujian sensor api KY-026 dengan kayu, pengujian juga dilakukan dengan menggunakan lilin, sebagai sumber api yang lebih kecil untuk memastikan kinerja sensor ini. Pada Tabel 3. dengan menggunakan lilin, dapat diamati bahwa semakin jauh jarak api dari sensor, maka nilai output tegangan semakin besar, yaitu dalam range 0,14 volt hingga 4,44 volt. Semakin kecil titik api dan semakin jauh jarak sensor dari titik api, maka nilai tegangan keluarannya semakin besar.



Gambar 11. Linearitas sensor api KY-026 (api lilin) pengujian 1

Berdasarkan Gambar 12, sensor api KY-026 dengan sumber api lilin bersifat non linear. Meskipun begitu, nilai deviasinya tidak terlalu besar terhadap nilai aslinya. Sementara nilai sensitivitas yang diperoleh yaitu sebesar 0,0567. Sensor api KY-026 dengan api lilin dapat mendeteksi api hingga jarak 150 cm. Namun ketika sudah memasuki jarak 160 cm, sensor sudah tidak dapat mendeteksi api dari sumber api lilin.

Pengujian sensor api KY-026 dengan sumber api lilin dilakukan sebanyak 2 kali seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Dari 2 kali pengulangan pengukuran, dapat diambil nilai simpangan paling besar untuk mendapatkan nilai repetabilitas. Nilai repetabilitas untuk sensor api KY-026 dengan lilin pengujian 1 dan pengujian 2 ditampilkan dalam grafik pada Gambar 13.



Gambar 12. Grafik repetabilitas sensor api KY-026 (api lilin) pengujian 1 dengan pengujian 2

Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 13, maka nilai repetabilitas dapat dihitung sebagai berikut.

$$\delta_r = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{2,44 - 2,22}{4,44} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{0,22}{4,44} \times 100\%$$

$$\delta_r = 0,0495 \times 100\%$$

$$\delta_r = 4,9\%$$

Maka, nilai repetabilitasnya yaitu:

$$repeatability = 100\% - 4,9\%$$

KESIMPULAN

Jenis sensor yang digunakan dalam penelitian cocok untuk diimplementasikan, karena dapat mendeteksi masing-masing parameter dengan baik. Pada sensor suhu DHT22, nilai sensitivitas yang dihasilkan yaitu 3,9855 dan repetabilitas sebesar 99,11%. Perbandingan nilai suhu antara nilai yang terukur pada sensor dengan alat standar tipe HTC-2 memiliki tingkat akurasi yang sangat baik. Tingkat keakuratan dapat diketahui dari nilai koreksi atau *error* sebesar 0,26%. Pada sensor gas MQ-7, saat kondisi tidak ada asap, sensor tidak dapat mendeteksi apapun. Nilai sensitivitas yang

dihasilkan ketika kondisi tidak ada asap yaitu 0,01 dan kondisi ada asap yaitu 0,002. Nilai repetabilitas ketika tidak ada asap yaitu 58,4% dan kondisi ada asap yaitu 79,8%. Pada sensor api KY-026, sensor dapat mendeteksi adanya titik api dalam *range* jarak 10 cm – 150 cm dari sumber api lilin dan 10 cm – 1100 cm dari sumber api balok kayu. Nilai sensitivitas yang dihasilkan dari sumber api balok kayu yaitu 0,0029 dan sumber api lilin yaitu 0,0567. Nilai repetabilitas yang dihasilkan sumber api balok kayu yaitu 90,5% dan sumber api lilin yaitu 95,05%. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu melakukan penelitian jangka panjang terhadap ketahanan sensor.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*. 2007.
- [2] H. Sufianto and A. R. Green, "Urban Fire Situation in Indonesia," *Fire Technol.*, vol. 48, no. 2, pp. 367–387, 2012, doi: 10.1007/s10694-011-0226-9.
- [3] D. P. K. dan P. P. D. Jakarta, "Jumlah Kejadian Kebakaran." <https://www.jakartafire.net/>.
- [4] M. Kali, J. Tarigan, and A. Louk, "Sistem Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Infra Red dan Sensor Suhu Berbasis Arduino Uno," *J. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–31, 2016.
- [5] R. Rahim, T. Martosenjoyo, S. Amin, and R. Hiromi, "Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makasar," pp. 75–78, 2016.
- [6] C. O. Dan, L. Industri, E. Nebath, D. Pang, and J. O. Wuwung, "Rancang Bangun Alat Pengukur Gas Berbahaya Co Dan Co2 Di Lingkungan Industri," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 65–72, 2014, doi: 10.35793/jtek.3.4.2014.6012.
- [7] D. S. P. Sirait, D. Darlis, and I. H. Santoso, "Implementasi Sensor Wireless Sebagai Monitoring Serta Pendeteksi Indikator Kebakaran Hutan," *e-Proceeding Eng. Telkom Univ.*, vol. 3, no. 2, p. 1576, 2016.
- [8] M. Misfaul, M. Dana, W. Kurniawan, and H. Fitriyah, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Titik Kebakaran Dengan Metode Naive Bayes Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Api Berbasis Arduino," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 9, pp. 3384–3390, 2018.
- [9] J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors*. 2016.
- [10] A. H. Saptadi, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino," *J. Inform. dan Elektron.*, vol. 6, no. 2, 2015, doi: 10.20895/infotel.v6i2.73.
- [11] A. M. Firdaus, D. Syauqy, and R. Maulana, "Sistem Deteksi Titik Kebakaran dengan Algoritme K-Nearest Neighbor (KNN) menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Api," vol. 3, no. 9, pp. 8656–8663, 2019.