

Pengujian Karakteristik Resistansi Sensor Gas Dari Bahan Polimer

by Budi Gunawan

Submission date: 11-Apr-2022 09:28AM (UTC+0700)

Submission ID: 1807243085

File name: ujian_Karakteristik_Resistansi_Sensor_Gas_Dari_Bahan_Polimer.pdf (397.23K)

Word count: 3642

Character count: 20466

Pengujian Karakteristik Resistansi Sensor Gas Dari Bahan Polimer

Budi Gunawan, MT¹, Dr. Muchammad Rivai², Hendro Juwono, MS³

¹ Jurusan Teknik Elektro Fak Teknik UMK, Kudus, Indonesia, email: budi.gunawan13@yahoo.com

² Jurusan Teknik Elektro FTI ITS, Surabaya, Indonesia, email: muhammad_rivai@ee.its.ac.id

³ Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya, Indonesia, email: nehin66@chem.its.ac.id

Abstract - Polymer is an non-conductive material. This material can be transformed to be conductive with adding carbon active as dopping. This such polymer is called composite polymer-carbon. Composite polymer-carbon has resistance change if come into contact with gas. With this characteristic, composite polymer-carbon can be used as a gas sensor. The characteristic of composite polymer-carbon is influenced by several factors, such as type of gas, volume of gas, temperature and humidity. Each composite polymer-carbon has different characteristic which depend on the type of polymer. This characterization will be explore the nature of the composite polymer-carbon that has been made from 6 types of polymer, which are; PEG6000, PEG20M, PEG200, PEG1540, Silicon and Squelene. The 6 sensors composite polymer-carbon will be tested by 9 types of gas, which are; Aceton, Aceton Nitril, Benzene, Etanol, Methanol, Ethyl Aceton, Chloroform, n-Hexan and Toluene. This characterization will be grouped into 4 clusters of characteristics, which are; the selectivity (influence type of gas), the sensitifity (influence volume of gas), the influence temperature and the influence of humidity. Correspondence analysis and regression method will be used to process the data to find correlation between polymer and gas and to explore the regression between.

Keywords: composite, polyme, carbon, correspondence analysis, regression.

I. PENDAHULUAN

Salah satu perkembangan dalam bidang sensor adalah penggunaan sensor dari bahan kimia atau disebut *chemical sensor*. Polimer merupakan salah satu bahan kimia yg mempunyai sifat awal non konduktif, dalam penelitian ternyata ditemukan beberapa jenis polimer yg bisa dibuat menjadi konduktif yang disebut *conducting polymer*. Salah satu cara untuk membuat polimer menjadi konduktif adalah dengan menambahkan karbon aktif atau *carbon black* sebagai dopping. Polimer yang terdopping dengan karbon ini disebut komposisi polimer-karbon. Komposit polimer karbon yang bersifat konduktif ini ternyata mempunyai sifat berubah nilai resistansinya apabila terpapar dengan jenis gas tertentu dan nilai resistansinya tidak sama antara satu jenis polimer dengan polimer yang lain juga apabila terkena satu jenis gas dengan gas yang lain.. Karena sifat konduktif yang berubah inilah menjadikan komposit polimer-karbon suatu zat yang berbeda dengan polimer pada umumnya dan bisa digunakan sebagai sensor gas^[1].

Karakteristik resistansi yang berbeda-beda sensor polimer ini tergantung dari 4 hal; jenis gas, volume gas,

suhu dan kelembaban. Dalam hubungannya dengan perubahan resistansi karena pengaruh jenis gas, karakteristik ini disebut dengan karakteristik sensitifitas, sedangkan dalam hubungannya dengan volume gas karakteristik resistansinya disebut karakteristik sensitifitas. Disamping mempunyai karakteristik selektifitas dan sensitifitas, resistansi sensor polimer dipengaruhi juga oleh kondisi lingkungan yaitu suhu dan kelembaban.^[2]

Untuk mengetahui karakteristik resistansi dari sensor komposit polimer-karbon, telah dibuat dan diuji sensor polimer dari 6 jenis polimer, yaitu; PEG 6000, PEG 1540, PEG 20M, PEG 200, silikon, dan squalane. Sebagai gas pengujian digunakan 9 jenis gas, yaitu; aseton, aseton nitril, benzena, etanol, metanol, etil aseton, kloroform, n-hexan dan toluena. Pengujian yang telah dilakukan adalah menguji nilai resistansi sensor terhadap jenis gas (selektifitas), volume gas (sensitifitas) pengaruh suhu dan kelembaban.

II. KAJIAN PUSTAKA

Polimer merupakan senyawa-senyawa yang tersusun dari molekul besar yang terbentuk oleh penggabungan berulang dari banyak molekul kecil. Molekul yang kecil disebut monomer dan dapat terdiri dari satu jenis maupun beberapa jenis^[3]. Molekul panjang yang terbentuk mengandung rantai-rantai atom yang dipadukan melalui ikatan kovalen melalui proses polimerisasi dimana molekul monomer bereaksi bersama-sama membentuk suatu rantai linier atau jaringan tiga dimensi dari rantai polimer^[4]. Molekul polimer umumnya mempunyai massa molekul yang sangat besar. Hal inilah yang menyebabkan polimer memperlihatkan sifat sangat berbeda dari molekul-molekul biasa meskipun susunan molekulnya sama.

Polimer merupakan materi non-konduktif atau bersifat isolator. Ada beberapa jenis polimer yang bisa dibuat menjadi konduktif dengan memberi dopping karbon aktif. Tidak semua polimer dapat menjadi konduktif. Hanya polimer terkonjugasi (ikatan pada rantai berupa ikatan tunggal dan rangkap yang berposisi berselang-seling) yang bisa menjadi konduktor. Peranan atom atau molekul doping adalah menghasilkan cacat dalam rantai polimer tersebut (cacat struktur). Cacat inilah yang berperan dalam penghantaran listrik. Cacat dapat bermuatan positif, negative, atau netral. Cacat ini berperilaku seolah-olah sebagai partikel. Cacat dapat

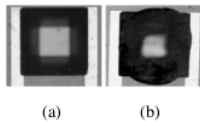
berpindah sepanjang rantai, sehingga menimbulkan aliran muatan. Elektron atau hole juga dapat meloncat dari satu posisi cacat ke posisi cacat yang lain (cacat tidak berpindah), sehingga timbulnya aliran listrik^[5].

Pemakaian polimer sebagai bahan sensor dipilih jenis polimer yang bisa bersifat konduktif agar memenuhi sejumlah kriteria yang dituntut oleh suatu sensor. Salah satunya adalah bahwa polimer itu harus mampu mengikat molekul-molekul yang dideteksinya sehingga mempengaruhi sifat konduktivitasnya^[6].

Bahan komposit diartikan sebagai gabungan dari dua material atau lebih yang berbeda sifatnya dan akan membentuk sifat fisis yang baru. Komposit polimer-karbon terbentuk dari gabungan polimer dengan karbon yang membentuk sebuah material yang mempunyai sifat yang baru yaitu konduktif dan mempunyai resistansi tertentu. Nilai resistansi ini berubah apabila terkena gas.

Sensor komposit polimer-karbon dibuat dari campuran polimer dengan karbon aktif. Sensor ini mampu merespon rangsangan yang berasal dari berbagai senyawa kimia atau reaksi kimia. Saat campuran dipaparkan dengan uap bahan kimia, maka uap bahan kimia akan mengenai permukaan polimer dan berdifusi ke campuran bahan polimer dengan karbon dan menyebabkan ukuran permukaan polimer bertambah luas karena adanya efek *swelling*.^[7]

Efek *swelling* atau mengembang ini sebanding lurus dengan konsentrasi gas yang dideteksi. Dengan efek mengembang ini memungkinkan perubahan luas permukaan komposit polimer-karbon jika terkena gas. Efek *swelling* pada polimer diperlihatkan seperti pada gambar 1;



Gambar 1 Efek 'swelling' pada polimer;
(a) sebelum mengembang, (b) sesudah mengembang

Perubahan luas permukaan ini mempengaruhi perubahan resistansi dari polimer sehingga dengan perubahan resistansi ini bisa mempengaruhi juga nilai konduktivitas. Perubahan resistansi dari sensor ini dipakai sebagai masukan bagi sistem instrumentasi elektronik.

III. METODOLOGI EKSPERIMEN

Metodologi yang digunakan adalah experimental dengan menguji 6 jenis sensor komposit polimer-karbon dengan sampel pengujian berupa 9 jenis gas. Faktor yang akan diuji ada 4, yaitu; pengaruh jenis gas (selektifitas), pengaruh volume gas (sensitifitas), pengaruh suhu dan kelembaban.

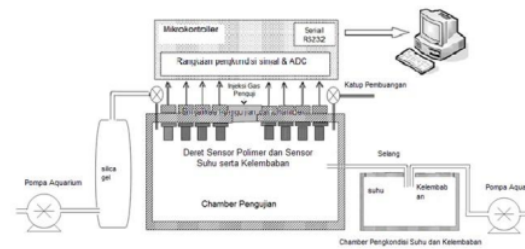
Untuk membaca data hasil pengujian digunakan sebuah rangkaian akuisisi data yang akan membaca resistansi 6 sensor secara *real time* dan ditampilkan pada komputer. Rangkaian akuisisi data yang digunakan terdiri dari beberapa bagian, yaitu; rangkaian pengkondisi sinyal, konversi analog ke digital, mikrokontroler, dan interface serial. Untuk menyimpan dan menampilkan hasil pengujian digunakan personal komputer. Blok

diagram deret sensor, akuisisi data dan personal komputer diperlihatkan pada gambar 2;



Gambar 2 Blok diagram

Sebagai ruang pengujian digunakan *chamber* yang dikondisikan agar bisa diinjeksi gas dari luar, bisa dialirkan udara panas, udara lembab, dan bisa terkoneksi dengan rangkaian akuisisi data. Skema ruang pengujian, deret sensor, akuisisi data dan personal komputer diperlihatkan pada gambar 3;



Gambar 3 Skema instrumentasi pengujian

Prinsip kerja dari instrumentasi pengujian sebagai berikut; sensor polimer yang akan diuji ditempatkan di dalam ruang pengujian secara berderet. Ruang pengujian dihubungkan dengan 2 tabung dari luar, tabung pertama berisi silica gel yang berfungsi sebagai pengering dan pembersih sisa-sisa gas yang menempel pada sensor sebelum dialirkan gas pengujian yang lain, tabung kedua berfungsi untuk mengondisikan udara dengan temperatur dan kelembaban tertentu. Sebagai masukan gas pengujian, ruang pengujian diberi jalan masuk untuk menginjeksikan gas pengujian ke dalam ruang pengujian. Untuk pembacaan data, ruang pengujian terhubung dengan rangkaian akuisisi data dan akuisisi data terhubung dengan personal komputer melalui komunikasi serial RS 232.

IV. HASIL PENGUJIAN

A. Pengujian terhadap jenis gas (selektifitas)

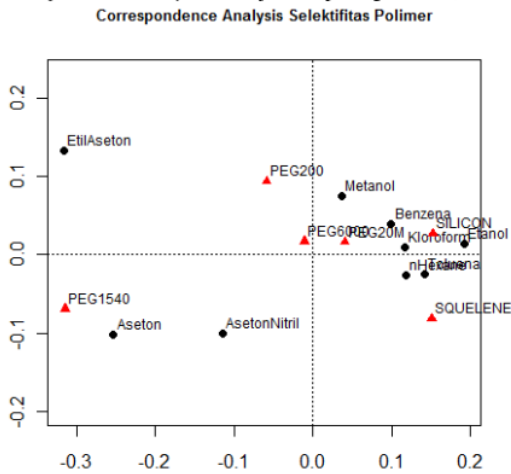
Pada pengujian selektifitas, sensor polimer diuji dengan 9 jenis gas yaitu; aseton, aseton nitril, benzena, etanol, etil aseton, kloroform, metanol, n-hexane, dan toluena dengan volume injeksi yang sama dan pada suhu serta kelembaban yang sama. Data resistansi hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1;

TABEL 1. DATA RESISTANSI POLIMER TERHADAP INJEKSI JENIS GAS

	PEG6000 (Ohm)	PEG20M (Ohm)	PEG200 (Ohm)	PEG1540 (Ohm)	SILICON (Ohm)	SQUELENE (Ohm)
Aseton	319	397	5245	4887	2468	4499
AsetonNitril	421	648	6170	5971	5231	6218
Benzena	319	547	5403	2719	4762	5022
Kloroform	357	572	6462	3034	5084	6569
Etanol	338	548	5635	2278	5078	6176
EtilAseton	357	472	7270	5152	3373	2974
Metanol	357	463	5536	2766	4157	4392
nHexane	317	423	4104	2436	4161	4585
Toluena	337	443	5336	2590	4462	6035

Untuk melihat korelasi antara polimer dengan gas sampel dilakukan pengolahan data dengan

correspondence analysis menggunakan R program, hasil *correspondence analysis* ditunjukkan pada gambar 4;



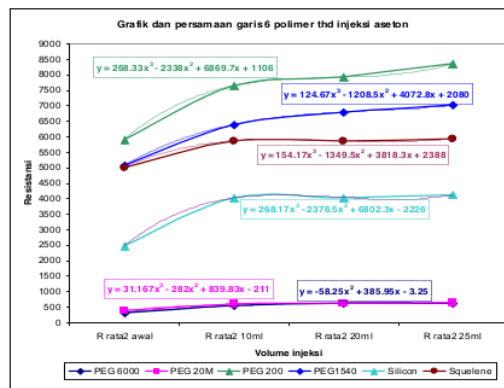
Gambar 4 Mapping CA selektifitas polimer

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa PEG6000 dengan PEG20M dan Silicon dengan Squelelene memiliki kemiripan. Sedangkan PEG1540 dan PEG200 masing-masing memiliki reaksi yang berbeda dan tidak saling berhubungan. Dari 9 gas terkelompokkan menjadi tiga bagian berdasarkan posisi kedekatan antar gas. Kelompok pertama terdiri dari aseton, dan aseton nitril. Kelompok kedua terdiri dari metanol, benzena, etanol, kloroform, toluena dan n-hexane. Kelompok ketiga terdiri dari satu jenis gas etil aseton.

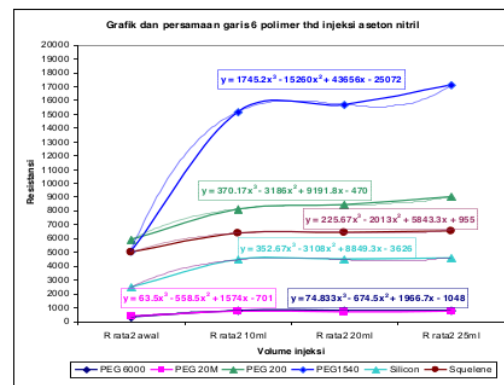
Dari mapping CA diatas terlihat bagaimana setiap gas berhubungan dengan setiap polimer. Dari ketiga kelompok gas tersebut ada beberapa jenis polimer yang mempunyai jarak yang dekat untuk masing-masing kelompok. Untuk kelompok gas pertama (aseton dan aseton nitril) polimer yang paling dekat adalah PEG1540. Kelompok gas kedua (metanol, benzena, etanol, kloroform, toluena dan n-hexane) jenis polimer yang dekat adalah PEG6000, PEG20M, PEG200, squelelene dan Silicon. Kelompok ketiga (etil aseton) ada dua polimer yang mempunyai jarak kedekatan yang sama yaitu; PEG1540 dan PEG200. Kedekatan jarak ini menunjukkan kemampuan deteksi polimer yang lebih baik untuk jenis gas yang jaraknya dekat dengan polimer tersebut.

B. Pengujian terhadap volume gas (sensitifitas)

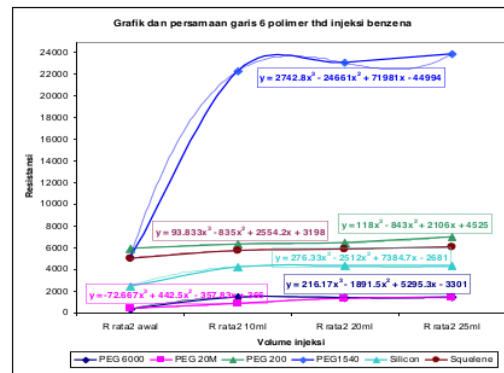
Pada pengujian sensitifitas, sensor polimer diuji dengan 9 jenis gas dengan volume injeksi yang berbeda pada suhu dan kelembaban yang sama. Volume gas yang diinjeksikan merupakan campuran udara dan gas, sedangkan volume udara yg ada dalam *chamber* tetap, jadi konsentrasi gas berbanding lurus dengan kepadatan volume gas yg diinjeksikan. Variasi volumenya adalah 10ml, 20ml dan 25ml. Untuk melihat perubahan resistansi polimer terhadap injeksi gas, dibuat ploting grafik dan persamaannya. Grafik resistansi sensor polimer terhadap injeksi tiap gas diperlihatkan pada gambar 5 sampai gambar 13;



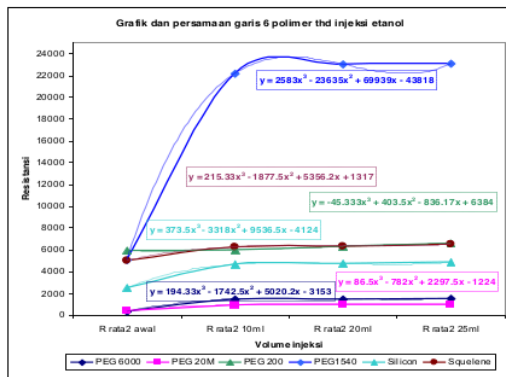
Gb. 5 Grafik polimer terhadap injeksi aseton



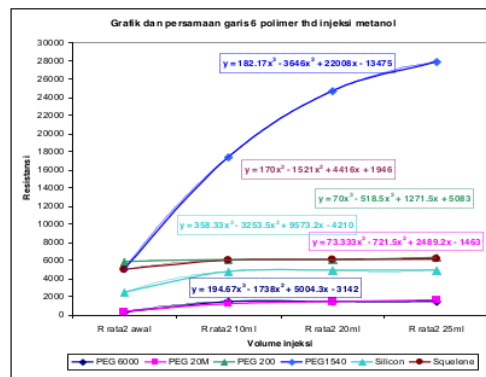
Gb. 6 Grafik polimer terhadap injeksi aseton nitril



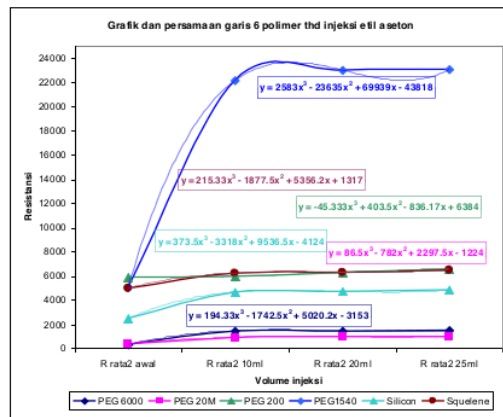
Gb. 7 Grafik polimer terhadap injeksi benzena



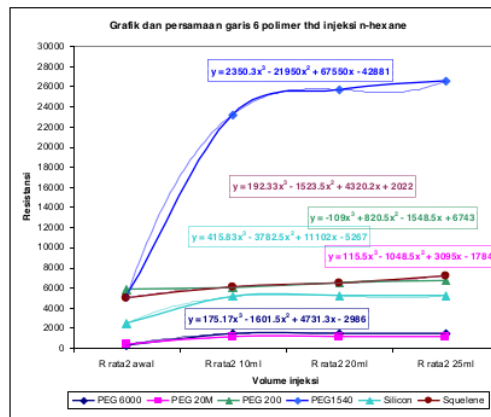
Gb. 8 Grafik polimer terhadap injeksi etanol



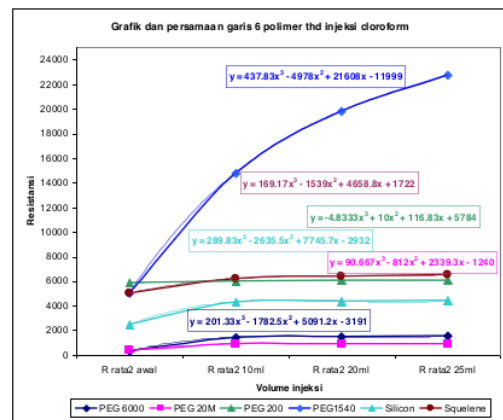
Gb.11 Grafik polimer terhadap injeksi metanol



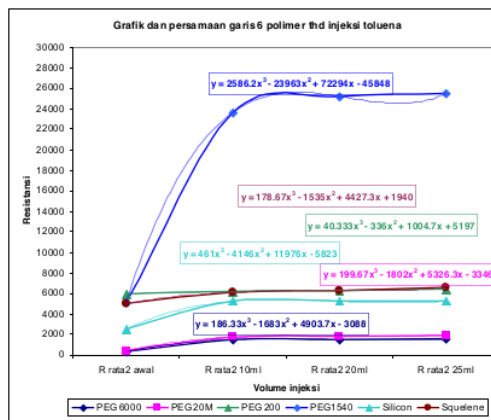
Gb.9 Grafik polimer terhadap injeksi etil aetat



Gb.12 Grafik polimer terhadap injeksi n-hexane



Gb. 10 Grafik polimer terhadap injeksi kloroform



Gb.12 Grafik polimer terhadap injeksi n-hexane

C. Pengujian terhadap pengaruh suhu

Pada pengujian pengaruh suhu, sensor polimer diuji didalam ruang pengujian dengan kondisi suhu yang bervariasi dengan volume injeksi tiap gas dan kelembaban tetap. Pengujian ini akan melihat pengaruh

kenaikan suhu terhadap perubahan resistansi tiap sensor. Variasi suhunya adalah 32^oC, 35^oC dan 38^oC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kenaikan suhu menyebabkan kenaikan resistansi. Prosentase rata-rata kenaikan resistansi terhadap kenaikan suhu dan koefisien pengaruh suhu (ohm^oC) diperlihatkan pada tabel 2 dan 3;

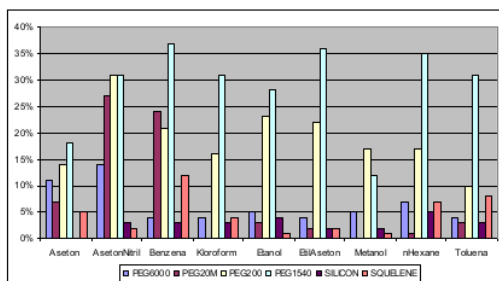
TABEL 2. PROSENTASE RATA-RATA KENAIKAN RESISTANSI TERHADAP SUHU

Polimer	Aseton	AsetonNitril	Benzena	Kloroform	Etanol
PEG6000	11%	14%	4%	4%	5%
PEG20M	7%	27%	24%	0%	3%
PEG200	14%	31%	21%	16%	23%
PEG1540	18%	31%	37%	31%	28%
SILICON	0%	3%	3%	3%	4%
SQUELENE	5%	2%	12%	4%	1%
	EtilAseton	Metanol	nHexane	Toluena	%rata2
PEG6000	4%	5%	7%	4%	6%
PEG20M	2%	0%	1%	3%	22%
PEG200	22%	17%	17%	10%	19%
PEG1540	36%	12%	35%	31%	29%
SILICON	2%	2%	5%	3%	3%
SQUELENE	2%	1%	7%	8%	5%

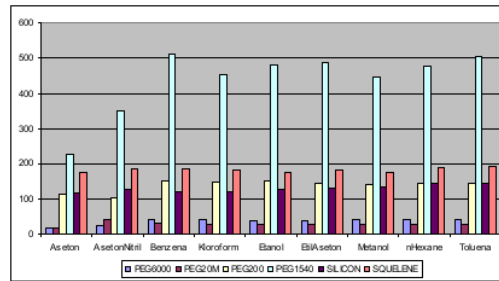
TABEL 3. KOEFISIEN PENGARUH SUHU (OHM^oC)

Polimer	Aseton	AsetonNitril	Benzena	Kloroform	Etanol
PEG6000	18	25	40	40	40
PEG20M	18	40	30	26	26
PEG200	114	105	149	149	150
PEG1540	224	348	510	452	483
SILICON	116	126	121	122	128
SQUELENE	176	185	185	180	177
	EtilAseton	Metanol	nHexane	Toluena	rata2
PEG6000	40	40	40	41	36
PEG20M	26	26	26	26	27
PEG200	146	140	144	146	138
PEG1540	489	446	476	505	437
SILICON	130	136	143	146	130
SQUELENE	181	175	188	190	182

Dari data rata-rata prosentase kenaikan polimer pengaruh suhu dapat dilihat secara umum semua polimer mengalami kenaikan resistansi karena pengaruh kenaikan suhu lingkungan. Grafik prosentase kenaikan resistansi sensor polimer terhadap kenaikan suhu ditunjukkan pada gambar 13 sedangkan koefisien pengaruh suhu (ohm^oC) diperlihatkan pada gambar 14;



Gb.13 Grafik prosentase kenaikan resistansi sensor polimer terhadap kenaikan suhu



Gb.14 Grafik koefisien pengaruh suhu (ohm^oC)

D. Pengujian terhadap pengaruh kelembaban

Pada pengujian pengaruh kelembaban, sensor polimer diuji didalam ruang pengujian dengan kondisi kelembaban yang bervariasi volume injeksi tiap gas dan suhu tetap. Variasi kelembabannya adalah 45%, 55% dan 65%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kenaikan kelembaban menyebabkan kenaikan resistansi. Prosentase rata-rata kenaikan resistansi terhadap kenaikan kelembaban dan koefisien pengaruh kelembaban (ohm/%) diperlihatkan pada tabel 4 dan 5;

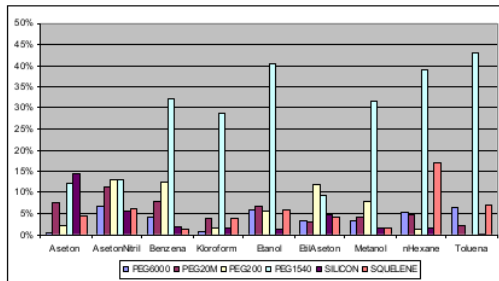
TABEL 4. PROSENTASE RATA-RATA KENAIKAN RESISTANSI TERHADAP KELEMBABAN

Polimer	Aseton	AsetonNitril	Benzena	Kloroform	Etanol
PEG6000	0,40%	6,60%	4,11%	0,70%	5,87%
PEG20M	7,70%	11,26%	7,86%	3,90%	6,62%
PEG200	1,96%	13,03%	12,22%	1,68%	5,56%
PEG1540	12,05%	12,93%	32,30%	28,59%	40,46%
SILICON	14,57%	5,73%	1,73%	1,64%	1,44%
SQUELENE	4,46%	6,12%	1,22%	3,80%	5,77%
	EtilAseton	Metanol	nHexane	Toluena	%rata2
PEG6000	3,29%	3,51%	5,17%	6,36%	4,00%
PEG20M	3,01%	4,24%	4,72%	2,14%	5,72%
PEG200	11,87%	7,96%	1,40%	0,00%	6,19%
PEG1540	9,26%	31,46%	39,11%	42,91%	27,67%
SILICON	4,63%	1,66%	1,61%	0,23%	3,69%
SQUELENE	4,32%	1,71%	16,84%	7,15%	5,71%

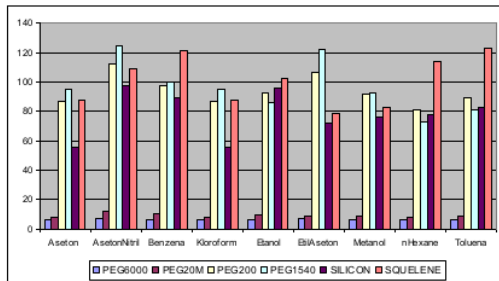
TABEL 5. KOEFISIEN PENGARUH KELEMBABAN (OHM/%)

Polimer	Aseton	AsetonNitril	Benzena	Kloroform	Etanol
PEG6000	18	25	40	40	40
PEG20M	18	40	30	26	26
PEG200	114	105	149	149	150
PEG1540	224	348	510	452	483
SILICON	116	126	121	122	128
SQUELENE	176	185	185	180	177
	EtilAseton	Metanol	nHexane	Toluena	rata2
PEG6000	40	40	40	41	36
PEG20M	26	26	26	26	27
PEG200	146	140	144	146	138
PEG1540	489	446	476	505	437
SILICON	130	136	143	146	130
SQUELENE	181	175	188	190	182

Dari data rata-rata prosentase kenaikan polimer pengaruh kelembaban dapat dilihat secara umum semua polimer mengalami kenaikan resistansi karena pengaruh kenaikan kelembaban lingkungan. Grafik prosentase kenaikan resistansi sensor polimer terhadap kenaikan kelembaban ditunjukkan pada gambar 15 sedangkan koefisien pengaruh kelembaban (ohm/%) diperlihatkan pada gambar 16;



Gb.15 Grafik prosentase kenaikan resistansi sensor polimer terhadap kenaikan kelembaban



Gb.14 Grafik koefisien pengaruh kelembaban (ohm/%)

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian sensor polimer terhadap 4 faktor, dapat disimpulkan:

1. Bahan polimer (PEG6000, PEG20M, PEG200, PEG1540, silicon dan squelene) bisa dibuat menjadi sensor gas dengan memberi additif karbon aktif menjadi komposit polimer-karbon.
2. Sensor komposit polimer karbon yang dibuat mendeteksi gas dengan perubahan nilai resistansi apabila terkena gas.
3. Sensor komposit polimer-karbon mempunyai resistansi yang berbeda-beda tergantung dari jenis bahan polimernya.
4. Pada mapping *correspondence analysis* beberapa polimer menunjukkan kesamaan reaksi saat diuji dengan beberapa gas sampel, juga terlihat korelasi antara polimer dengan jenis gas yang menunjukkan semakin dekat posisi antara polimer dengan gas semakin baik pendeteksian polimer terhadap gas tersebut.
5. Resistansi sensor akan naik sebanding dengan kenaikan volume injeksi, kenaikan suhu dan kelembaban dengan persamaan garis polinomial orde 2 dan orde 3 dan sebagian linier

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jiri Janata And Mira Josowicz (2002), *Conducting Polymers In Electronic Chemical Sensors*.
- [2] Hua Bai and Gaoquan Shi (2006), *Gas Sensors Based on Conducting Polymers*.

- [3] Atkins, P. W. (1990), *Physical Chemistry*. 4th ed. New York: W.H. Freeman.
- [4] Elias, H.-G. (1987), *Mega Molecules*. Berlin: Springer-Verlag
- [5] Department Of Chemical Engineering Brigham Young University (2006), *Modeling And Data Analysis Of Conductive Polymer Composite Sensors*.
- [6] Frank Zee and Jack Judy (1999), *Mems Chemical Gas Sensor Using A Polymer-Based Array*, Published at Transducers '99 - The 10th International Conference on Solid-State sensors and Actuators on June 7-10, Sendai, Japan
- [7] Kohlman, R. S. and Epstein, Arthur J. (1998), *Insulator-Metal Transition and Inhomogeneous Metallic State in Conducting Polymers*. Skotheim, Terje A.; Elsenbaumer, Ronald L., and Reynolds, John R., Editors. Handbook of Conducting Polymers. 2nd ed. New York: Marcel Dekker; pp. 85-122.

Pengujian Karakteristik Resistansi Sensor Gas Dari Bahan Polimer

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

andrikurniawan8.blogspot.com

Internet Source

11%

2

download.garuda.ristekdikti.go.id

Internet Source

3%

3

worldwidescience.org

Internet Source

3%

Exclude quotes On

Exclude matches < 3%

Exclude bibliography On