

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN KERJA SAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI
(PEKERTI)**



**PENDETEKSIAN FORMALIN PADA BAHAN PANGAN DENGAN
SENSOR GAS BERBASIS POLIMER MENGGUNAKAN METODE
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Tahun Ke 2 dari Rencana 2 Tahun

TIM PENGUSUL DAN MITRA

TPP (UMK) :

**Budi Gunawan, ST, MT. NIDN 0613027301 (Ketua)
Arief Sudarmaji, ST, MT. NIDN 0001057711 (Anggota)**

TPM (ITS) :

**Dr. Mohammad Riva'i, MT. NIDN 0026046903 (Ketua)
Dr. Tri Arief Sardjono, MT. NIDN 0012027005 (Anggota)**

Dibiayai Oleh :
Kopertis Wilayah VI Departemen Pendidikan Nasional
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Nomor : 009/KG/KL/SP/2013 Tanggal : 16 Mei 2013

**UNIVERSITAS MURIA KUDUS
DESEMBER 2013**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI

Judul Kegiatan : Pendeteksian Formalin Pada Bahan Pangan Dengan Sensor Gas Berbasis Polimer Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 451 / Teknik Elektro

Bidang Unggulan PT :

Topik Unggulan :

Ketua Peneliti

A. Nama Lengkap : SE BUDI GUNAWAN

B. NIDN : 0319097103

C. Jabatan Fungsional :

D. Program Studi : Ketatalaksanaan Pelayaran Niaga Dan Kepelabuhan

E. Nomor HP : 085740961734

F. Surel (e-mail) : budi.gunawan02@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

A. Nama Lengkap : ARIEF SUDARMAJI S.T., M.T

B. NIDN : 0001057711

C. Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

Ketua TPM

A. Nama Lengkap : Dr MUHAMMAD RIVAI S.T, MT

B. NIDN : 0026046903

C. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

D. Nama Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

E. Program Studi : Ilmu Teknik Elektro

Lama Penelitian Keseluruhan : 2 Tahun

Penelitian Tahun ke : 2

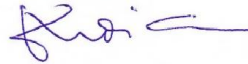
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 128.000.000,00

Biaya Tahun Berjalan :

- diusulkan ke DIKTI Rp 65.000.000,00
- dana internal PT Rp 0,00
- dana institusi lain Rp 0,00
- inkind sebutkan



Kudus, 5 - 10 - 2013,
Ketua Peneliti,



(SE BUDI GUNAWAN)
NIP/NIK



RINGKASAN

Penelitian lanjutan (tahun 2) ini bertujuan untuk membuat sistem/alat pendeteksi kandungan formalin dengan menggunakan sensor gas dari bahan polimer yang bersifat portabel berbasis mikrokontroller dengan metode deteksi jaringan syaraf tiruan. Peneliti secara keseluruhan direncanakan selama 2 tahun dengan luaran: 1) prototipe alat pendeteksi formalin menggunakan sensor gas berbahan polimer yang bersifat portabel berbasis mikrokontroller, 2) publikasi ilmiah di jurnal Nasional terakreditasi, 3) diseminasi di seminar Nasional, 5) artikel ilmiah di proceeding seminar Nasional, dan 6) bahan ajar; Kimia dasar.

Hasil pada penelitian tahun pertama adalah; 1) membuat sensor gas dari 6 (enam) jenis polimer, yaitu; PEG6000, PEG200, PEG20M, PEG1450, Silicon dan Squelene, 2) mengkarakterisasi ke enam sensor gas yang telah dibuat, 3) merancang software pendeteksi kandungan formalin dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan berbasis PC, 4) melakukan pengujian terhadap beberapa sampel baha makanan untuk mengetahui pattern tegangan eksitasi ke enam sensor polimer yang berguna untuk learning software jaringan syaraf tiruan dan 5) menggunakan patern tegangan eksitasi sensor untuk pembelajaran software JST.

Rencana pada penelitian tahun kedua adalah : 1) membuat sistem pendeteksi kandungan formalin menggunakan sensor gas berbahan polimer yang bersifat portabel berbasis mikrokontroller, 2) memprogram software deteksi jaringan syaraf tiruan ke dalam mikrokontroller, 3) melakukan uji coba pada beberapa komoditas bahan pangan yang mengandung formalin, 4) publikasi di Jurnal Nasional terakreditasi, 5) diseminasi hasil dengan menjadi pemakalah pada Seminar Nasional, 6) artikel ilmiah di proceeding seminar Nasional, dan 7) bahan ajar

Kata kunci : polimer, sensor, gas, formalin, pangan

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah S.W.T. atas rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Laporan ini merupakan informasi mengenai kemajuan kegiatan penelitian Pekerti pada tahun kedua dari dua tahun kegiatan.

Dalam laporan akhir ini dijelaskan progress pelaksanaan kegiatan penelitian skim Pekerti yang dilaksanakan dalam dua tahun (2012-2013) dan tahun ini merupakan tahun ke dua (terakhir) dalam pelaksanaan penelitian. Progress yang telah dicapai saat laporan akhir ini dibuat adalah 100%.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Kudus, Desember 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
RINGKASAN.....	3
PRAKATA.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	7
DAFTAR LAMPIRAN.....	8
BAB 1. PENDAHULUAN.....	9
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	13
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	22
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	23
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
BAB 6. RENCANA PENELITIAN SELANJUTNYA.....	57
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Luaran dan capaian tahun 2	26
Tabel 2 Respon sensor pada pengujian bakso tanpa pemanas.....	36
Tabel 3 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 40 ⁰ C.....	36
Tabel 4 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 50 ⁰ C.....	36
Tabel 5 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 60 ⁰ C.....	37
Tabel 6 Respon sensor pada pengujian mie tanpa pemanas	37
Tabel 7 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 40 ⁰ C	38
Tabel 8 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 50 ⁰ C	38
Tabel 9 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 60 ⁰ C	38
Tabel 10 Respon sensor pada pengujian tahu tanpa pemanas	39
Tabel 11 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 40 ⁰ C	39
Tabel 12 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 50 ⁰ C	39
Tabel 13 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 60 ⁰ C	40
Tabel 14 Respon pada bakso dg/tanpa formalin tanpa pemanas	40
Tabel 15 Respon pada bakso dg/tanpa formalin dg pemanas 40 ⁰ C.....	41
Tabel 16 Respon pada bakso dg/tanpa formalin dg pemanas 50 ⁰ C.....	42
Tabel 17 Respon pada bakso dg/tanpa formalin dg pemanas 60 ⁰ C.....	43
Tabel 18 Respon pada mie dg/tanpa formalin tanpa pemanas.....	44
Tabel 19 Respon pada mie dg/tanpa formalin dg pemanas 40 ⁰ C	45
Tabel 20 Respon pada mie dg/tanpa formalin dg pemanas 50 ⁰ C	46
Tabel 21 Respon pada mie dg/tanpa formalin dg pemanas 60 ⁰ C	47
Tabel 22 Respon pada tahu dg/tanpa formalin tanpa pemanas.....	48
Tabel 23 Respon pada tahu dg/tanpa formalin dg pemanas 40 ⁰ C	49
Tabel 24 Respon pada tahu dg/tanpa formalin dg pemanas 50 ⁰ C	50
Tabel 25 Respon pada tahu dg/tanpa formalin dg pemanas 60 ⁰ C	51
Tabel 26 Rekap hasil pengujian identifikasi.....	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Efek 'swelling' pada polimer.....	15
Gambar 2 Komponen sistem penciuman manusia.....	16
Gambar 3 Komponen sistem penciuman elektronik.....	16
Gambar 4 Bagan sistem penciuman elektronik	17
Gambar 5 Skema 3 lapis <i>Multi Layer Perceptron</i>	18
Gambar 6 Diagram system pengukuran deteksi <i>portable</i>	24
Gambar 7 Proses pembuatan sensor polimer	25
Gambar 8 Desain perangkat keras yang dikembangkan	27
Gambar 9 Board Sensor.....	27
Gambar 10 Konfigurasi letak sensor dalam board terintegrasi.....	28
Gambar 11 Chamber pengujian sampel bahan makanan	28
Gambar 12 Rangkaian akuisisi data.....	29
Gambar 13 Rangkaian pemanas dan kontrol suhu.....	29
Gambar 14 LCD penampil hasil deteksi.....	30
Gambar 15 Gambar desain sistim deteksi formalin pada bahan makanan	30
Gambar 16 Gambar realisasi keseluruhan	31
Gambar 17 Tampilan program pelatihan JST dengan visual basic.....	32
Gambar 18 FlowChart learning	33
Gambar 19 FlowChart aplikasi identifikasi berbasis mikrokontroler	34
Gambar 20 FlowChart Prosedur pengukuran.....	35
Gambar 21 Training komoditas bakso tanpa pemanas	41
Gambar 22 Training komoditas bakso dengan pemanas 40 ⁰ C.....	42
Gambar 23 Training komoditas bakso dengan pemanas 50 ⁰ C.....	43
Gambar 24 Training komoditas bakso dengan pemanas 60 ⁰ C.....	44
Gambar 25 Training komoditas mie tanpa pemanas.....	45
Gambar 26 Training komoditas mie dengan pemanas 40 ⁰ C.....	46
Gambar 27 Training komoditas mie dengan pemanas 50 ⁰ C.....	47
Gambar 28 Training komoditas mie dengan pemanas 60 ⁰ C.....	48
Gambar 29 Training komoditas tahu tanpa pemanas.....	49
Gambar 30 Training komoditas tahu dengan pemanas 40 ⁰ C.....	50

Gambar 31 Training komoditas tahu dengan pemanas 50 ⁰ C	51
Gambar 32 Training komoditas tahu dengan pemanas 60 ⁰ C	52
Gambar 33 LCD saat menampilkan “Mengandung Formalin”	52
Gambar 34 LCD saat menampilkan “Tidak Mengandung Formalin”	52
Gambar 35 LCD saat menampilkan “Belum Teridentifikasi”	52
Gambar 30 Training komoditas tahu dengan pemanas 40 ⁰ C	50
Gambar 31 Training komoditas tahu dengan pemanas 50 ⁰ C	51
Gambar 32 Training komoditas tahu dengan pemanas 60 ⁰ C	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Instrumen.....	35
Lampiran 2 Personalia Peneliti	36
Lampiran 3 Publikasi	37

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isu maraknya penyalahgunaan bahan formalin sebagai pengawet dalam bahan pangan dan kesulitan masyarakat dalam mengidentifikasi ciri keberadaannya secara inderawi membuat masyarakat resah dan dirugikan. Hal ini menuntut dibutuhkannya alat yang dapat mendeteksi secara cepat, akurat dan mudah pengoperasiannya sebagai indikator keberadaan formalin dalam bahan pangan.

Meskipun formalin dikategorikan dalam jenis bahan tambahan terlarang digunakan dalam makanan seperti tertuang di Peraturan Menteri Kesehatan No. 1168/Menkes/PER/X/1999 (Bulletin Service, 2006) dan berbagai dampak buruk yang ditimbulkannya bagi tubuh manusia, penyalahgunaan formalin masih sering dilakukan oleh produsen bahan pangan. (Djauhari, 2008). Hal ini tentu meresahkan sehingga dituntut untuk ditemukannya sistem atau alat yang dapat digunakan sebagai indikator deteksi keberadaan formalin yang cepat, akurat, dan mudah penggunaannya (portable).

Secara inderawi tanda-tanda formalin dalam bahan pangan masih sulit diidentifikasi, dibutuhkan analisis laboratorium yang membutuhkan bahan-bahan khusus/pereaksi kimia dan prosedur tertentu dalam mengidentifikasi formalin. Secara teknis, formalin (No. HS2912.11.00.00) merupakan larutan yang tidak berwarna dengan bau yang sangat tajam. Di dalam formalin terkandung sekitar 37% *formaldehyde* dalam air sebagai pelarut. Biasanya di dalam formalin juga terdapat bahan tambahan berupa methanol hingga 15% sebagai pengawet (Media Industri, 2006). Bila menguap diudara, berupa gas yang tidak berwarna, dengan bau yang tajam menyengatkan. Formalin atau senyawa kimia formaldehida, merupakan aldehida berbentuk gas dengan rumus kimia H_2CO (Reuss dkk, 2005). Berdasarkan sifat formalin tersebut maka dengan men-*sensing* uap gas bahan pangan dapat mengindikasikan ada tidaknya formalin.

Belum tersedianya sensor gas yang spesifik untuk pendeteksian formalin, menjadi latar belakang penelitian ini yang bertujuan sistem/alat pendeteksi kandungan formalin dalam bahan pangan yang bersifat portabel berbasis mikrokontroller dengan menggunakan sensor gas dari bahan polimer dengan metode pendeteksi menggunakan jaringan syaraf tiruan.

1.2 Ruang Lingkup Penelitian Lanjutan (Tahun 2)

Ruang lingkup penelitian lanjutan (tahun 2) ini adalah:

1. Menentukan sensor yang mempunyai sensitifitas baik terhadap gas formalin yang diketahui dari data pengujian tahun 1.
2. Membuat sensor dari bahan polimer yang terpilih.
3. Perancangan dan pembuatan sistem/alat akuisisi data berbasis mikrokontroler yang bersifat portabel
4. Perancangan dan pembuatan software pendeteksi dengan metode jaringan syaraf tiruan yang akan diimplementasikan dalam mikrokontroler,
5. Melakukan pengujian lapangan terhadap beberapa komoditas bahan pangan yang mengandung dan tidak mengandung formalin untuk mengetahui keefektifan alat yang telah dibangun.
6. Evaluasi dan perbaikan dari hasil pengujian.

1.3 Hubungan TPP dan/atau TPM dengan Usulan Penelitian

Bagi ketua TPP usul penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian yang pernah TPP lakukan terkait dengan *chemical sensor* yaitu; “Pengujian Karakteristik Komposit Polimer-Karbon Sebagai Bahan Sensor Gas” pada tahun 2008 dan telah berhasil mengkararakteristikkan 6 jenis polimer, yaitu; PEG6000, PEG1540, PEG20M, PEG200, silikon dan squalane dalam pengujian nilai konduktansi dan resistansinya dalam pengaruhnya terhadap; 1) jenis gas, 2) volume gas, 3) pengaruh suhu, 4) dan pengaruh kelembaban.

Bagi anggota TPP, penelitian ini merupakan pengembangan keilmuan yang ditekuni mengenai sensor gas dan aplikasinya, khususnya sensor berbahan polimer. Anggota TPP berhasil mengaplikasikan metode jaringan syaraf tiruan dengan metode pembelajaran *backpropagation* untuk identifikasi jenis bahan bakar dan tingkat kematangan buah menggunakan jenis sensor yang berbeda-beda.

Bagi ketua TPM telah banyak melakukan penelitian terkait polimer dan aplikasinya menggunakan jaringan syaraf tiruan. Kepakaran beliau terkait sensor, khususnya sensor gas. Penelitian ini merupakan salah satu kelanjutan dan aplikasi penelitian yang pernah dilakukan bersama ketua TPP. Selain itu, bagi TPM usul penelitian ini merupakan penuluran ilmu dan pengalaman sebagai peneliti yang lebih

senior dan pada bidang yang khusus, yaitu; polimer, *chemical sensor* dan kecerdasan buatan.

1.4 Keutamaan dan Orisinalitas

Berdasarkan pengamatan peneliti, belum ada penelitian terpublikasi terkait suatu alat/sistem/metode yang digunakan untuk deteksi kandungan formalin dalam bahan pangan dengan mengaplikasikan *chemical sensor* (polimer) sebagai pengindra.

Secara spesifik/langsung tim peneliti belum pernah melakukan penelitian yang berhubungan dengan formalin, akan tetapi berdasarkan kajian sifat formalin dan penelitian yang telah dilakukan peneliti tentang (i) karakterisasi sensor polimer (ii) sensor gas dan aplikasinya (iii) akuisisi data dan antarmuka, (iv) identifikasi/klasifikasi dengan jaringan syaraf tiruan, dan (v) sistem penciuman elektronik, peneliti berkeyakinan penelitian ini dapat mencapai tujuan/luaran yang dikehendaki.

1.5 Kontribusi Penelitian pada IPTEK atau Pembangunan Nasional

Peran dan kebijakan pemerintah dalam menjamin keamanan pangan terkait fenomena penyalahgunaan formalin, baik untuk produk bahan pangan lokal maupun impor antara lain: pemerintah mengeluarkan ketentuan dan peraturan mengenai peredaran dan pengawasan formalin baik itu produksi dalam negeri maupun impor, mengatur tataniaga berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 254/MPP/Kep/7/2000 tanggal 4 Juli 2000 tentang Tata Niaga Impor dan Peredaran Bahan Berbahaya Tertentu melalui penunjukkan sebagai Importir Terdaftar (IT-B2) dan Pengakuan sebagai Importir Produsen (IP-B2) dari Dirjen Perdagangan Luar Negeri, dan memperketat pengawasan distribusi melalui Peraturan Menteri Perdagangan (Permendag) No. 04/M-DAG/PER/2/2006 tanggal 16 Februari 2006 tentang Distribusi dan Pengawasan Bahan Berbahaya.

Akan tetapi bahaya penyalahgunaan formalin tetap saja terjadi dan meresahkan, terutama di pasar-pasar tradisional dan industri kecil. Menurut BPOM, sampai saat ini belum ditemukan adanya penyalahgunaan formalin oleh industri makanan skala besar. Sebab berdasarkan hasil pengujian BPOM di lapangan, baru produk-produk UKM yang berdasarkan hasil uji sampling terbukti positif mengandung formalin. Bahkan beberapa

produk cina ditemukan mengandung formalin. Hal ini menunjukkan bahwa formalin tetap bisa menjadi bahaya yang senantiasa mengancam.

Dengan demikian hal terpenting selain peran pemerintah dalam meregulasi formalin juga adanya partisipasi masyarakat atau kelompok masyarakat dalam pengawasan. Dengan keberadaan alat deteksi formalin yang cepat, akurat, dan mudah penggunaannya, pihak-pihak terkait (seperti pengelola pasar, pemerintah atau individu) dapat memberikan rasa aman bagi konsumen. Selain itu secara tidak langsung dapat menekan industri pangan yang tetap menggunakan formalin untuk masuk ke masyarakat.

Secara teknologi, penggunaan sensor gas untuk mengindikasi formalin adalah tepat mengingat sifat formalin yang bila menguap berupa gas tidak berwarna, dan berbau menyengat. Selain itu penggunaan sensor gas untuk identifikasi senyawa atau bahan berbahaya dalam beragam bahan pangan termasuk hal baru. Berdasarkan penelusuran peneliti, di Indonesia belum ada suatu alat/sistem/metode yang digunakan untuk deteksi cepat kandungan formalin dalam bahan pangan dengan mengaplikasikan sensor gas sebagai pengindra.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Polimer

Polimer merupakan senyawa-senyawa yang tersusun dari molekul sangat besar yang terbentuk oleh penggabungan berulang dari banyak molekul kecil. Molekul yang kecil disebut monomer, dapat terdiri dari satu jenis maupun beberapa jenis. Polimer adalah sebuah molekul panjang yang mengandung rantai-rantai atom yang dipadukan melalui ikatan kovalen yang terbentuk melalui proses polimerisasi dimana molekul monomer bereaksi bersama-sama secara kimiawi untuk membentuk suatu rantai linier atau jaringan tiga dimensi dari rantai polimer. Karakteristik utama dari rantai tersebut adalah ikatan kimia yang kuat dan arahnya sepanjang rantai, tetapi rantai tersebut sisi-sisinya hanya diikat oleh ikatan lemah van der Waals atau biasanya disebut ikatan hydrogen. Macam-macam ikatan dalam rantai polimer yang panjang dan fleksibel antara lain: *Polyethylene*, *polystyrene*, *poly (methyl methacrylate)*, *poly (oxyethylene)*, *poly (dimethyl siloxane)*. (Atkins, P. W., 1990)

Polimer didefinisikan sebagai makromolekul yang dibangun oleh pengulangan kesatuan kimia yang kecil dan sederhana yang setara dengan monomer, yaitu bahan pembuat polimer. Akibatnya, molekul-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. Proses pembentukan polimer dari monomernya disebut dengan polimerisasi. Polimerisasi tersebut akan menghasilkan polimer dengan jumlah susunan ulang yang tertentu. Jumlah susunan ulang pada hasil proses polimerisasi dikenal sebagai derajat polimerisasi. (Elias, H.-G., 1987)

Kata polimer pertama kali digunakan oleh Berzelius pada 1827. Tetapi konsep polimer sebagai molekul dengan berat molekul yang tinggi (sedikitnya puluhan ribu) pertama kali dikenalkan oleh ilmuwan Jerman Herman Staudinger hampir seabad lalu (pada 1920), dimana pada saat itu banyak mendapat kritikan dari ilmuwan lain. Pada umumnya polimer dikenal sebagai materi yang bersifat non-konduktif atau isolator. Kemajuan dalam riset polimer telah menemukan berbagai polimer yang bersifat konduktif maupun semikonduktif. (Jiri Janata And Mira Josowicz, 2002)

2.2 Komposit

Bahan komposit diartikan sebagai gabungan dari 2 material atau lebih yang berbeda sifatnya dan akan membentuk sifat fisis yang baru. Komposit bisa berupa gabungan antara logam-keramik, polimer-karbon, logam-logam, dll. Pembuatan bahan komposit didasarkan beberapa kelemahan bahan secara konvensional, keterbatasan jumlah dan faktor biaya, sehingga pembuatan komposit diupayakan sebagai alternatif yang dapat menggantikannya, karena telah diketahui bahwa sifat bahan komposit merupakan paduan dari sifat-sifat bahan penyusunnya yang berbeda dari sifat aslinya.

Pada umumnya komposit terdiri dari 2 bagian besar bahan dasar, yaitu matriks dan filler, yang mana antara keduanya terjadi ikatan antara permukaan, sehingga secara keseluruhan bahan komposit berbeda dengan kedua bahan pembentuknya. Seperti dari bahan komposit dipengaruhi oleh bahan penyusunnya. Komposit merupakan sebuah sistem kesatuan, sehingga di samping bahan pembentuk yang berpengaruh (seperti geometri dan bentuk filler), ukuran dan distribusi juga sangat mempengaruhi kinerja dan kualitas dari bahan komposit. Semakin kecil ukuran partikel yang berikatan maka luas kontak permukaan partikel semakin besar, sehingga kualitas ikatannya akan semakin baik. Syarat utama terbentuknya bahan komposit adalah adanya ikatan permukaan antara matriks dan filler. Ikatan ini terjadi karena adanya gaya adhesi-koheksi. Adhesi merupakan interaksi antar partikel heterogen atau antara partikel dan substrat lain, sedangkan koheksi merupakan interaksi antar partikel homogen. (Mac Diarmid A G and Epstein A J., 1994)

2.3 Komposit Polimer-Karbon

Polimer merupakan molekul dasar yang terdiri dari sejumlah besar satuan molekul sederhana yang tersusun secara berulang. Walaupun semula teknologi polimer berkembang terlambat, tetapi saat ini polimer termasuk salah satu materi berteknologi tinggi yang sedang giat dikembangkan. Perkembangan polimer paling menonjol adalah setelah ditemukan komposit polimer-karbon. Material jenis baru yang bersifat konduktif ini dapat disebut gabungan sifat-sifat elektrik dan optik semikonduktor anorganik dengan polimer yang memiliki kelenturan mekanis.

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.

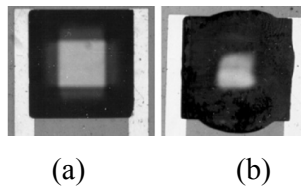
Peranan atom atau molekul doping adalah menghasilkan cacat dalam rantai polimer tersebut (cacat struktur). Cacat inilah yang berperan dalam penghantaran listrik. Cacat dapat bermuatan positif, negative, atau netral. Secara fisika kuantum, cacat berperilaku seolah-olah sebagai partikel. Tiga jenis cacat yang dapat muncul, yang dinamai soliton, polaron dan bipolaron. (Hua Bai and Gaoquan Shi, 2006)

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 timbul pula aliran listrik. Jumlah cacat bertambah dengan penambahan jumlah atom dopan yang terlalu banyak dapat menurunkan sifat mekanik polimer. (Elias, H.-G, 1987)

2.4 Sensor Komposit Polimer-Karbon

Sensor komposit polimer-karbon dibuat dari campuran polimer dengan karbon aktif. Sensor komposit polimer-karbon mampu merespon rangsangan yang berasal dari berbagai senyawa kimia atau reaksi kimia. Saat campuran dipapar 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' atau efek mengembang jika terkena gas. 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. Perubahan luas permukaan ini mempengaruhi perubahan resistansi dari konduktif polimer sehingga dengan perubahan resistansi ini bisa mempengaruhi juga nilai konduktivitas polimer yang merupakan kebalikan dari resistivitasnya. Dengan perubahan resistansi ini bisa dipakai sebagai keluaran sensor yang akan dibaca oleh instrumentasi elektronik.

Ilustrasi gambar efek ‘swelling’ pada polimer diperlihatkan seperti pada gambar dibawah:



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

2.5 Aplikasi Sensor Gas dalam Pengukuran Bahan Pangan

Awalnya sensor gas ditujukan untuk mendeteksi keberadaan gas-gas berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti amoniak, asam sulfida, karbon monoksida, ataupun kebocoran gas elpiji. Seiring ditemukan dan diciptakan beragam sensor gas untuk senyawa kimia lain, maka penggunaan sensor gas dalam pengukuran dan penelitian bahan pangan mulai dilakukan. (Albert, Lewis NS, 2000)

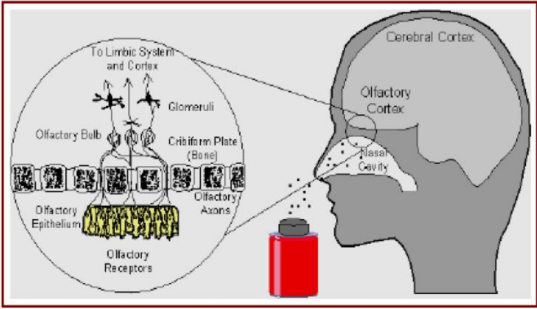
Penggunaan sensor gas dalam pangan atau komoditas pertanian, sebagian besar menggunakan prinsip sistem penciuman elektronik. Beberapa penelitian telah berhasil menggunakan bahan sensor polimer dalam aplikasi pengukuran bahan pangan.

Jiri Janata, (2004) mengembangkan sistem penciuman elektronik portable yang menggunakan deret sensor berbahan komposit polimer-karbon hitam dan berhasil mengukur dan mengklasifikasi *volatile organic compound* pada sampel minuman *brandy* dan *whiskey*. Selanjutnya Hua Bai (2006) mengidentifikasi tingkat kematangan (belum matang, setengah matang, matang, dan lewat matang) buah tomat dengan teknik penciuman elektronik menggunakan deret sensor *metal oxide semiconductor* (MOS).

2.6 Sistem Penciuman Elektronik (*e-nose*)

Secara biologi sistem penciuman manusia menggunakan beragam pengindra kimiawi, yang disebut dengan penerima penciuman (*olfactory receptors*), tergabung dengan pengenal pola otomatis yang terhimpun dalam *olfactory bulb* dan diteruskan ke *olfactory cortex* dalam otak sebagai pengambil keputusan. Tidak ada reseptor tunggal yang mampu mengenali aroma sendiri. Reseptor tergabung untuk mengenali pola aroma tertentu. Gambar 2 menunjukkan komponen sistem penciuman manusia (Albert, Lewis NS, 2000).

Fungsi tiap komponen sistem penciuman manusia diadopsi menggunakan perangkat keras (elektronik), seperti bagian reseptor menggunakan beragam sensor yang tersusun (*array sensor*) sehingga dapat dibentuk sistem penciuman buatan, yang dikenal dengan penciuman elektronik (*e-nose*). (Frank Zee and Jack Judy, 1999)

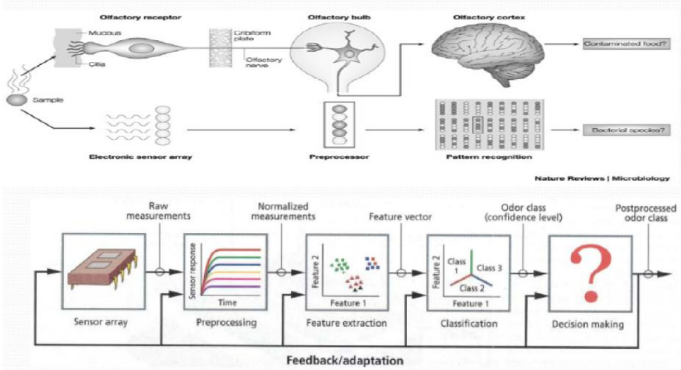


Gambar 2. Komponen sistem penciuman manusia

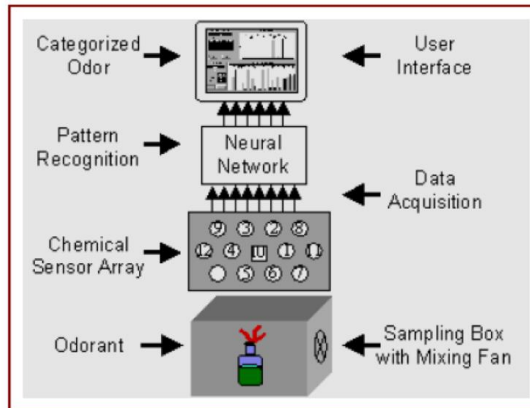
Sistem indera buatan untuk dapat menggantikan sistem indera penciuman manusia banyak dibutuhkan terutama dalam penggunaannya sebagai kontrol kualitas hasil produksi aroma. Sistem penciuman elektronik tidak mungkin terganggu kesehatan dan emosinya seperti manusia pakar yang akan diserupakannya. Pada dasarnya, seperti manusia, sistem penciuman elektronik seperti terlihat dalam Gambar 3, terdiri dari:

- a. Pemrosesan awal (*preprocessing*),
- b. Ekstraksi ciri (*feature extraction*),
- c. Klasifikasi (*classification*), dan
- d. Pengambilan keputusan (*decision making*) (Bhuyan, 2007).

Sedangkan bagan perangkat sistem penciuman elektronik ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Komponen sistem penciuman elektronik (Bhuyan, 2007).



Gambar 4. Bagan sistem penciuman elektronik

2.7 Metode Deteksi Formalin

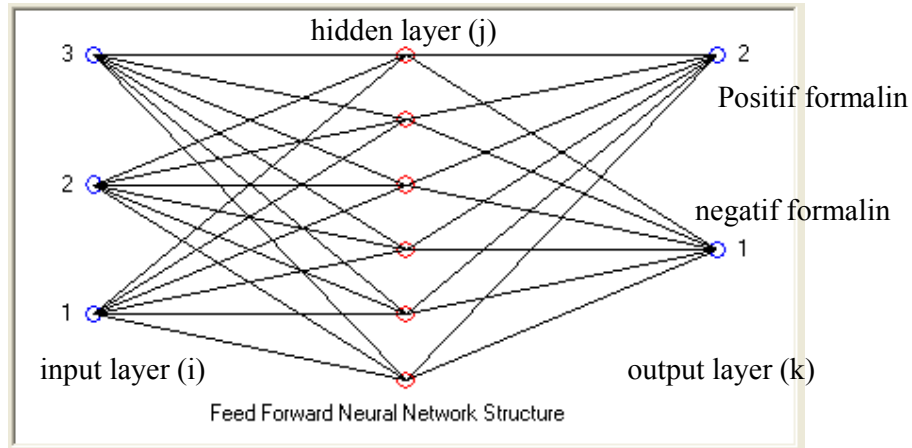
Berdasarkan pengamatan dan penelusuran peneliti, sampai saat ini belum ada alat atau sistem deteksi keberadaan formalin dalam bahan pangan yang biasa ditemukan penyalahgunaanya yang menggunakan sensor gas (uap). Deteksi formalin formalin secara kualitatif maupun kuantitatif kebanyakan dilakukan di laboratorium dengan menggunakan pereaksi kimia.

Jiri Janata (2002) menggunakan reagen *schiff* untuk menggantikan reagen *aquamerck* yang kurang praktis dan mahal guna mendeteksi formalin secara cepat. Dalam uji coba ini dibuat reagen *schiff* yang dibuat dari kristal *sodium disulfite* 1 gram ditambah 1 mL HCL ditambah 0,1 gram *fuchsin* kemudian dilarutkan dengan aquades sampai 100 mL, jika diperoleh warna ungu menunjukkan positif adanya formalin. Dari hasil uji coba telah dilakukan minimal konsentrasi sampai 0,1 mg/L. Hasil yang diperoleh penggunaan *schiff* dan *aquamerck* sensitifnya hampir sama.

Selanjutnya, Hua Bai (2006) menguji validasi pada analisis formalin menggunakan spektrofotometer UV-VIS guna mengetahui reabilitas dan limit deteksi analisis kuantitatif formalin pada spektrofotometer UV-VIS menggunakan pereaksi Nash. Hasil uji menunjukkan bahwa grafik standar formalin pada konsentrasi 0,75; 1,5; 3; 6,25; dan 12,5 mg/L membentuk garis regresi linear yang baik dengan nilai R^2 0,9943. Dari hasil penelitian direkomendasikan limit deteksi analisis kuantitatif formalin menggunakan metode pereaksi Nash pada spektrofotometer UV-VIS didasarkan pada batas standar %RSD sebesar 0,429 mg/L.

2.8 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan yang akan digunakan adalah *perceptron* lapis banyak atau *Multi Layer Perceptron* dengan pelatihan *Backpropagation* yang merupakan algoritma pembelajaran terawasi. Data akusisi dari sensor akan dijadikan sebagai masukan jaringan syaraf tiruan dan 2 kreteria kondisi bahan pangan sebagai keluaran. Rancangan *Multi Layer Perceptron* (MLP) menggunakan 3 lapis seperti ditunjukkan dalam Gambar



Gambar 5. Skema 3 lapis *Multi Layer Perceptron* (MLP)

Proses *learning* dengan algoritma *backpropagation* dalam jaringan syaraf tiruan dilakukan menggunakan persamaan (1) sampai persamaan (11).

Tahapan algoritma *Backpropagation* untuk proses *learning* dalam JST 3 layer secara garis besar terdiri dari dua alur, yaitu:

1. Alur maju (*Forward*)

Langkah-langkah dalam alur maju adalah:

- a. normalisasi input dan nilai *desire output* (menjadi dalam range 0 – 1).
- b. memberi nilai *weight* secara acak/random pada nilai -1 s/d +1
- c. memberi inisialisasi nilai *bias* = 1
- d. mencari nilai *sum* dan *sigmoid* untuk *Hidden layer* dan *Ouput layer*

a). Hidden Layer

Nilai *sum*:

$$Z_j = \sum_{i=0}^N X_i V_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

dengan N = jumlah synapse layer2 (hidden layer)

Nilai Sigmoid:

$$Z_j' = \frac{1}{1 + e^{-Z_j + bias}} \dots \dots \dots (2)$$

b). Output Layer

Nilai sum:

$$Y_k = \sum_{i=0}^M Z_j' \cdot W_{jk} \dots \dots \dots (3)$$

dengan M = jumlah synapse layer3

Nilai Sigmoid:

$$Y_k' = \frac{1}{1 + e^{-Y_k + bias}} \dots \dots \dots (4)$$

2. Alur mundur (*Backward*)

Langkah-langkah dalam alur mundur adalah:

a. Menghitung output error (∂_k)

Output error = Output layer3 – desire output

$$Err_k (MSE) = \frac{1}{2} (d_k - Y_k')^2 \dots \dots \dots (5)$$

$$\partial_k = \frac{dErr_k}{dY_k'} = d_k - Y_k' \dots \dots \dots (6)$$

b. Menghitung hidden error (∂_o)

$$\partial_o = \frac{dErr_k}{dZ_j} = \frac{dErr_k}{dY_k} \cdot \frac{dY_k}{dZ_j'} \cdot \frac{dZ_j'}{dZ_j}$$

$$Err_j = \frac{dErr_k}{dY_k} \cdot \frac{dY_k}{dZ_j'} = \sum_{k=1}^L \partial_k \cdot W_{jk}$$

$$\partial_o = Err_j \cdot Z_j' \cdot (1 - Z_j') \dots \dots \dots (7)$$

c. Updating weight untuk weight pada Hidden – Output layer

$$\Delta W_{jk} = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dW_{jk}} = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dY_k} \cdot \frac{dY_k}{dW_{jk}} = \eta \cdot \partial_k \cdot Z_j'$$

$$W_{jk} = W_{jk} + \Delta W_{jk} \dots \dots \dots (8)$$

d. Updating nilai bias pada output layer

$$\Delta bias_k = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dbias_k} = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dY_k'} \cdot \frac{dY_k'}{dbias_k} = \eta \cdot \partial_k \cdot 1$$

$$bias_k = bias_k + \Delta bias_k \dots \dots \dots (9)$$

e. Updating weight untuk weight pada Input – Hidden layer

$$\Delta V_{ij} = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dV_{ij}} = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dZ_j'} \cdot \frac{dZ_j'}{dV_{ij}} = \eta \cdot \partial_o \cdot X_i$$

$$V_{ij} = V_{ij} + \Delta V_{ij} \dots \dots \dots (10)$$

f. Updating bias pada hidden layer

$$\Delta bias_j = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dbias_j} = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dZ_j'} \cdot \frac{dZ_j'}{dbias_j} = \eta \cdot \partial_o \cdot 1$$

$$bias_j = bias_j + \Delta bias_j \dots \dots \dots (11)$$

Pembuatan program jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* menggunakan program Visual basic 6.0.

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat sensor gas dari bahan polimer,
2. Membuat instrumentasi pengujian untuk mengkarakterisasi sensor,
3. Membangun software jaringan syaraf tiruan pendeteksi formalin
4. Menguji beberapa komoditas bahan pangan,
5. Membuat alat pendeteksi kandungan formalin yang bersifat portabel berbasis mikrokontroller

3.1. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah ketersediaan pendeteksi kandungan formalin dalam bahan pangan yang cepat, tepat dan mudah pengoperasian guna memberikan jaminan keamanan pangan

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada 3 (tiga) lokasi laboratorium, yaitu: 1) Laboratorium Elektronika Industri Jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya (tempat TPM), 2) Laboratorium Pengukuran Analog Jurusan Teknik Elektro Universitas Muria Kudus (tempat ketua TPP), dan 3) Laboratorium Teknologi Pangan UNSOED Purwokerto (tempat anggota TPP).

4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Bahan Pembuatan sensor

Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan sensor polimer adalah; PEG6000, PEG 1540, PEG20M, PEG200, silicon, squelene, karbon aktif, sosium lauril sulfat (SLS), aquademin, dan kloroform.

2. Bahan Pembuatan *chamber*

Chamber pengujian ini terbuat dari bahan arklirik dan merupakan *chamber* tempat sensor komposit polimer-karbon yang akan dipakai sebagai pendeteksi.

3. Bahan rangkaian akuisisi data

Terdiri atas komponen elektronika penyusun rangkaian akuisisi data yaitu; rangkaian pengkondisi sinyal (RPS), konversi analog ke digital (ADC), mikrokontroller dan interface serial.

4. Pembuatan board sensor polimer

Sensor polimer ditempatkan dalam sebuah board secara berderet. *Board* menggunakan konfigurasi interdigital, terbuat dari PCB dengan dibuat jalur dari sensor ke akuisisi data.

5. Sampel bahan pangan

Bahan makanan yang diujikan adalah bahan yang sering diberitakan tercemar formalin, antara lain:

- tahu,
- bakso, dan
- mie.

4.3 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat pembuatan sensor

Pembuatan sensor polimer ini dilakukan di laboratorium kimia dengan prosedur kimiawi. Adapun peralatan yang digunakan dalam pembuatan sensor polimer adalah; beaker glass, botol timbang, kaca arloji, spatula, aluminium foil, pipet tetes, botol semprot, neraca analitik, multimeter, board sensor, oven pemanas dan desikator.

2. Alat pembuatan rangkaian akuisisi data

Untuk pembuatan rangkaian akuisisi data diperlukan alat diantaranya; toolkit, solder, tenol, kabel, konektor-konektor, pelarut dan sablon PCB, multimeter, bor, dan alat-alat pendukung lainnya.

3. Alat pengolah, penganalisa dan penampil hasil

Untuk mengolah, menganalisa dan menampilkan hasil deteksi sensor diperlukan personal komputer.

4.4 Variabel Pengukuran

Variabel atau parameter akan dianalisa dalam penelitian ini antara lain:

- a. resistansi dan resistansi relatif keluaran tiap deret sensor.

$$\text{ResistansiRelatif} = \frac{R_0 - R_t}{R_0}$$

R_0 = Resistansi gas referensi / awal (ohm)

R_t = Resistansi gas terukur (ohm)

- b. Tegangan keluaran tiap-tiap sensor.
- c. Kadar (persentase) formalin dalam bahan pangan
- d. Suhu pemanas pada sample pengujian
- e. Parameter pelatihan jaringan syaraf tiruan: epoch, MSE, dan iterasi.

4.5 Tahapan Kegiatan

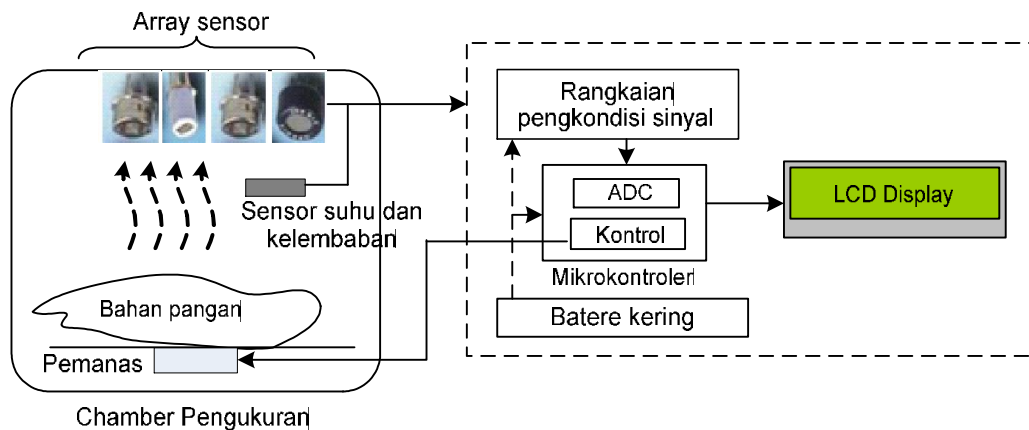
Penelitian lanjutan (tahun 2) ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan, sebagai berikut:

- 1) *Kegiatan 1.* Membuat rangkaian sensor-sensor terpilih untuk deteksi formalin.
- 2) *Kegiatan 2.* Membuat perangkat sistem deteksi formalin yang *portable*.

- 3) *Kegiatan 3.* Membuat perangkat lunak (parameter-parameter hasil pengujian dan parameter hasil pembelajaran jaringan syaraf tiruan).
- 4) *Kegiatan 4.* Uji fungsional sistem deteksi formalin *portable* dan membandingkan dengan sistem berbasis komputer berdasarkan tes *offline* dan *online*.
- 5) *Kegiatan 5.* Membuat sampel bahan pangan yang bebas formalin dan dengan formalin serta sampel bahan pangan dari beberapa pasar tradisional.
- 6) *Kegiatan 6.* Uji performansi sistem deteksi formalin *portable* dan validasi dengan uji formalin berbasis analisis laboratorium dengan pereaksi kimia.

4.6 Diagram Sistem Pengukuran

Blok diagram sistem pengukuran ditunjukkan dalam Gambar.



Gambar 6. Diagram system pengukuran deteksi *portable* berbasis mikrokontroler.

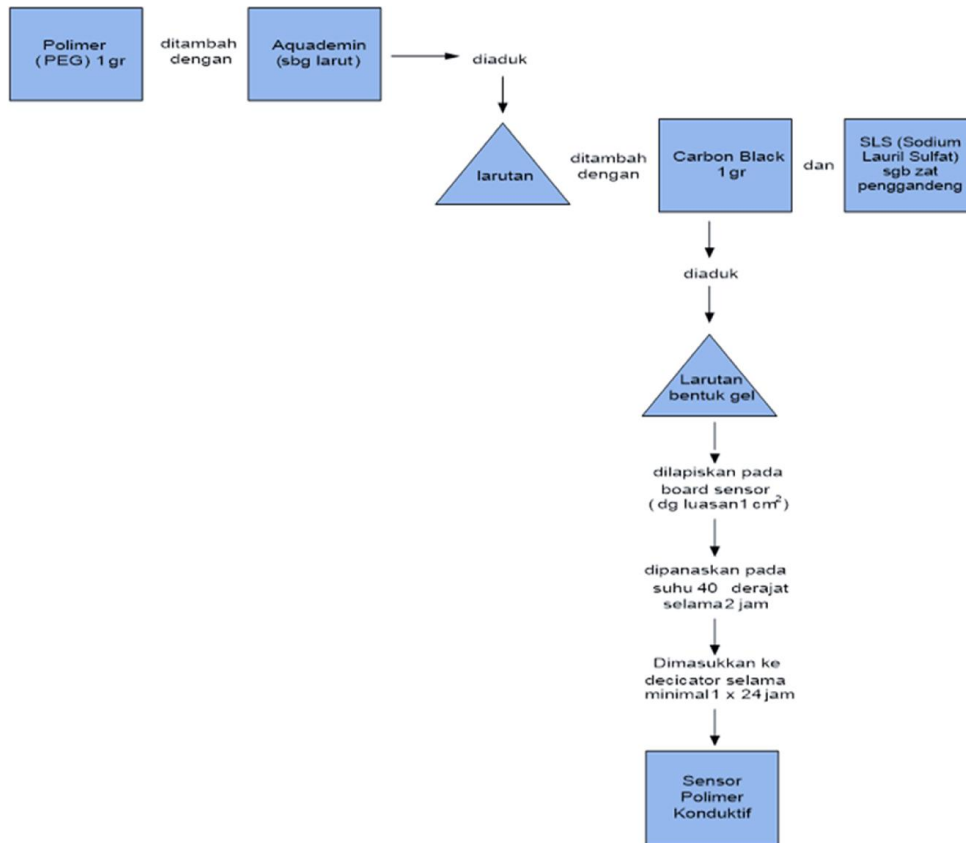
4.7 Jenis Polimer

Bahan polimer yang akan digunakan ada 6 macam, yaitu

1. PEG6000,
2. PEG20M,
3. PEG1540
4. PEG200.
5. Silicon, dan
6. Squelene

4.8 Proses Pembuatan Sensor

Sensor gas yang akan digunakan dibuat dari campuran polimer dengan karbon aktif dengan perbandingan komposisi antara polimer dan karbon aktif yang digunakan, misalnya 1:1 atau 1g polimer dikompositkan dengan 1gr karbon aktif, sebagai zat penggandeng digunakan sodium lauril sulfat (SLS) 0,001g. Proses pencampurannya sebagai berikut; PEG, karbon aktif dan sodium lauril sulfat (SLS) ditimbang dengan perbandingan komposisi tersebut, lalu dicampurkan dalam beaker gelas, campuran tersebut ditambahkan aquademin tetes demi tetes hingga membentuk gel, kemudian gel tersebut dilapiskan pada board yang akan digunakan sebagai sensor gas, setelah board terlapisi dengan gel board tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 2 jam dengan suhu 40°C , setelah itu board dikeluarkan dari oven dan diletakkan dalam decicator selama 1x24 jam untuk menetralkan kandungan oksigen atau gas-gas yang lain, setelah dari decicator board tersebut sudah siap jadi sebuah sensor komposit polimer-karbon.



Gambar 7 Proses pembuatan sensor polimer

4.9 Pembuatan Perangkat Lunak

Program untuk mikrokontroler ditujukan untuk pengukuran berbasis komputer dan pengukuran untuk sistem *portable*. Pemrograman yang digunakan untuk mengisi program pada mikrokontroller Atmega ini digunakan CodeVision AVR dan bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Pada CodeVision AVR ini bisa ditentukan port-port dari mikrokontroller AVR yang berfungsi sebagai input maupun output, serta bisa juga ditentukan tentang penggunaan fungsi-fungsi internal dari AVR.

4.10 Luaran

Tabel 1. Luaran dan capaian tahun 2

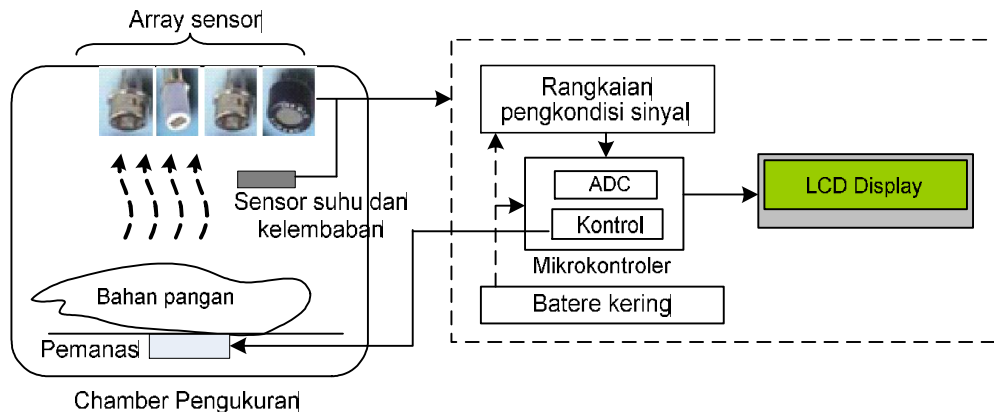
Tahun	Target/Luaran	Capaian
Tahun 2	1. Sensor Gas Berbahan Polimer	- Tercapai
	2. Sistem/Alat portable pendeteksi gas formalin berbasis mikrokontroller	- Tercapai
	3. Publikasi di Jurnal Nasional terakreditasi ; “TELKOMNIKA”, ISSN: 1693-6930 accredited by DGHE (DIKTI), Decree No: 51/Dikti/Kep/2010	- Proses review
	4. Diseminasi (Pemakalah di Seminar Nasional)	- Tercapai
	5. Artikel Ilmiah di Proceeding Seminar Nasional	- Tercapai
	6. Bahan Ajar : Kimia Dasar	- Tercapai

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di akhir penelitian tahun ke dua ini telah berhasil dibuat perangkat keras sistem deteksi formalin pada bahan makanan yang terdiri dari; 1) sensor, 2) chamber pengujian, 3) rangkaian akuisisi data, 4) rangkaian pemanas dan kontrol suhu, dan 5) rangkaian LCD penampil hasil deteksi dan perangkat lunak sistem yang terdiri dari : 1) program jaringan syaraf tiruan di program visual basic, 2) implementasi program JST pada mikrokontroler.

5.1. Desain Perangkat Keras Yang Dikembangkan.

Secara umum sistem perangkat keras telah berhasil dikembangkan sesuai desain dalam Gambar 8.



Gambar 8. Desain perangkat keras yang dikembangkan

5.2. Board Sensor dan Chamber Pengujian.

Tiap board sensor dibuat dengan dimensi (1,5 x 2,5) cm dan jalur PCB sensor dibuat dengan metode interdigital seperti terlihat pada Gambar 3. Sensor yang dibuat disusun secara berderet dengan konfigurasi 2x3 ditempatkan dalam satu board terintegrasi, seperti terlihat dalam gambar 9 & 10.

Gambar 9. Board Sensor



Gambar 10. Konfigurasi letak sensor dalam board terintegrasi

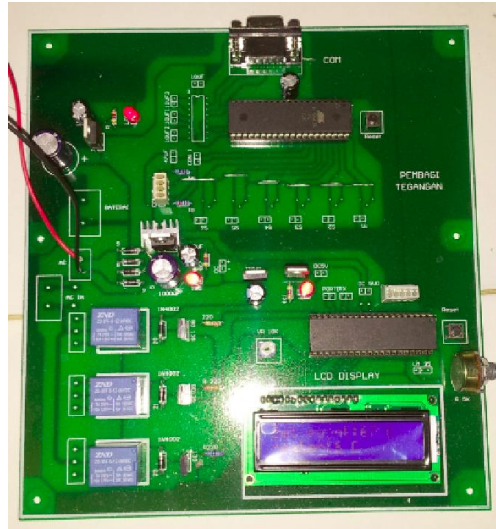
Untuk pengujian bahan sampel digunakan sebuah chamber yang terintegrasi dengan board sensor, seperti diperlihatkan dalam gambar 11.



Gambar 11. Chamber pengujian sampel bahan makanan

5.3. Rangkaian Akuisisi Data.

Rangkaian akuisisi data digunakan untuk meng-akuisisi data dari sensor hasil deteksi sampel bahan makanan secara real time. Rangkaian akuisisi data terintegrasi dalam satu board dengan rangkaian pemanas dan pengontrolnya sebagai pemanas pada chamber tempat sampel bahan makanan serta rangkaian LCD sebagai penampil hasil deteksi sensor yang telah diolah oleh program jaringan syaraf tiruan yang ada dalam mikrokontroler. Board rangkaian akuisisi data ditunjukkan pada gambar 12



Gambar 12. Board rangkaian akuisisi data

5.4. Rangkaian Pemanas Dan Kontrol Suhu.

Rangkaian pemanas dan kontrol suhu digunakan untuk memberi kondisi suhu yang bervariasi sesuai dengan setting pengujian yang dikontrol oleh mikrokontroler dengan beberapa relay. Untuk mensetting suhu yang dikehendaki digunakan LCD untuk menampilkan setting point dan pengukuran suhu yang berada dalam chamber pengujian. Rangkaian pemanas dan kontrol suhu ditunjukkan pada gambar 13



a. Pemanas dan kontrol suhu



b. LCD sebagai setting point suhu

Gambar 13. Rangkaian pemanas dan kontrol suhu

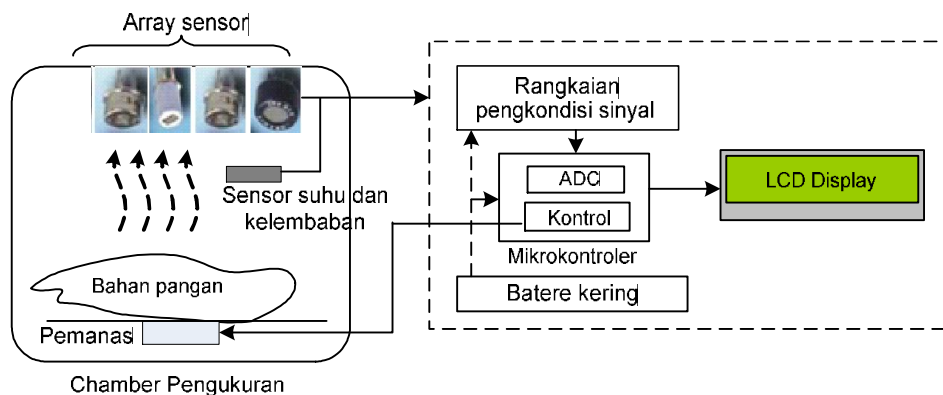
5.5. LCD Sebagai Penampil Hasil Identifikasi.

Sebagai penampil hasil deteksi pada alat deteksi portable ini digunakan LCD yang akan menampilkan hasil deteksi dengan menampilkan tiga kondisi pendeteksian; 1) “Mengandung Formalin” apabila sampel bahan makanan yang dideteksi ada formalin. 2) “Tidak Mengandung Formalin” apabila sampel bahan makanan tidak mengandung formalin, dan 3) “Belum Teridentifikasi” apabila sampel mendeteksi gas selain formalin dan belum ter-learning-kan di program Jaringan Syaraf Tiruan yang dibuat. LCD penampil hasil identifikasi ditunjukkan pada gambar 14

Gambar 14. LCD penampil hasil identifikasi

5.6. Realisasi Keseluruhan Perangkat Keras Dari Gambar Desain.

Realisasi secara keseluruhan alat sistim deteksi formalin pada bahan makanan dari gambar desain dan gambar realisasinya ditunjukkan pada gambar 15 dan 16.



Gambar 15. Gambar desain sistim deteksi formalin pada bahan makanan



Gambar 16a. Gambar realisasi keseluruhan sistim deteksi formalin pada bahan makanan



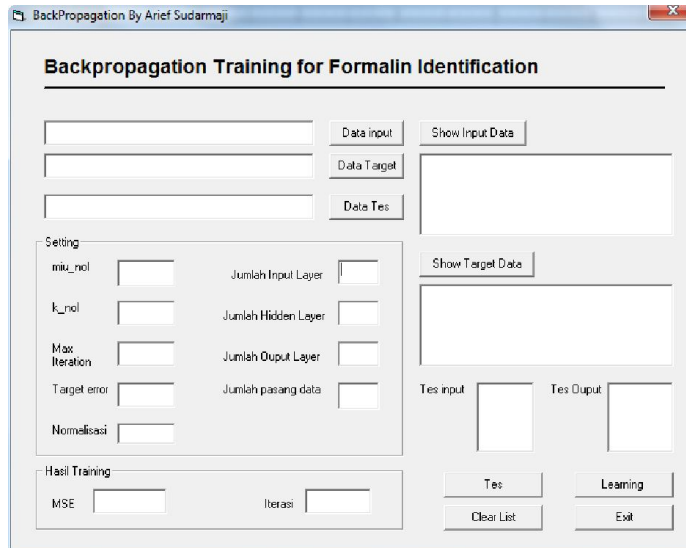
Gambar 16b. Sistim deteksi formalin pada bahan makanan beserta power supplynya

5.7. Software yang Dikembangkan

Dalam penelitian ini dikembangkan dua software;

a. Program berbasis visual basic untuk program JST di komputer

Program ini digunakan untuk me-learning-kan hasil pengujian sampel bahan makanan sehingga pattern tegangan keluaran enam sensor yang mendeteksi secara bersama-sama akan di simpan dan di'ingat' oleh program JST.



Gambar 17. Tampilan program pelatihan jaringan syaraf tiruan dengan visual basic

Keterangan

1. Data input adalah; data resistansi masing-masing sensor hasil pengujian dengan mendeteksi ke tiga komoditas yang diujikan.
2. Data target adalah; data yang dibuat sebagai target pendeteksian, yaitu '1' apabila mengandung formalin dan '0' apabila tidak mengandung formalin
3. Data test adalah; adalah data yang digunakan sebagai test untuk mendeteksi ada tidaknya formalin dengan menampilkan '1' apabila mengandung formalin dan '0' apabila tidak mengandung formalin pada bagian test output

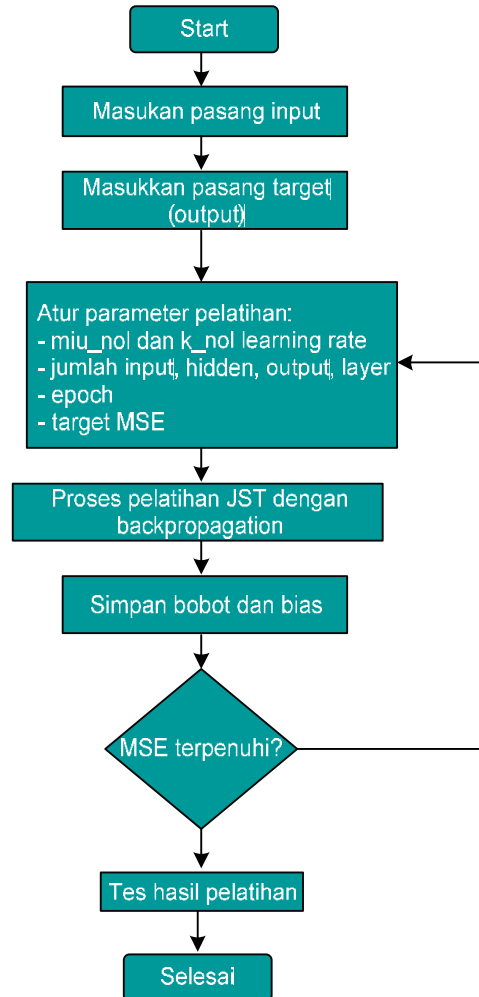
b. Program untuk mikrokontrollernya

Program ini dipakai pada bagi alat/sistim yang telah dibuat portabel. Program di mikrokontoller akan mengolah tegangan input dari sensor dan menampilkan hasil 'pengenalan' terhadap pattern tegangan yang akan ditampilkan pada layar LCD. Tampilan di layar LCD ada tiga kondisi pendeteksian;

1. "Mengandung Formalin" apabila sampel bahan makanan yang dideteksi ada formalin.
2. "Tidak Mengandung Formalin" apabila sampel bahan makanan tidak mengandung formalin,
3. "Belum Teridentifikasi" apabila sampel mendeteksi gas selain formalin dan belum ter-learning-kan di program Jaringan Syaraf Tiruan yang dibuat

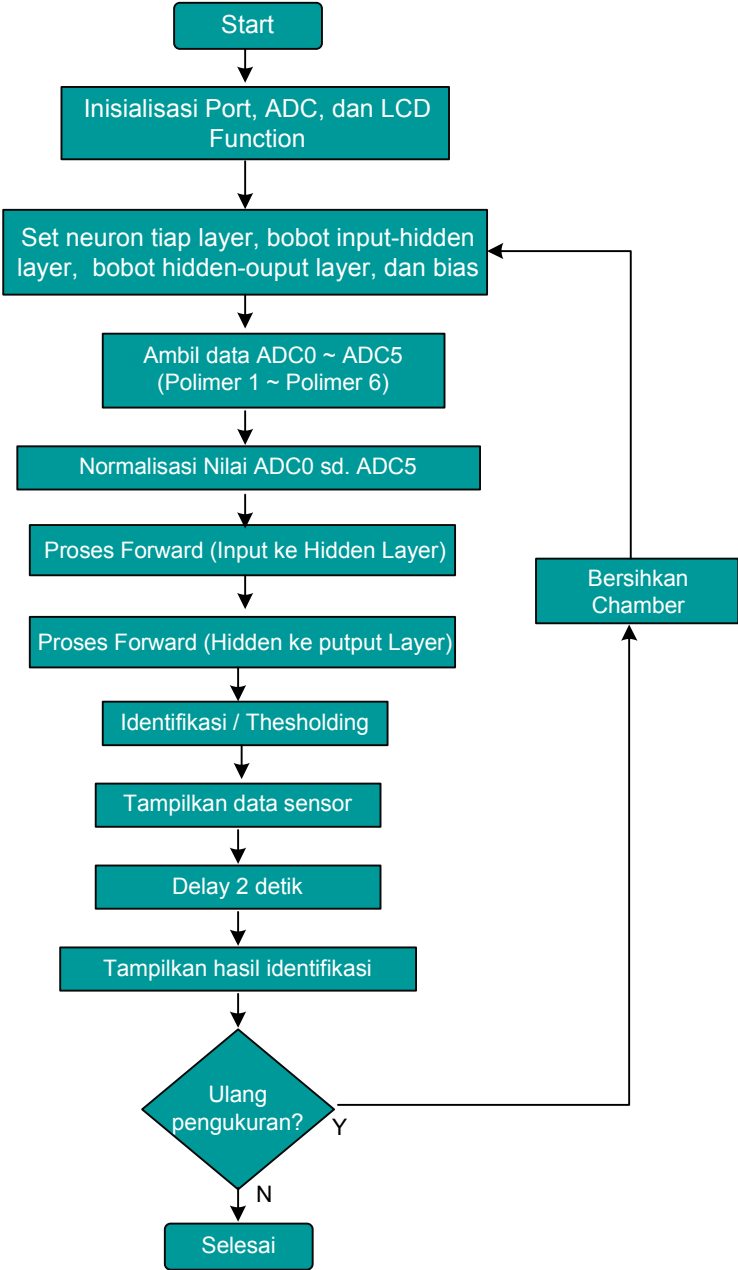
5.8. Flowcart Program

a. FlowChart learning menggunakan program yang dibuat menggunakan visual basic



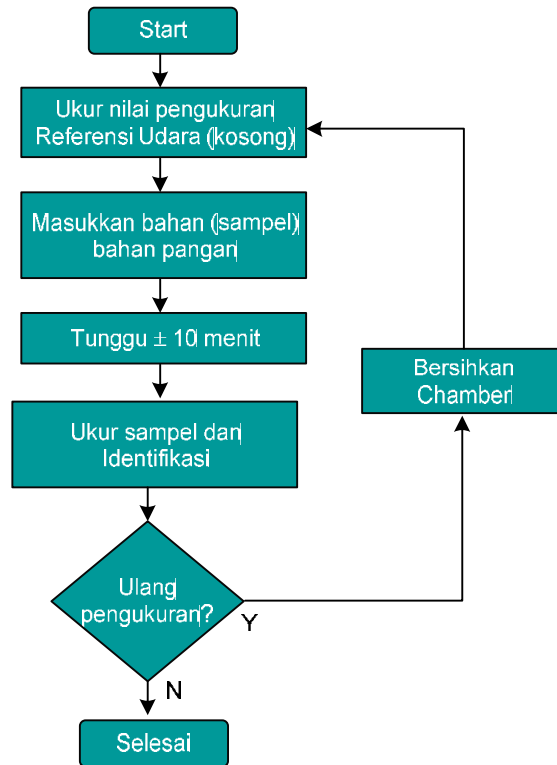
Gambar 18 FlowChart learning menggunakan program yang dibuat menggunakan visual basic

b. Flowchart aplikasi identifikasi berbasis mikrokontroler



Gambar 19 FlowChart aplikasi identifikasi berbasis mikrokontroler

c. Flowchart Prosedur pengukuran



Gambar 20 FlowChart Prosedur pengukuran

5.9. Sampel Bahan Makanan

Sampel bahan makanan yang akan diuji dalam pengujian alat pendeteksi formalin portable ini ada 3 sampel, yaitu;

- 1) Bakso
- 2) Tahu
- 3) Mie

5.10. Kondisi Pengujian Bahan Sampel

Pengujian yang akan dilakukan menggunakan prosedur sebagaimana pengujian pada tahun pertama yaitu dengan memberi kondisi suhu yang bervariasi kedalam chamber pengujian, adapun kondisi yang akan digunakan adalah;

- 1) Tanpa pemanas
- 2) Dengan pemanas suhu 40⁰ C
- 3) Dengan pemanas suhu 50⁰ C
- 4) Dengan pemanas suhu 60⁰ C

5.11. Hasil Pengujian Sampel

1) Data resistansi pengujian bahan makanan bakso

Pada pengujian komoditas bakso, ke enam sensor diujiresponnya terhadap 2 (dua) kondisi komoditas, yaitu bakso tanpa formalin dan dengan formalin. Masing-masing kondisi diuji pada 4 (empat) keadaan, yaitu: tanpa pemanas, dengan pemanasan 40⁰ C, 50⁰ C, 60⁰ C. Frekuensi pengujian 3 (tiga) kali. Hasil pengujian ditunjukkan pada table dibawah;

Tabel 2 Respon sensor pada pengujian bakso tanpa pemanas

Tanpa Pemanas						
Ulangan	S1		S2		S3	
	S1 tanpa	S1 formalin 60%	S2 tanpa	S2 formalin 60%	S3 tanpa	S3 formalin 60%
1	10398.76	8465.372	12836.93	11350.59667	6000.216	6315.1805
2	10048.73	8397.644167	12635.96	11320.84333	5813.485	6411.020833
3	10075.05	8442.900833	12407.13	11320.84333	5720.548	6474.418
	S4		S5		S6	
	S4 tanpa	S4 formalin 60%	S5 tanpa	S5 formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%
1	6251.724	5667.022833	4711769	5536261	8824.975	7803.6585
2	5545.596	5636.111167	4711769	5330133	8489.883	7867.886167
3	5485.98	5666.467167	3784214	5536261	8423.398	7900.3165

Tabel 3 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 40⁰ C

Pemanas 40C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	9917.862	7481.587	11866.9	9298.854333	6797.384	5844.464
2	9867.506	7440.701333	11712.85	9225.351833	6474.716	5751.8085
3	9510.373	7460.876667	11620.73	9176.695167	6603.297	5659.153
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5485.16	6501.9745	4299533	6154625	8357.243	7580.109
2	5515.516	6407.474667	6772989	4093405	8357.243	7485.6245
3	5515.24	6314.4375	3681149	6154625	8225.913	7422.3235

Tabel 4 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 50⁰ C

Pemanas 50C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	8397.644	6573.672333	9879.626	7566.140333	5720.548	5354.12
2	8353.009	6628.773333	9879.626	7504.560333	5659.153	5354.12
3	8375.173	6573.672333	9880.003	7463.771833	5597.758	5354.12

	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4432.665	6344.477667	4093405	4711769	7265.152	7265.455333
2	4461.166	6377.418167	5536261	4196449.833	7171.577	7485.317333
3	4489.666	6501.9745	4299533	3475041	7359.334	7453.818333

Tabel 5 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 60⁰ C

Pemanas 60C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	8089.455	7501.494833	10063.27	9274.7065	5445.379	5720.8295
2	8067.888	7400.874667	9983.844	9298.854333	5414.959	5751.527
3	7981.911	7320.173333	10062.87	9225.351833	5414.685	5751.527
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4489.666	7307.455833	5330133	4299513	7296.344	7422.0205
2	4546.921	7209.0215	4505641	5330133	7265.152	7548.614167
3	4518.167	7176.623	2856657	6154625	7265.152	7611.911

2) Data resistansi pengujian bahan makanan mie

Pada pengujian komoditas mie, ke enam sensor diujiresponnya terhadap 2 (dua) kondisi komoditas, yaitu tanpa formalin dan dengan formalin. Masing-masing kondisi diuji pada 4 (empat) keadaan, yaitu: tanpa pemanas, dengan pemanasan 40⁰ C, 50⁰ C, 60⁰ C. Frekuensi pengujian 3 (tiga) kali. Hasil pengujian ditunjukkan pada table dibawah;

Tabel 6 Respon sensor pada pengujian mie tanpa pemanas

Tanpa Pemanas						
Ulangan	S1		S2		S3	
	S1 tanpa	formalin 60%	S2 tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4852.32	5617.988	4975.441571	3973.968	6447.12014	5937.972
2	4775.8965	5504.436167	4999.739	3973.968	6506.86116	5875.7285
3	4805.515	5407.771667	5014.916	3987.868667	6506.86116	5906.7075
	S4		S5		S6	
	S4 tanpa	S4 formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%
1	3589.820143	3380.835833	7845.219	6290.468667	911502.6	1578676
2	3597.412	3434.688333	7900.317	6290.468667	1178203	1455003
3	3543.092333	3434.688333	7997.291	5937.448667	1104588	1382857.433

Tabel 7 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 40⁰ C

Pemanas 40C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5152.823571	5536.331333	4767.541571	5297.586	6229.24042	5937.972
2	5158.2286	5520.191	4741.667	5108.068	6169.7386	5968.951
3	3921.404167	5506.492857	5218.169333	4844.887	6927.78866	5615.299429
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	3473.32	3871.857333	1298515	1702349	7167.121	7234.2635
2	3477.9558	3954.887	1207650	1805412.167	7366.057	7265.152333
3	4319.165	3824.446286	1260654	1826023	7868.203	6564.084

Tabel 8 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 50⁰ C

Pemanas 50C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4082.139833	7103.675667	4221.613	5640.281333	7424.08383	6506.563333
2	4068.504333	6891.21	4138.329833	5311.515143	7290.2505	6365.226571
3	4273.934333	6796.874333	4179.8975	5170.88	6667.29	6188.671
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	3706.522	4575.676167	1475614	1826022	6710.81	7360.247
2	3570.608	4448.951	846931.9	1808356.429	6559.55	7220.848286
3	3651.967	4347.9165	1189982	1867248.667	6499.504	7171.576833

Tabel 9 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 60⁰ C

Pemanas 60C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5266.335167	6482.142667	4152.087167	4831.9	6315.474	5813.485
2	4329.825	6445.714	4096.91	4786.699	6157.4065	5751.527
3	4371.781333	6302.24	4124.424667	4786.864667	6220.225	5720.8295
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	3300.173	4404.4155	1279795	3062785	6349.951	7203.067
2	3461.7305	4263.165	1455003	2650530.667	6379.975	7327.839
3	3461.7305	4262.917	1475614	2856657	6409.434	7171.875167

3) Data resistansi pengujian bahan makanan tahu

Pada pengujian komoditas tahu, ke enam sensor diuji responnya terhadap 2 (dua) kondisi komoditas, yaitu tahu tanpa formalin dan dengan formalin. Masing-masing kondisi diuji pada 4 (empat) keadaan, yaitu: tanpa pemanas, dengan pemanasan 40⁰ C, 50⁰ C, 60⁰ C. Frekuensi pengujian 3 (tiga) kali. Hasil pengujian ditunjukkan pada table dibawah;

Tabel 10 Respon sensor pada pengujian tahu tanpa pemanas

Tanpa Pemanas						
Ulangan	S1		S2		S3	
	S1 tanpa	formalin 60%	S2 tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	8739.14	8308.99	8610.26	10249.64	6410.72	6125.56
2	8951.76	8132.88	8587.72	10142.30	6410.72	6032.35
3	8647.36	8133.18	8451.57	9931.54	6315.18	5937.69
	S4		S5		S6	
	S4 tanpa	formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%
1	5605.48	5455.35	3268913.00	3475041.00	9096.97	8825.32
2	5545.32	5395.19	3887277.00	3062785.00	9062.89	8791.23
3	5605.48	5425.54	2794822.17	3681169.00	9097.32	8824.97

Tabel 11 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 40⁰ C

Pemanas 40C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	7728.00	9841.97	6532.96	6870.94	5751.53	5689.85
2	7707.56	9286.97	6607.37	6870.94	5720.83	5628.73
3	7728.00	9141.96	6533.19	6871.18	5783.07	5659.15
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5216.61	5010.37	3475041.00	3887277.00	7932.43	7548.31
2	5275.96	4981.88	3681149.00	3784213.83	8062.15	7422.32
3	5246.15	5039.64	4093405.00	3887277.00	7932.75	7580.11

Tabel 12 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 50⁰ C

Pemanas 50C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	7748.99	9534.09	6296.64	9597.83	5844.46	6474.72
2	7686.57	9584.45	6296.64	9422.77	5751.81	6283.33
3	7707.28	9508.90	6368.79	9176.70	5721.11	6220.23
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%

	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5069.18	8156.86	3681169.00	4093405.00	7359.03	9097.32
2	5157.54	8421.04	2959721.83	4093405.00	7359.33	9131.75
3	5098.72	8043.86	2650529.00	4917897.00	7359.03	9097.32

Tabel 13 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 60⁰ C

Pemanas 60C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	7320.17	7917.79	6625.91	9905.97	6251.78	6636.05
2	7260.43	7854.24	6570.05	9880.00	6094.01	6635.45
3	7220.86	7811.97	6532.96	9879.63	6125.56	6571.16
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5039.64	5128.00	3268913.00	3475041.00	7707.63	7516.81
2	5098.46	5068.92	3887277.00	4093405.00	7675.52	7453.82
3	5128.00	5157.54	3268913.00	4711769.00	7675.52	7548.31

5.12 Training Neural Network (NN)

Training NN berfungsi untuk ‘mengajari’ masing-masing sensor dalam mengidentifikasi mengandung tidaknya komoditas yang dideteksi berdasarkan respon hasil pengujian. Training NN ini menggunakan program yang didevelop dengan visual basic. Dalam training ini masing-masing sensor akan ‘dilatih’ untuk mendeteksi ada tidaknya formalin dengan target keluaran ‘1’ apabila komoditas yang dideteksi mengandung formalin dan ‘0’ apabila tidak mengandung formalin. Tampilan program training NN

1) Training NN Komoditas Bakso

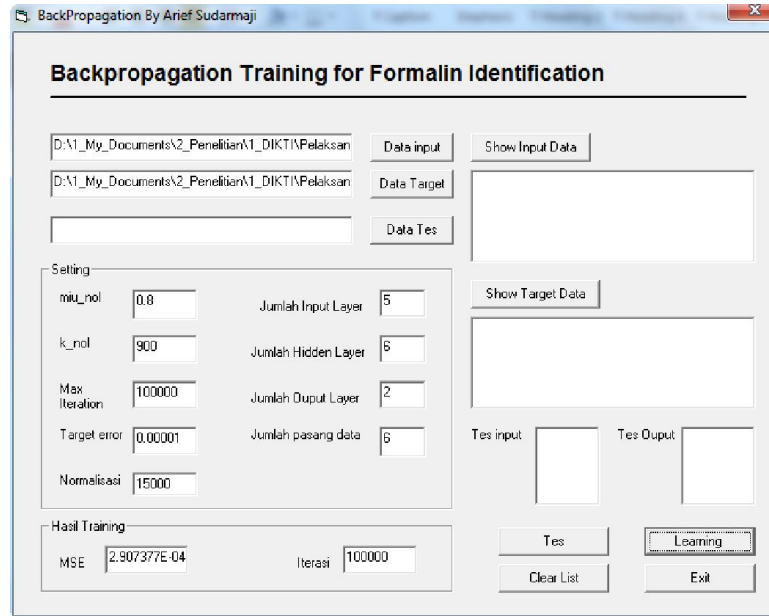
a. Tanpa pemanas

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas bakso tanpa dan dengan formalin pada pengujian tanpa pemanas ditunjukkan pada table;

Tabel 14 Respon pada bakso dg/tanpa formalin tanpa pemanas

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	10398.76	12836.93	6000.216	6251.724	8824.975	0	1
	10048.73	12635.96	5813.485	5545.596	8489.883	0	1
	10075.05	12407.13	5720.548	5485.98	8423.398	0	1
formalin 60%	8465.372	11350.6	6315.181	5667.023	7803.659	1	0
	8397.644	11320.84	6411.021	5636.111	7867.886	1	0
	8442.901	11320.84	6474.418	5666.467	7900.317	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 21 Training komoditas bakso tanpa pemanas

Dari training tersebut didapat nilai mean square erroe (MSE) nya sebesar 2.907377E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

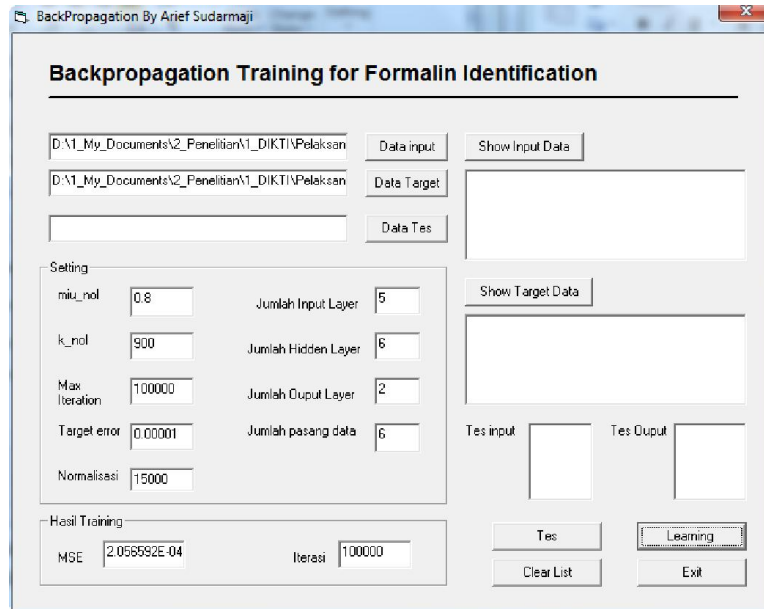
b. Dengan pemanas 40⁰C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas bakso tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 40⁰C ditunjukkan pada table;

Tabel 15 Respon pada bakso dg/tanpa formalin dg pemanas 40⁰C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	9917.862	11866.9	6797.384	5485.16	8357.243	0	1
	9867.506	11712.85	6474.716	5515.516	8357.243	0	1
	9510.373	11620.73	6603.297	5515.24	8225.913	0	1
formalin 60%	7481.587	9298.854	5844.464	6501.975	7580.109	1	0
	7440.701	9225.352	5751.809	6407.475	7485.625	1	0
	7460.877	9176.695	5659.153	6314.438	7422.324	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 22 Training komoditas bakso dengan pemanas 40⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square erroe (MSE) nya sebesar 2.056592E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

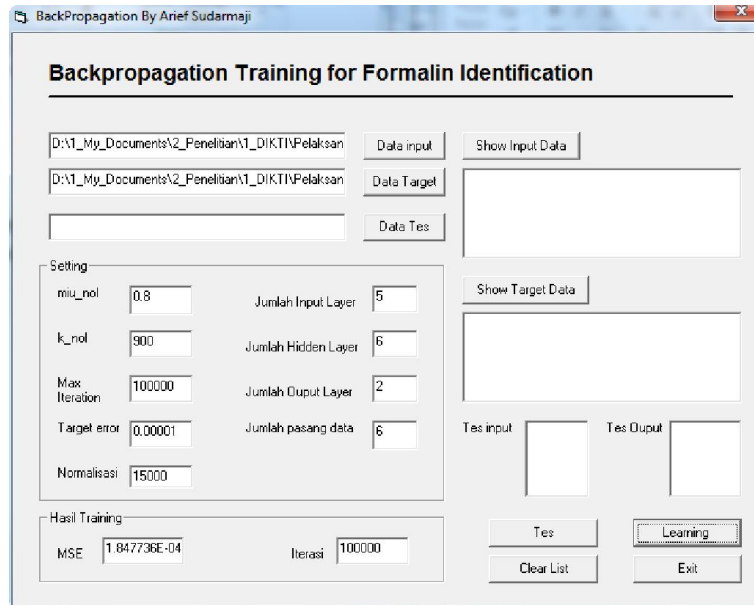
c. Dengan pemanas 50⁰C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas bakso tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 50⁰C ditunjukkan pada table;

Tabel 16 Respon pada bakso dg/tanpa formalin dg pemanas 50⁰C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	8397.644	9879.626	5720.548	4432.665	7265.152	0	1
	8353.009	9879.626	5659.153	4461.166	7171.577	0	1
	8375.173	9880.003	5597.758	4489.666	7359.334	0	1
formalin 60%	6573.672	7566.14	5354.12	6344.478	7265.455	1	0
	6628.773	7504.56	5354.12	6377.418	7485.317	1	0
	6573.672	7463.772	5354.12	6501.975	7453.818	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 23 Training komoditas bakso dengan pemanas 50⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square error (MSE) nya sebesar 1.847736E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

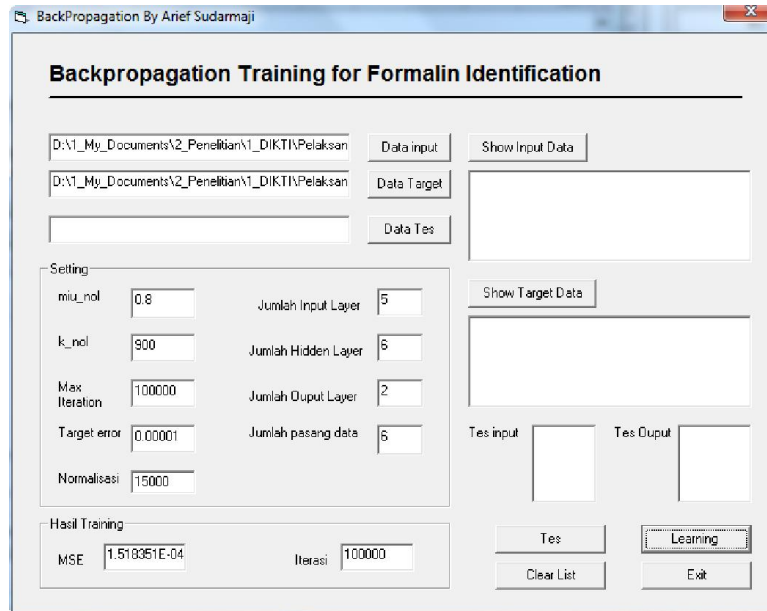
d. Dengan pemanas 60⁰C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas bakso tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 60⁰C ditunjukkan pada table;

Tabel 17 Respon pada bakso dg/tanpa formalin dg pemanas 60⁰C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	8089.455	10063.27	5445.379	4489.666	7296.344	0	1
	8067.888	9983.844	5414.959	4546.921	7265.152	0	1
	7981.911	10062.87	5414.685	4518.167	7265.152	0	1
formalin 60%	7501.495	9274.707	5720.83	7307.456	7422.021	1	0
	7400.875	9298.854	5751.527	7209.022	7548.614	1	0
	7320.173	9225.352	5751.527	7176.623	7611.911	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 24 Training komoditas bakso dengan pemanas 60⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square erroe (MSE) nya sebesar 1.518351E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

2) Training NN Komoditas Mie

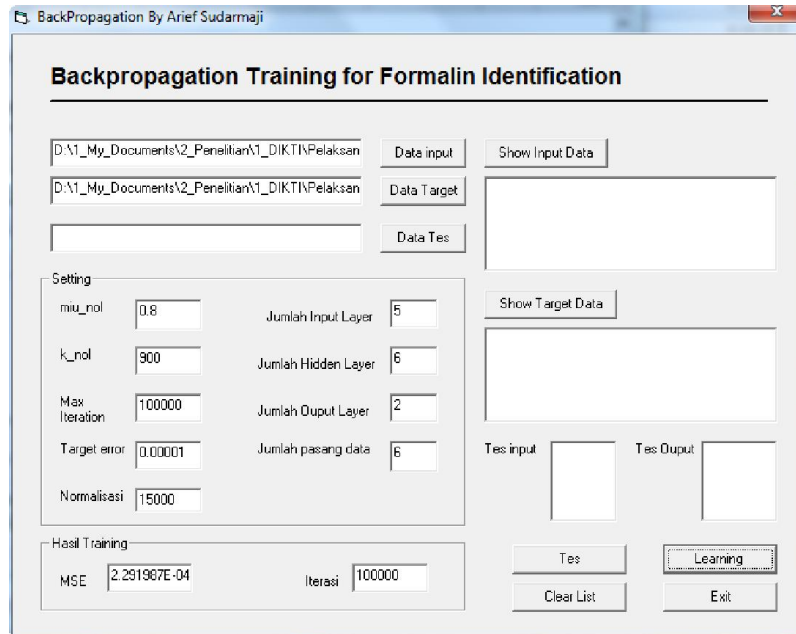
a. Tanpa pemanas

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas mie tanpa dan dengan formalin pada pengujian tanpa pemanas ditunjukkan pada table;

Tabel 18 Respon pada mie dg/tanpa formalin tanpa pemanas

	S1	S2	S3	S4	S5	data taget	
tanpa formalin	4852.32	4975.442	6447.12	3589.82	7845.219	0	1
	4775.897	4999.739	6506.861	3597.412	7900.317	0	1
	4805.515	5014.916	6506.861	3543.092	7997.291	0	1
formalin 60%	5617.988	3973.968	5937.972	3380.836	6290.469	1	0
	5504.436	3973.968	5875.729	3434.688	6290.469	1	0
	5407.772	3987.869	5906.708	3434.688	5937.449	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 25 Training komoditas mie tanpa pemanas

Dari training tersebut didapat nilai mean square error (MSE) nya sebesar $2.291987E-04$, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan ($0,00001$)

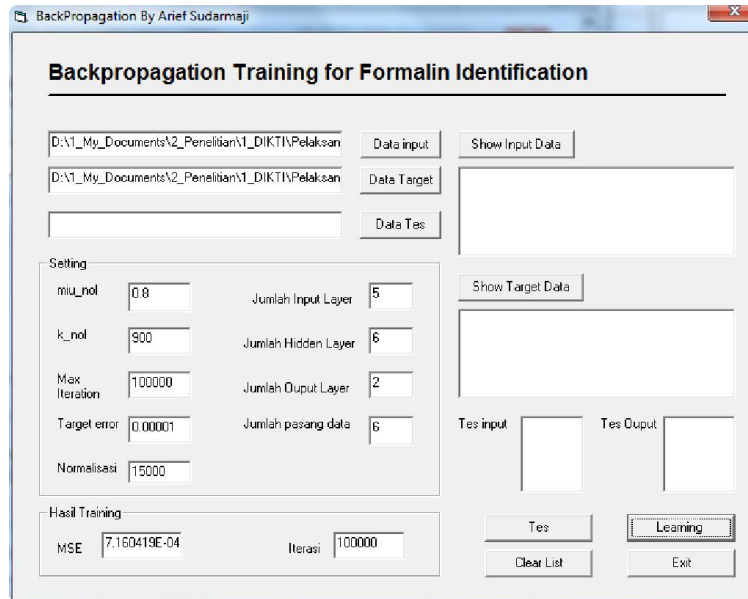
b. Dengan pemanas 40°C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas mie tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 40°C ditunjukkan pada table;

Tabel 19 Respon pada mie dg/tanpa formalin dg pemanas 40°C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	5152.824	4767.542	6229.24	3473.32	7167.121	0	1
	5158.229	4741.667	6169.739	3477.956	7366.057	0	1
	3921.404	5218.169	6927.789	4319.165	7868.203	0	1
formalin 60%	5536.331	5297.586	5937.972	3871.857	7234.264	1	0
	5520.191	5108.068	5968.951	3954.887	7265.152	1	0
	5506.493	4844.887	5615.299	3824.446	6564.084	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 26 Training komoditas mie dengan pemanas 40⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square erroe (MSE) nya sebesar 7.160419E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

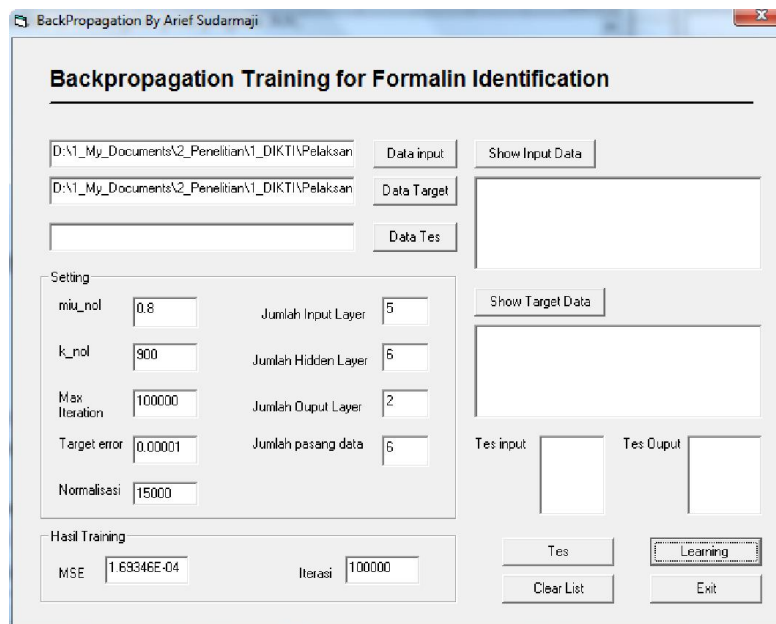
c. Dengan pemanas 50⁰C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas mie tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 50⁰C ditunjukkan pada table;

Tabel 20 Respon pada mie dg/tanpa formalin dg pemanas 50⁰C

	S1	S2	S3	S4	S5	data taget	
tanpa formalin	4082.14	4221.613	7424.084	3706.522	6710.81	0	1
	4068.504	4138.33	7290.251	3570.608	6559.55	0	1
	4273.934	4179.898	6667.29	3651.967	6499.504	0	1
formalin 60%	7103.676	5640.281	6506.563	4575.676	7360.247	1	0
	6891.21	5311.515	6365.227	4448.951	7220.848	1	0
	6796.874	5170.88	6188.671	4347.917	7171.577	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 27 Training komoditas mie dengan pemanas 50⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square error (MSE) nya sebesar 1.69346E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

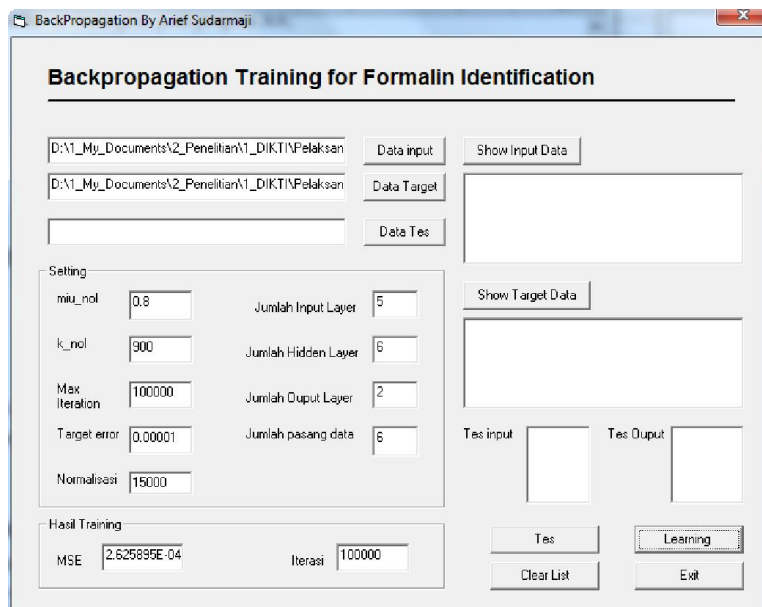
d. Dengan pemanas 60⁰C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas mie tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 60⁰C ditunjukkan pada table;

Tabel 21 Respon pada mie dg/tanpa formalin dg pemanas 60⁰C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	5266.335	4152.087	6315.474	3300.173	6349.951	0	1
	4329.825	4096.91	6157.407	3461.731	6379.975	0	1
	4371.781	4124.425	6220.225	3461.731	6409.434	0	1
formalin 60%	6482.143	4831.9	5813.485	4404.416	7203.067	1	0
	6445.714	4786.699	5751.527	4263.165	7327.839	1	0
	6302.24	4786.865	5720.83	4262.917	7171.875	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 28 Training komoditas mie dengan pemanas 60⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square erroe (MSE) nya sebesar 2.625895E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

3) Training NN Komoditas Tahu

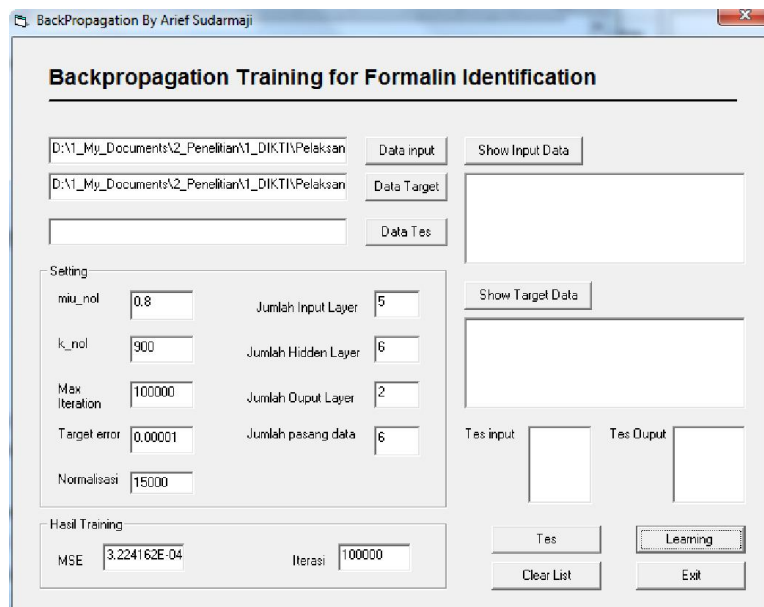
a. Tanpa pemanas

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas tahu tanpa dan dengan formalin pada pengujian tanpa pemanas ditunjukkan pada table;

Tabel 22 Respon pada tahu dg/tanpa formalin tanpa pemanas

	S1	S2	S3	S4	S5	data taget	
tanpa formalin	8739.14	8610.258	6410.723	5605.479	9096.97	0	1
	8951.764	8587.723	6410.723	5545.319	9062.885	0	1
	8647.355	8451.572	6315.181	5605.479	9097.316	0	1
formalin 60%	8308.99	10249.64	6125.563	5455.352	8825.316	1	0
	8132.883	10142.3	6032.353	5395.192	8791.231	1	0
	8133.178	9931.543	5937.687	5425.544	8824.975	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 29 Training komoditas tahu tanpa pemanas

Dari training tersebut didapat nilai mean square error (MSE) nya sebesar $2.291987E-04$ $3.224162E-04$, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

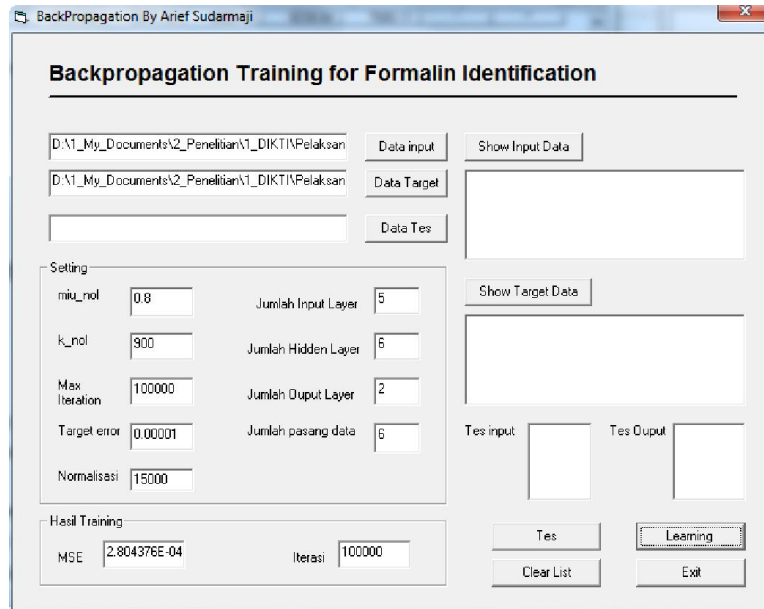
b. Dengan pemanas 40°C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas tahu tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 40°C ditunjukkan pada table;

Tabel 23 Respon pada tahu dg/tanpa formalin dg pemanas 40°C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	7728.00	6532.96	5751.53	5216.61	7932.43	0	1
	7707.56	6607.37	5720.83	5275.96	8062.15	0	1
	7728.00	6533.19	5783.07	5246.15	7932.75	0	1
formalin 60%	9841.97	6870.94	5689.85	5010.37	7548.31	1	0
	9286.97	6870.94	5628.73	4981.88	7422.32	1	0
	9141.96	6871.18	5659.15	5039.64	7580.11	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 30 Training komoditas tahu dengan pemanas 40⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square erroe (MSE) nya sebesar 2.804376E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

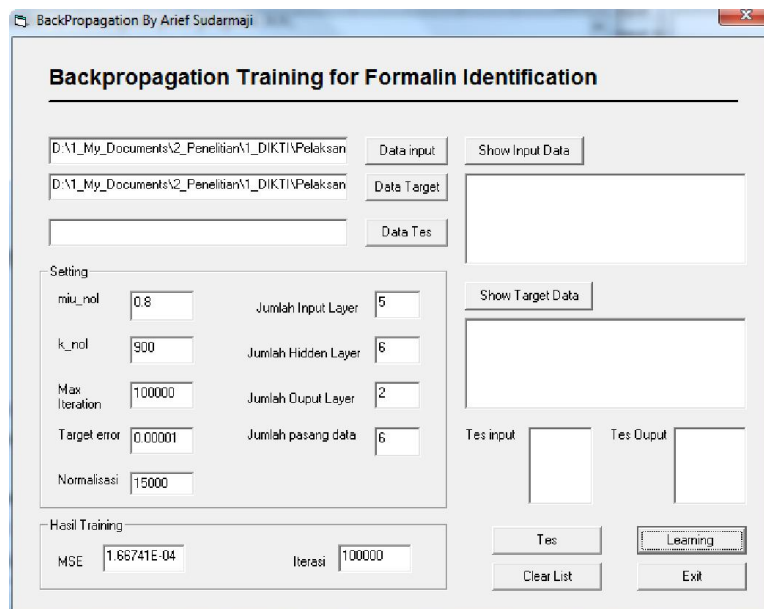
c. Dengan pemanas 50⁰C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas tahu tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 50⁰C ditunjukkan pada table;

Tabel 24 Respon pada tahu dg/tanpa formalin dg pemanas 50⁰C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	7748.99	6296.64	5844.46	5069.18	7359.03	0	1
	7686.57	6296.64	5751.81	5157.54	7359.33	0	1
	7707.28	6368.79	5721.11	5098.72	7359.03	0	1
formalin 60%	9534.09	9597.83	6474.72	8156.86	9097.32	1	0
	9584.45	9422.77	6283.33	8421.04	9131.75	1	0
	9508.90	9176.70	6220.23	8043.86	9097.32	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 31 Training komoditas tahu dengan pemanas 50⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square error (MSE) nya sebesar 1.66741E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

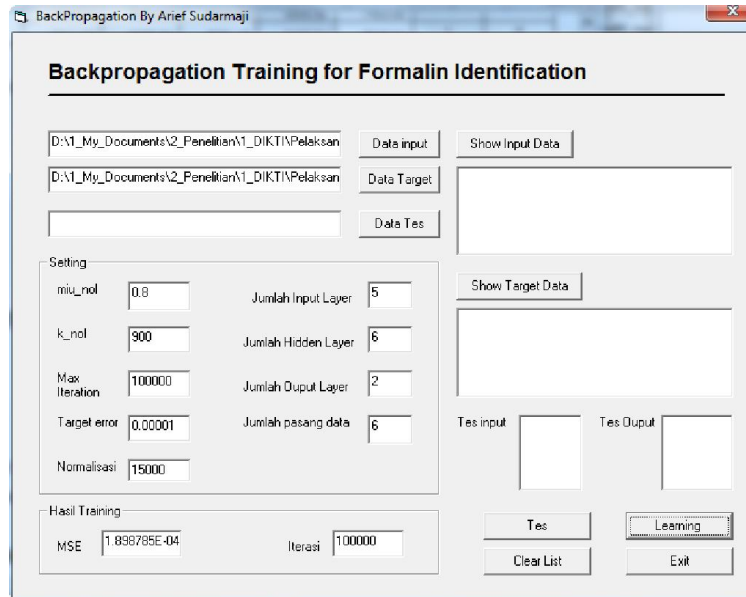
d. Dengan pemanas 60⁰C

Hasil pengujian respon sensor terhadap komoditas tahu tanpa dan dengan formalin pada pengujian dengan pemanas 60⁰C ditunjukkan pada table;

Tabel 25 Respon pada tahu dg/tanpa formalin dg pemanas 60⁰C

	S1	S2	S3	S4	S5	data target	
tanpa formalin	7320.17	6625.91	6251.78	5039.64	7707.63	0	1
	7260.43	6570.05	6094.01	5098.46	7675.52	0	1
	7220.86	6532.96	6125.56	5128.00	7675.52	0	1
formalin 60%	7917.79	9905.97	6636.05	5128.00	7516.81	1	0
	7854.24	9880.00	6635.45	5068.92	7453.82	1	0
	7811.97	9879.63	6571.16	5157.54	7548.31	1	0

Dari data tersebut di trainingkan pada program NN;



Gambar 32 Training komoditas tahu dengan pemanas 60⁰ C

Dari training tersebut didapat nilai mean square error (MSE) nya sebesar 1.898785E-04, hal ini menunjukkan bahwa MSE mendekati target error yang ditetapkan (0,00001)

5.13 Tampilan LCD Hasil Identifikasi Alat Portabel

LCD akan menampilkan hasil deteksi dengan menampilkan tiga kondisi pendeteksian; 1) “Mengandung Formalin” apabila sampel bahan makanan yang dideteksi ada formalin. 2) “Tidak Mengandung Formalin” apabila sampel bahan makanan tidak mengandung formalin, dan 3) “Belum Teridentifikasi” apabila sampel mendeteksi gas selain formalin dan belum ter-learning-kan di program Jaringan Syaraf Tiruan yang dibuat.



Gambar 33. LCD saat menampilkan hasil identifikasi “Mengandung Formalin”



Gambar 34. LCD saat menampilkan hasil identifikasi “Tidak Mengandung Formalin”



Gambar 35. LCD saat menampilkan hasil identifikasi “Belum Teridentifikasi”

5.7 Rekap Hasil Pengujian Identifikasi

Rekap dari pengujian identifikasi dari semua komoditas, pada kondisi tanpa pemanas, dengan pemanas 40⁰C, 50⁰C, 60⁰C, tanpa formalin dan dengan formalin, ditunjukkan pada tabel

Tabel 26 Rekap hasil pengujian identifikasi

No	Komoditas	Kandungan	Kondisi	Pengujian	Identifikasi	% Hasil
1	Bakso	Tanpa Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	91.7%
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 40 ⁰ C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 50 ⁰ C	1	Sesuai	
				2	Tidak	
				3	Sesuai	
			Pemanas 60 ⁰ C	1	Sesuai	

				2	Sesuai			
				3	Sesuai			
		Dengan Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	83.3%		
				2	Tidak			
				3	Sesuai			
			Pemanas 40 ° C	1	Sesuai			
				2	Sesuai			
				3	Tidak			
			Pemanas 50 ° C	1	Sesuai			
				2	Sesuai			
				3	Sesuai			
			Pemanas 60 ° C	1	Sesuai			
				2	Sesuai			
				3	Sesuai			
2	Mie	Tanpa Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	100%		
				2	Sesuai			
				3	Sesuai			
					Pemanas 40 ° C		1	Sesuai
							2	Sesuai
							3	Sesuai
					Pemanas 50 ° C		1	Sesuai
							2	Sesuai
							3	Sesuai
					Pemanas 60 ° C		1	Sesuai
							2	Sesuai
							3	Sesuai
				Dengan Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	75.0%
						2	Sesuai	
						3	Tidak	
					Pemanas 40 ° C	1	Sesuai	
						2	Sesuai	
						3	Tidak	
		Pemanas 50 ° C	1		Tidak			
			2		Sesuai			
			3		Sesuai			
		Pemanas 60 ° C	1	Sesuai				
			2	Sesuai				
			3	Sesuai				
3	Tahu	Tanpa Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	83.3%		
				2	Sesuai			
				3	Sesuai			
					Pemanas 40 ° C		1	Sesuai
							2	Sesuai
							3	Sesuai
					Pemanas 50 ° C		1	Sesuai
							2	Tidak
							3	Sesuai
					Pemanas 60 ° C		1	Sesuai
							2	Sesuai
							3	Tidak
				Dengan Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	66.7%
						2	Sesuai	

			3	Tidak
			1	Sesuai
		Pemanas 40 ° C	2	Tidak
			3	Sesuai
			1	Sesuai
		Pemanas 50 ° C	2	Tidak
			3	Sesuai
			1	Sesuai
		Pemanas 60 ° C	2	Tidak
			3	Sesuai

Prosentase rata-rata hasil pengujian dari ke tiga jenis bahan sampel dengan empat kondisi pengujian dan perulangan tiga kali pengujian adalah sebagai berikut;

a. Tanpa formalin : 91,7%

b. Dengan formalin : 75%

BAB VI. RENCANA PENELITIAN SELANJUTNYA

Penelitian lanjutan dari hasil yang dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Kajian sifat fisikokimia bahan pangan berdasarkan pengukuran sensor gas polimer dan analisis laboratorium sebagai indikator mutu.
2. Kajian pemodulasian suhu pemanas dalam sensor gas terpilih terhadap peningkatan sensitifitas zat formalin.
3. Kajian metode klasifikasi (statistik, neural network, fuzzy) terhadap tingkat keberhasilan deteksi.
4. Kajian identifikasi zat berbahaya lain (pengawet dan pewarna buatan) berdasarkan pengukuran aroma bahan pangan.

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Sistem pendeteksi formalin pada bahan makanan bisa dibuat dalam bentuk portable berbasis mikrokontroler.
2. Sistem pendeteksi ini menggunakan metode deteksi jaringan syaraf tiruan yang telah deprogram dalam mikrokontroler berdasarkan pembelajaran pattern tegangan output dari ke enam sensor yang pembelajarannya dilakukan di komputer PC dengan program visual basic.
3. Rekap hasil pengujian pada tiga jenis sampel bahan makanan (bakso, tahu dan mie) dengan empat kondisi (tanpa pemanas, dengan pemanas 40⁰ C, 50⁰ C, 60⁰ C) dan perulangan pengukuran sebanyak tiga kali menunjukkan prosentase rata-rata hasil sebagai berikut;
 - Tanpa formalin : 91,7%
 - Dengan formalin : 75%

7.2 Saran

1. Untuk mencari hasil pendeteksian yang paling optimal, bisa coba diperbandingkan penggunaan sensor berbahan polimer yang telah dilakukan pada penelitian ini dengan sensor yang berbasis semikonduktor dari fabrikasi (TGS).
2. Untuk sistem pengolahnya supaya bisa sama-sama portable (bukan berbasis PC) bisa mencoba dikembangkan dengan menggunakan mikrokomputer, seperti Raspberry Pi.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, Lewis NS, Schauer CL, Sotzing GA, Stizel SE, Vaid TP, 2000. Cross-reactive chemical sensor arrays. *Chem Rev*, 100, pp.2595-2626.
- Atkins, P. W. (1990), *Physical Chemistry*. 4th ed. New York: W.H. Freeman.
- Department Of Chemical Engineering Brigham Young University (2006), *Modeling And Data Analysis Of Conductive Polymer Composite Sensors*.
- Elias, H.-G. (1987), *Mega Molecules*. Berlin: Springer-Verlag
- 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
- 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.
- Jiri Janata And Mira Josowicz (2002), *Conducting Polymers In Electronic Chemical Sensors*.
- Hua Bai and Gaoquan Shi (2006), *Gas Sensors Based on Conducting Polymers*.
- MacDiarmid A G and Epstein A J. (1994), *Frontiers of polymers and advanced materials*, New York: Plenum Press

Lampiran 1 – Instrumen

A. Alat



B. Lokasi penelitian (3 laboratorium)

1. Laboratorium Elektronika Industri ITS Surabaya



2. Laboratorium Elektronika Analog dan Pengukuran UMK Kudus



3. Laboratorium Teknologi Pangan UNSOED Purwokerto

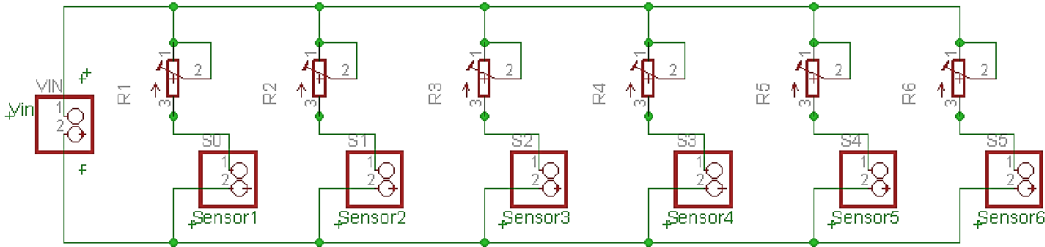


C. Sampel formalin yang digunakan dan bahan sampel makanan

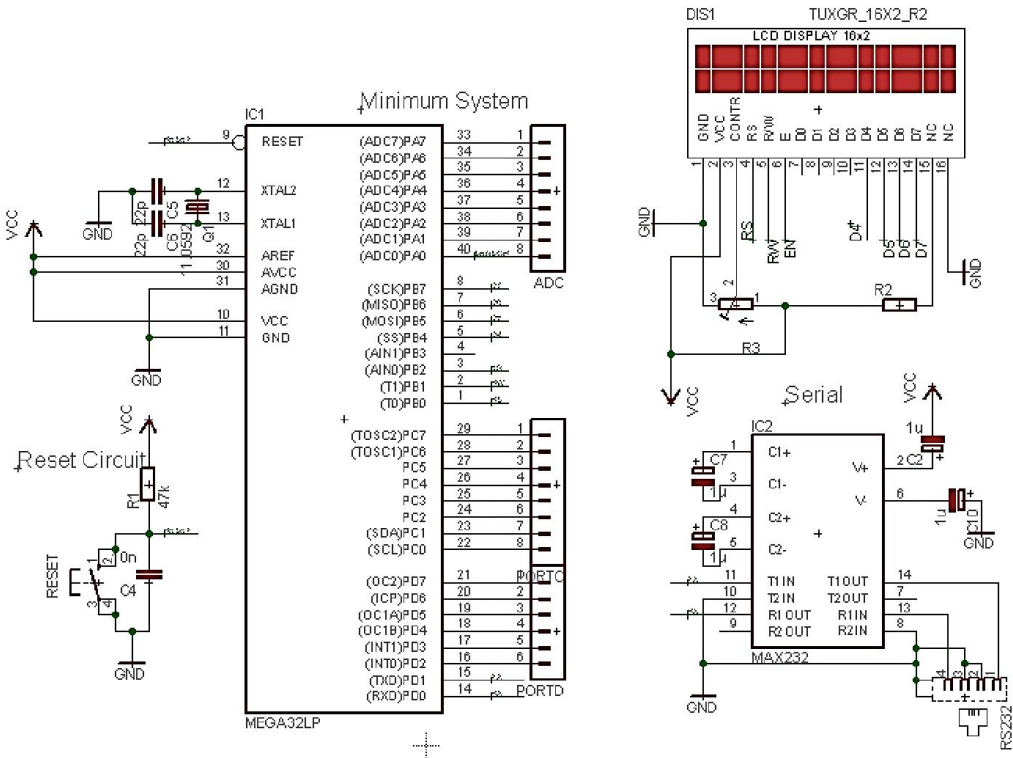


D. Gambar rangkaian alat

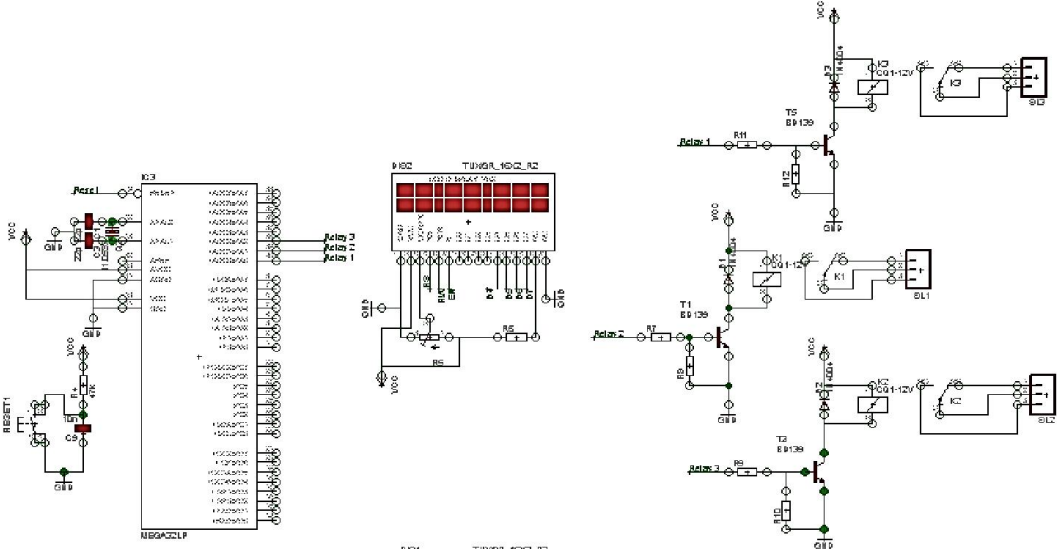
1. Rangkaian pengkondisi sinyal



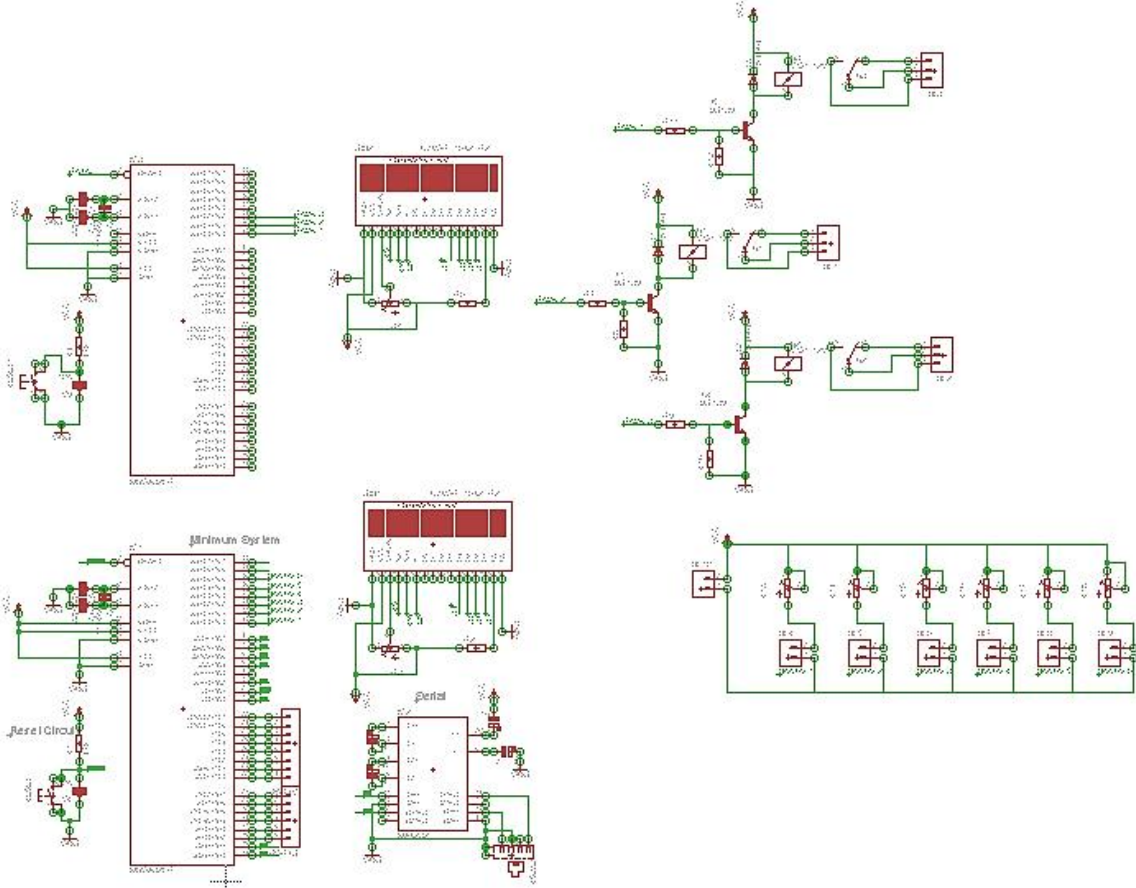
2. Rangkaian mikrokontroller, interface serial dan LCD penampil hasil deteksi



3. Rangkaian pengatur suhu berbasis mikrokontroller dengan tampilan LCD



4. Rangkaian lengkap



Lampiran 2 – Personalia Peneliti

A. Ketua T P P

I. Identitas Diri

Nama Lengkap dan Gelar Akademik : Budi Gunawan, ST, MT
Tempat dan Tanggal Lahir : Kudus, 13-02-1973
Jenis Kelamin : Laki-laki
Fakultas / Jurusan / Program Studi : Teknik / Teknik Elektro / Teknik Elektronika
Bidang Keahlian : Elektronika
Pangkat / Golongan : Penata TK-1 / III D
Jabatan Akademik : Lektor
NIY / NIDN : 0610701000001148 / 0613027301
Alamat Kantor / Telepon / Faksimilil : Fakultas Teknik UMK PO.BOX. 53 Gondang
Manis BAE Kudus / 0291- 443844 / 0291-437198
Alamat Rumah / Telepon / HP : Pasuruhan lor RT.04 RW. XI No. 1233 Kec. Jati
Kudus / 0291- 435493 / 088215017823

II. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2	S3
Nama PT	Institut Sains & Tehnologi “AKPRIND” Yogyakarta	Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	-
Bidang Ilmu	Teknik Elektro	Teknik Elektro	-
Tahun Masuk	1991	2007	-
Tahun Lulus	1996	2009	-

III. Pengalaman Penelitian

No	Judul	Bulan/Tahun	Sumber Dana
1	Aplikasi Mikrokontroler 8031 Dengan Sistim Minimum Sebagai Sistem Kontrol	Oktober 2004	DIKTI (Dosen Muda)
2	Pembuktian Nilai Tegangan Konduksi P-N Junction Dan Holding Current (Arus Genggam) Dari Komponen Semikonduktor Silicon Controlled Rectifier (Scr)	Januari 2005	APBU
3	Pengontrolan Sudut Picu S C R Untuk Mengontrol Tegangan Output Dengan Menggunakan Time Konstan R C	November 2006	APBU
4	Penggunaan Software Aplikasi Komputasi Teknik Matlab Untuk Menyelesaian Permasalahan Teknik Elektronika	Oktober 2007	DIKTI (Dosen Muda)
5	Pengontrolan P L C Omron CPM2A Dengan Menggunakan L C D Sebagai Kontrol Panel Bebas Mikrokontroler AT89S51	Oktober 2008	DIKTI (Dosen Muda)
6	Perancangan Neural Network Dengan Algoritma Back Propagation	Desember 2009	APBU

7	Pendeteksian Formalin Pada Bahan Pangan Dengan Sensor Gas Berbasis Polimer Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Oktober 2012	DIKTI (PEKERTI) Tahun 1
8	Pendeteksian Formalin Pada Bahan Pangan Dengan Sensor Gas Berbasis Polimer Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Oktober 2013	DIKTI (PEKERTI) Tahun 2

IV. Publikasi Ilmiah 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol/Nomor	Nama Jurnal
3	2008	LVDT (Linear Variable Defferential Transformer) Sebagai Sensor Posisi Pada Micro Actuator	Vol. 20 No. 01 Juli 2008	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
4	2008	Aplikasi Serat Optik Pada Sistem Telekomunikasi Dengan Teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)	Vol. 21 No. 02 Desember 2008	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
5	2009	Aplikasi Multimedia E-Learning Untuk Pembelajaran Jarak Jauh	Vol. 22 No. 02 Desember 2009	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
7	2009	Deteksi Isyarat Tangan Oleh Komputer Dengan Digital Image Processing	Vol. 2 No. 2 Juni 2009	Jurnal Sains dan Teknologi UMK, ISSN: 1979-6870
8	2009	Klasterisasi Data Kategorikal Menggunakan Algoritma K-Modes	Vol. 2 No. 2 Desember 2009	Jurnal Sains dan Teknologi UMK, ISSN: 1979-6870
9	2010	Teknologi Sensor Kimia	Vol. 23 No. 01 Juni 2010	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
10	2010	Aplikasi Sensor Kimia Sebagai Biosensor Berbasis D N A	Desember 2010	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
11	2010	Pengujian Karakteristik Komposit Polimer-Karbon Sebagai Bahan Sensor Gas	Vol 7, Februari 2010	<i>Proceeding Basic Science National Seminar ke-7</i> ISBN : 978-602-96393-0-8 UNBRAW
12	2010	Pengujian Karakteristik Resistansi Sensor Gas Dari Bahan Polimer	Vol 1, Juli 2010	<i>Proceeding of Conference On Information Technology And Elctrical Engineering</i> , ISSN: 2085-6350 UGM
13	2010	Pembuatan dan Pengujian Karakteristik Resistansi Sensor Gas Dari Bahan Komposit Polimer-Karbon	Desember 2010	<i>Proceeding Seminar of Intelligent Technology and Its Application 2010</i> di ITS Surabaya
14	2010	Karakterisasi Sensor Gas Dari Bahan Komposit Polimer-Karbon	Desember 2010	<i>Proceeding Seminar Nasional Energi</i>

				Terbarukan Indonesia-I di UNSOED Purwokerto
15	2011	Perancangan Pembuatan Programable Switching Power Supply Untuk Mengatur Kecepatan Motor DC	Vol. 4 No. 1 Juni 2011	Jurnal Sains dan Teknologi UMK, ISSN: 1979-6870
16	2011	Nano Teknologi: Trendsetter Baru Dunia Ilmu Pengetahuan	Vol 24 No. 1 Juni 2011	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
17	2012	Uji Pengaruh Suhu dan Kelembaban Terhadap Nilai Resistansi Chemical Sensor Based Polymer Dengan Metode Pengujian Injeksi Dalam Chamber Terisolasi	Mei 2012	<i>Proceeding Electrical Power, Electronics, Communication, Control, and Informatics - EECIS 2012</i> ISSN: 978-602-8692-27-4
18	2012	Characterization of Polymeric Chemiresistors for Gas Sensor	Vol.10, No.2, June 2012, pp. 275~280	TELKOMNIKA, e-ISSN: 2087-278X (p-ISSN: 1693-6930) accredited by DGHE (DIKTI), Decree No: 51/Dikti/Kep/2010

B. Anggota TPP

I. Identitas Diri

1.1. Nama Lengkap	:	Arief Sudarmaji, S.T., M.T.
1.2. Jabatan Fungsional	:	Asisten Ahli
1.3. NIP	:	19770501 200604 1 002
1.4. Tempat dan Tanggal Lahir	:	Jakarta, 1 Mei 1977
1.5. Alamat Rumah	:	Perum Griya Sokaraja Permai Blok H9 RT 08 RW 02 Desa Sokaraja Kidul Kec. Sokaraja Kab. Banyumas
1.6. Nomor Telepon	:	-
1.7. Nomor HP	:	085227021971
1.8. Alamat Kantor	:	Program Studi Teknik Pertanian Unsoed Jl. Dr. Soeparno Karang Wangkal Purwokerto
1.9. Nomor Telepon	:	0281-621094
1.10. Alamat email	:	arief.unsoed@gmail.com

II. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2
2.1. Nama PT	Universitas Diponegoro Semarang	Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2.2. Bidang Ilmu	Teknik Elektro	Teknik Elektro (Elektronika)

2.3. Tahun Masuk	1999	2007
2.4. Tahun Lulus	2002	2009
2.5. Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Pengaruh Posisi dan Daya Pancar <i>Handheld</i> terhadap Kualitas Penerimaan Sinyal pada Satelit Orbit Rendah	Aplikasi <i>Thermal Wave Resonator Cavity</i> Untuk Identifikasi Bahan Bakar Cair Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan
2.6. Nama Pembimbing	Ir. Sujadi, M.T. Ajub Ajulian S.T.	Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.

III. Pengalaman Penelitian Selain Skripsi Dan Tesis

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.	2005	Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Digital Berbasis Mikrokontroler AT89C2051 untuk Pengkondisian Suhu Lingkungan dalam Model Rumah kaca	DIPA 2005	5
2.	2007	Perancangan Pembangkit Listrik Menggunakan Dinamo Dengan Tenaga Air Untuk Kebutuhan Tenaga Listrik Pada Rumah Kaca (Greenhouse)	DIPA 2007	5
3	2007	Pemanfaatan Campuran Minyak Mentah Jarak Pagar (<i>Crude Jatropha Curcas Oil/CJCO</i>) Dan Minyak Tanah Untuk Optimasi Bahan Bakar Pada Kompor Minyak	DIPA Fakultas 2007	6
4	2007	Perancangan Sistem Pengukuran Lengas Tanah Dengan Metode Kapasitansi Berbasis Komputer Menggunakan Teknik <i>Interfacing</i>	Litmud Dikti	10
5.	2010	Rancang Bangun Akuisisi data 32 channel untuk Analisa Sebaran Suhu	Mandiri (sebagai teknisi)	
6	2010	Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor dengan Metode Jaring Saraf Tiruan	DIPA 2010	7,5
7.	2010	Rancang Bangun Sistem Pengukuran Gas Metana (CH ₄) Menggunakan Deret Sensor Gas	Mandiri (sebagai teknisi)	

		Semikonduktor SnO ₂	
--	--	--------------------------------	--

IV. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

<i>No</i>	<i>Tahun</i>	<i>Judul Artikel Ilmiah</i>	<i>Volume/ Nomor</i>	<i>Nama Jurnal</i>
1.	2006	Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Digital Ber-Basis Mikrokontroler At89C2051 Untuk Pengkondisian Suhu Lingkungan Dalam Model Rumah	No. 3/XXXII/ November 2006	Majalah Ilmiah Unsoed
2	2009	Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Identifikasi Bahan Bakar Cair Menggunakan Sensor PIR Pada Termal Wave Resonator Cavity	Prosiding Seminar MIPAnet 2009, Fakultas MIPA Udayana, 13-14 Agustus 2009	
3.	2009	Aplikasi Thermal Wave Resonator Cavity Untuk Identifikasi Bahan Bakar Cair Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan	Prosiding Seminar SITIA 2009 ITS Surabaya, 14 Oktober 2009	
4.	2010	Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Prosiding Seminar Nasional Perteta (Purwokerto, 10 juli 2010)	
5.	2010	Rancang Bangun Sistem Pengukuran Lengas Tanah Berbasis Komputer Dengan Metode Kapasitansi Menggunakan Sensor Variabel Kapasitor	Prosiding Seminar Nasional Perteta (Purwokerto, 10 juli 2010)	
6.	2010	Rancang Bangun <i>Computer Vision Simulator</i> dengan Sensor <i>Webcam</i> untuk Pemutuan Produk Hortikultura Berbasis Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan	Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Universitas Diponegoro (Semarang, 7 Agustus 2010)	

A. Ketua TPM

I. Identitas Diri

1. Nama lengkap dan gelar : DR. Muhammad Rivai, ST., MT.
2. Tempat, tanggal lahir : Surakarta, 26 April 1969
3. Alamat Instansi : Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Telp.
081330701412 Fax: 031-5931237 E-mail:
muhammad_rivai@ee.its.ac.id

II. Riwayat Pendidikan

<i>Universitas / Institut</i>	<i>Gelar</i>	<i>Tahun selesai</i>
Universitas Airlangga, Surabaya	Doktor	2006
Universitas Indonesia, Jakarta	Master	1997
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	Sarjana	1993

III. Pengalaman Profesi:

<i>Institusi</i>	<i>Jabatan</i>
Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Kepala Laboratorium Elektronika Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro

IV. Bidang Keahlian : Teknologi Sensor Aroma

V. Daftar penelitian yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan:

1. M Rivai, 2009. Development of Electronic Nose using GC Column-QCM Sensor for Odor Recognition. Penelitian Indonesia Toray Science Foundation (ITSF)
2. M Rivai dan Totok Mujiono, 2008. Development of Electronic Nose based on Quartz Sensor Array and Neural Network Pattern Recognition Implemented in a Field Programmable Gate Arrays. Penelitian JICA Technical Cooperation Project for Research and Education Development in Information and communication Technology in Sepuluh Nopember Institute of Technology (PREDICT-ITS).
3. M Rivai, Hendro Juwono dan Totok Mujiono, 2007. Prototipe Sistim Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Kristal SiO₂ Terlapis Polimer dan Neural Network. Penelitian Hibah Bersaing, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
4. M Rivai dan Mochamad Moefadol Asyari, 2006. Investigasi Material Polimer Konduktif Sebagai Pengenal Odor. Research Grant Technical and Professional Skill Development Project (TPSDP) Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
5. M Rivai, 2006. Prototype of Explosive Vapor Detection using Polymer Coated SiO₂ Crystal Sensor Array and Artificial Neural Network. Penelitian Indonesia Toray Science Foundation (ITSF).
6. Hendra Kusuma, M Rivai, Muchammad Sahal, 2005. Prototipe Sistim Pengenal Jenis Uap Menggunakan Deret Sensor Kristal SiO₂ Terlapis Polimer dan Neural Network. Research

VI. Daftar publikasi yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan:

1. Delima Ayu Saraswati, M Rivai, Sunaryo Hardjowijoto, 2010. Analisis Odor Urine Untuk Mendeteksi Infeksi Saluran Kemih Dengan Menggunakan Sensor Quartz Crystal Microbalance (QCM) Dan Self Organizing Map (SOM). Modern Electrical Engineering Technology and Its Applications Seminars, Universitas Kristen Maranatha, Bandung
2. Budi Gunawan, M Rivai, Hendro Juwono, 2010. Pengujian Karakteristik Komposit Polimer-Karbon Sebagai Bahan Sensor Gas. Basic Science National Seminar Proceeding, Universitas Brawijaya
3. M Rivai, 2010. Development of Electronic Nose using GC Column-QCM Sensor for Odor Recognition. Seminar Indonesia Toray Science Foundation (ITSF), Jakarta.
4. Muhammad Taufiqurrohman, M Rivai, 2010. Identifikasi Jenis Uap Menggunakan Deret Sensor *Surface Acoustic Wave* Dan *Neural Network*. Seminar Nasional Sains (SNS), Program Studi Pendidikan Sains, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Surabaya
5. M Rivai, 2009. Implementasi Sensor Quartz Crystal Microbalance pada Sistem Kromatografi Gas. Industrial Electronics Seminar (IES), Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, pp: B38-B42.
6. Totok Mujiono, M Rivai, Nitikarn Nimsuk, Takamichi Nakamoto, 2009. Robust Odor Classification On Dynamic Environment Using Short Time Fourier Transform and Self-Organized Map Neural Network. The 26th Sensor Symposium on Sensors, Micromachines, and Applied Systems, Tokyo, Japan, pp: 364-367.
7. Misbah, M Rivai dan Totok Mujiono, 2009. Implementasi FPGA Sebagai Digital Interface Pada Sensor Gas Resonator Kuarsa Untuk Mendeteksi Amonia. Seminar on Intelligent Technology and Its Application (SITIA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
8. Arief Sudarmaji, M Rivai, 2009. Aplikasi Thermal Wave Resonator Cavity Untuk Identifikasi Bahan Bakar Cair Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Seminar on Intelligent Technology and Its Application (SITIA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
9. Arief Sudarmaji, M Rivai, 2009. Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Identifikasi Bahan Bakar Cair Menggunakan Sensor PIR Pada Termal Wave Resonator Cavity. MIPAnet 2009, Universitas Udayana, Denpasar, Bali.
10. Benrad Edwin Simanjuntak, M Rivai, 2009. Deteksi Kebusukan Daging menggunakan Sensor Polimer Konduktif dan Neural Network. Seminar Nasional Pascasarjana IX-ITS, Surabaya, pp. ELK-04: 1-6.
11. M Rivai, Totok Mujiono, Takamichi Nakamoto, 2009. The Application Of Neural Network Of Multi-Channel Quartz Crystal Microbalance For Fragrance Recognition. International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ITCS), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, pp: 311-316.
12. Faisal Hadi, M Rivai, Djoko Purwanto, 2009. Implementation Of Fuzzy Logic Controller On Stereo Nose. Information and Communication Technology Internasional Seminar (ITIS), Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
13. M Rivai, Totok Mujiono, Djoko Purwanto, 2009. Pengaruh Variasi Suhu Periodik Terhadap Selektivitas Sensor Gas Semikonduktor. Jurnal Industri-Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi, FTI-ITS, Vol. 8, No.1, hal: 59-64.
14. M Rivai, Totok M, 2009. Polyethylene Glycol Coated Quartz Crystal Array for Odorous Vapor Sensor. Proceeding Saudi Technical Conference and Exhibition (STCEX), Riyadh, Saudi Arabia
15. Faisal Hadi, M Rivai, Djoko Purwanto, 2008. An Autonomous Mobile Robot for Localization of Odor Source. The 6th Kumamoto University Forum, Surabaya, pp. 90-91.

16. M Rivai, 2008. Identifikasi Jenis Uap Bahan Bakar Menggunakan Sensor Quartz Crystal Microbalance. Industrial Electronics Seminar (IES), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal: A34 – A39.
17. M Rivai dan Syaifudin, 2008. Identifikasi Jenis Uap Menggunakan Video Spektroskopi dan Neural Network. Seminar Nasional Aplikasi Fotonika (SNAF), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal: C1-1 – C1-5.
18. Riny Sulistyowati dan M Rivai, 2008. Identifikasi Jenis Cairan Dengan Metode Serapan Panjang Gelombang Dan JST- RBF. Seminar on Intelligent Technology and Its Application (SITIA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal: 339-343.
19. Henry H.L.Toruan dan M Rivai, 2008. Analisis Pengaruh Pemodulasian Suhu Terhadap Selektifitas Sensor Gas Semikonduktor Sebagai Pendeteksi Bahan Bakar. Seminar on Intelligent Technology and Its Application (SITIA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal: 321-324.
20. Faisal Hadi dan M Rivai, 2008. Rancang Bangun Robot Pencari Lokasi Gas Dengan Menggunakan Prinsip Stereo Nose. Seminar on Intelligent Technology and Its Application (SITIA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal: 348-352.
21. M Rivai, 2007. Pengaruh Principle Component Analysis Terhadap Tingkat Identifikasi Neural Network Pada Sistem Sensor Gas. Jurnal Telekomunikasi Komputasi Elektronika Kendali (Telkonnika), Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Vol 5, No 3, hal: 159-166.
22. M Rivai, 2007. Pengenalan Uap Campuran Menggunakan Sensor Kristal SiO₂. Industrial Electronics Seminar (IES), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal: D5-1 – D5-5.
23. M Rivai, 2007. Karakterisasi Material Polimer Konduktif Terhadap Paparan Uap. Seminar on Intelligent Technology and Its Application (SITIA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal: 270-275.
24. M Rivai, 2007. Prototype of Explosive Vapor Detection Using Polymer Coated SiO₂ Crystal Sensor Array and Artificial Neural Network. Seminar Indonesia Toray Science Foundation (ITSF), Jakarta.
25. M Rivai, Totok Mujiono dan Hendro Juwono, 2006. Identification of Organic Solvent Vapors Using Polymer Coated SiO₂ Crystal Array. Proceeding Saudi Technical Conference and Exhibition (STCEX), Riyadh, Saudi Arabia, pp: 244-249.
26. M Rivai, Totok Mujiono, Hendro Juwono, 2006. Kristal SiO₂ Terlapis Polimer Sebagai Sensor Uap Berdasar Pada Perubahan Frekuensi Resonansinya. Prosiding Seminar Teknoekonomi Iptek Nuklir, Serpong, pp:153-164.
27. M Rivai, Ami Suwandi JS dan Mauridhi Hery Purnomo, 2005. Identification of Solvent Vapors Using Neural Network Coupled SiO₂ Resonator Array, Conference Information and Communication Technology Seminar (ITCS), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, pp: 111-114.
28. M Rivai, Ami Suwandi JS dan Mauridhi Hery Purnomo, 2005. Deret Resonator Kristal SiO₂ Terlapis Polimer Sebagai Pengenal Jenis Uap Pelarut. Jurnal Akta Kimia Indonesia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Vol 1, No 01, hal: 49-53.
29. Hendra K, M Rivai, M Sahal, Mauridhi HP dan Ami SJS, 2005. Prototipe Sistem Pengenal Jenis Uap Menggunakan Deret Sensor Kristal SiO₂ Terlapis Polimer dan Neural Network. Journal of Electrical and Electronics Engineering (JAVA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Vol 3, No 1, hal: 48-53.
30. M Rivai, Mauridhi Hery Purnomo and Ami Suwandi JS, 2004. Improving the discrimination of fragrant smells using differential bulk acoustic wave sensor and neural network. Proceeding Saudi Technical Conference and Exhibition (STCEX), Riyadh, Saudi Arabia, pp: 230-233.

B. Anggota TPM

I. Identitas Diri

Nama Lengkap dan Gelar : DR. Tri Arief Sardjono ST.,MT.
Tempat Tanggal Lahir : Surabaya, 12 Pebruari 1970
Laboratorium : Elektronika Biomedika
Jurusan : Teknik Elektro
Telpon/e-mail : 5947302/elits@ee.its.ac.id
Alamat rumah : Kalijudan Taruna II/21 Surabaya
Telpon/e-mail : 3822752/ t.a.sardjono@ee.its.ac.id

II. Riwayat Pendidikan

Universitas/Inst.	Gelar	Tahun Selesai	Bidang Studi
ITS	ST	1994	Teknik Elektro
ITB	MT	1999	Teknik Elektro
University of Groningen, The Netherlands	DR	2007	Teknik Biomedika

III. Pengalaman Profesi

Institusi	Jabatan	Periode Kerja
T. Elektro FTI - ITS	Dosen Tetap	1994 ~ sekarang

IV. Publikasi

International Journal

1. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *A NEW APPROACH FOR AUTOMATIC CURVATURE DETERMINATION FROM A FRONTAL X-RAY IMAGE OF A SCOLIOTIC PATIENT*, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Vol.2, Suppl. 1, 2007.

International Conferences

1. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *SPINAL CURVATURE DETERMINATION FROM AN X-RAY IMAGE USING DEFORMABLE MODEL*, 3rd Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering, Kuala Lumpur, Malaysia, 11-14 December 2006.
2. T.A.Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *AUTOMATIC CURVATURE DETERMINATION FROM FRONTAL X-RAY IMAGES OF SCOLIOTIC*

PATIENTS, The 52th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, Chicago, Illinois, USA, 19-22 March 2006

3. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *IMAGE ANALYSIS SYSTEM TO DETERMINE THE 3D GEOMETRY OF THE SPINE OF A SCOLIOTIC PATIENT OUT OF X-RAY*, Biomedical Engineering, Material Science and Application Conference 2005, Schiermonnikoog, The Netherlands, 24 - 26 April 2005.
4. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *THE EVALUATION OF SPRING FORCE IN THE CHARGED PARTICLES MODEL (CPM) FOR SPINAL CURVATURE DETERMINATION FROM AN X-RAY IMAGE*, Biomedical Engineering, Material Science and Application Conference 2005, Schiermonnikoog, The Netherlands, 24 - 26 April 2005.
5. TA Sardjono, K.E. Purnama, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, G.J. Verkerke, *3D SPINE RECONSTRUCTION AND VISUALIZATION OF A SCOLIOTIC PATIENT USING X-RAY*, The Dutch Annual Conference on Biomedical Engineering, Papendal, The Netherlands, 4 and 5 October 2004.
6. TA Sardjono (Co Author), *Controlling Ultrasonic Scaler Vibration Using ANFIS Technology to Minimize Pain in Periodontal Treatment*, Proc. of IASTED-Biomed, Salsburg, 25-27 June, 2003

Formalin Detection of Food Materials With Gas Sensor Based Polymer Using Neural Network Method

Budi Gunawan^{1*}, Muchammad Rivai², Tri Arief Sardjono³, Arief Sudarmadji⁴

¹ Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus, Kudus

^{2,3} Jurusan Teknik Elektro FTI ITS, Surabaya

⁴ Jurusan Agroteknologi FP UNSOED, Purwokerto

e-mail: budi.gunawan02@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh sistem pendeteksi formalin dalam bahan pangan berdasarkan pengukuran uap/aroma menggunakan deret sensor berbahan komposit polimer-karbon. Tujuan penelitian ini diantaranya; (i) memperoleh unit deret sensor berbahan komposit polimer-karbon beserta atributnya untuk deteksi formalin, (ii) mendapatkan perlakuan bahan pangan optimum untuk deteksi formalin, (iii) mengembangkan sistem deteksi formalin menggunakan metode jaringan syaraf tiruan, dan (iv) mengetahui performansi sistem deteksi formalin. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah; (i) membuat sensor gas dari bahan komposit polimer-karbon. Sensor yang terbentuk akan dikaji komposisi polimer dan tegangan eksitasi terhadap sensitifitasnya. Selain itu akan dikaji pula pengaruh pemanasan pada bahan pangan terhadap sensitifitas sensor. Parameter pengujian yang digunakan adalah resistansi dan tegangan keluaran sensor, (ii) membuat rangkaian akuisisi data untuk menguji sensor dalam mendeteksi bahan makanan, (iii) membuat software deteksi menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST), sensor-sensor yang terpilih akan digunakan sebagai masukan pada jaringan syaraf tiruan untuk dilakukan pembelajaran pola keluarannya agar dapat dikenali. Diujikan beberapa metode pembelajaran agar diperoleh pendeteksian yang optimum. Parameter performansi yang digunakan adalah tingkat keberhasilan dan waktu deteksi (iv) menguji beberapa sampel bahan makanan di laboratorium pangan.

Kata kunci: polimer, sensor, gas, formalin, resistansi

Abstract

This research is intended to obtain formalin detection system using gas sensors based polymer. The purpose of this research include: (i) to obtain unit sensors which are made from polymer-carbon composites to detect formalin, (ii) to obtain the optimum treatment of food stuffs for the detection of formalin, (iii) to develop a formalin detection system by using artificial neural network method, and (iv) to know the performance of formalin detection system. The method used in this research are to (i) make the gas sensor from polymer-carbon composite. The formed Sensors will be studied to find the composition of polymer and the excitation voltage sensitivity. Additionally, the effect of heating on food toward the sensitivity of the sensor will be studied too. Parameters of the test used is the resistance and the output voltage sensor, (ii) make the data acquisition to test the sensor in detecting food, (iii) make detection software using Artificial Neural Network (ANN). The elected sensors will be used as input in Artificial neural network in order to recognize the pattern of formalin.. (iv) test several samples of food ingredients in the food laboratory.

Keywords: polymers, sensors, gas, formalin, resistance

1. Introduction

The use of formalin as a preservative in food and the difficulty in identifying formalin on food makes people flustered and lost. In this case, we need some devices to detect formalin on food accurately, easily and fast. Although Formalin is categorized as illegal additives used in food as stated in the Regulation of the Minister of Health No.1168/Menkes/PER/X/1999 (Service Bulletin, 2006) and varieties impacts of formalin to human body, formalin abuse is often carried out by food manufacturers.^[1]

It is difficult to identify formalin in food directly. Moreover, it is also difficult to identify formalin by using such a laboratory analysis which requires special materials / chemical reagents and certain procedures for instance Aqua Merck reagent, Schiff reagent and analysis of spectrophotometer. Technically, formalin is uncolored with strong smell. There is about 37% of formaldehyde in water as solvent. Usually there is also about 15% of methanol which are obtained in formalin as preservative material.^[2]

The unavailability of a specific gas sensor for the measurement of formalin, the principle of electronic nose can be applied in the detection of formalin. Sensors which have selectivity and sensitivity toward formalin will be used as sensors. Further, it used to identify the extraction characters and the patterns of formalin.

One of the sensitive materials toward some of the gas is polymer carbon composites. Polymer-carbon composites have characteristics which is changed resistance when it is exposed by gas because it is able to bind the detected molecules of gas, so it influences the attribute of the conductivity^[3]. The advantages of the use of polymeric materials are to regulate the composition of the polymer and carbon in order to obtain the characteristics which are sensitive toward certain substances, such as formalin. The presence of formalin in food will influence gas vapors released. The sensors are able to identify the presence of formalin by using gas vapors

2. Research Method

2.1 Place of Research

This research are carried out in three laboratories, namely: (1) Laboratory of Electronics Industry Department of Electrical Engineering ITS Surabaya, (2) Analog Measurement Laboratory Department of Electrical Engineering University of Muria Kudus (UMK), and (3) Laboratory of Food Technology UNSOED Purwokerto.

2.2 Stages of Activities

This research was conducted by using several phases of activities as follows:

Activity 1; make gas sensor based on polymer.

Activity 2; make testing instrumentation to characterize sensor

Activity 3; make chamber which will be used to test food

Activity 4; design acquisitions data to read the measurement results in computer

Activity 5; design software neural network (ANN) to detect formalin.

Activity 6; train ANN software by using tested data from several food commodities.

2.3 Type Polymers

Polymer materials that will be used have 6 kinds, namely;

1. PEG6000,
2. PEG20M,
3. PEG1540
4. PEG200.
5. Silicon, and
6. Squelene.

The principle of chamber works as follow: The sixth polymer sensors are placed in chamber in a row. Sample gas is injected into the chamber in varying the volume of gas. The test is conditioned in different temperature. The result of data will be acquired by acquisition data which connect to computer directly.

2.4 Samples

There are 3 kinds of food which are used as samples, namely;

1. Noodle,
2. Tofu,
3. Meatball

2.5 Diagram Block of Resistance Measurement System

Diagram Block of Resistance Measurement System is shown as follow;

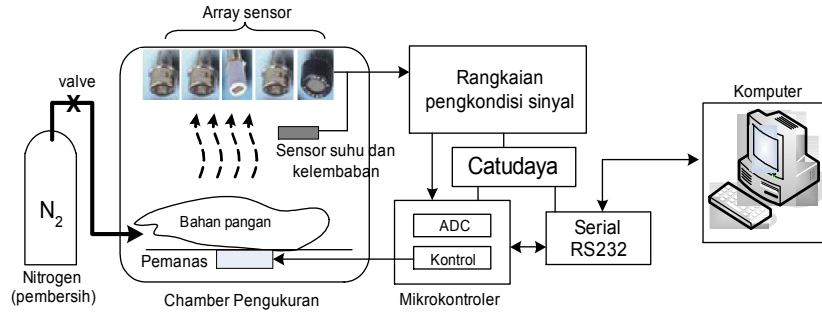


Figure 1. Diagram of the sensor resistance measurement system

2.6 Software

The software in this research was made by using visual basic 6.0 programs. They are data acquisition system, ANN Training and Identification.

3. Result and Discussion

3.1. Hardware

The following figure is the measurement diagram.

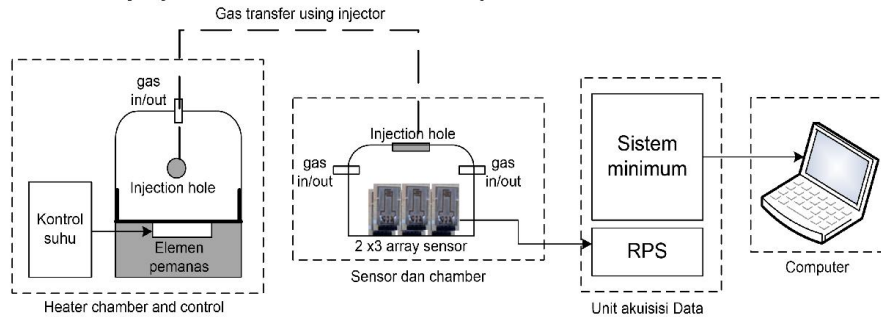


Figure 2 Figure measurement diagram

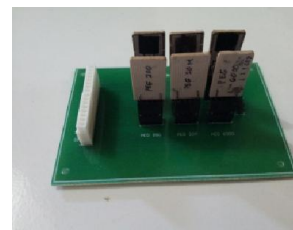
3.2. Sensor and Chamber Testing



a. Board sensor



b. Polymer Sensor



c. Sensor array

Figure 3. Polymer sensors and sensor array

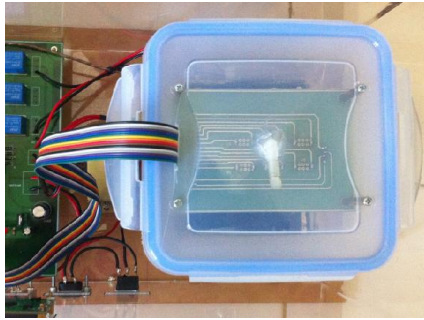
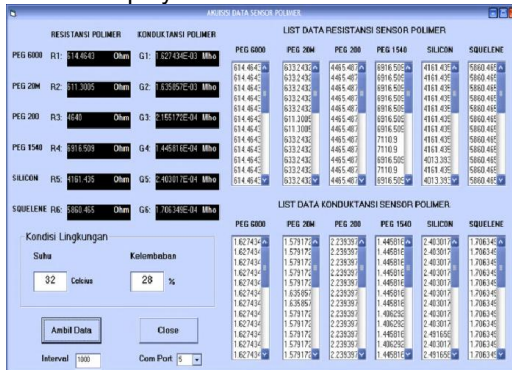


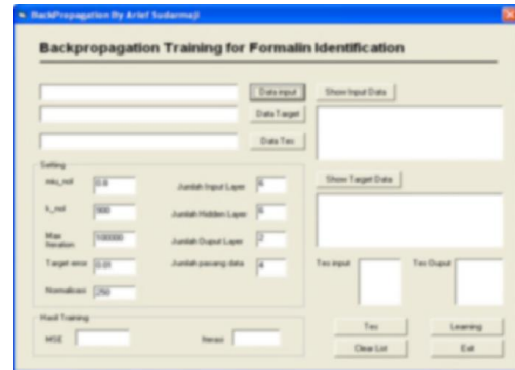
Figure 4. Chamber testing

3.3 Display Software

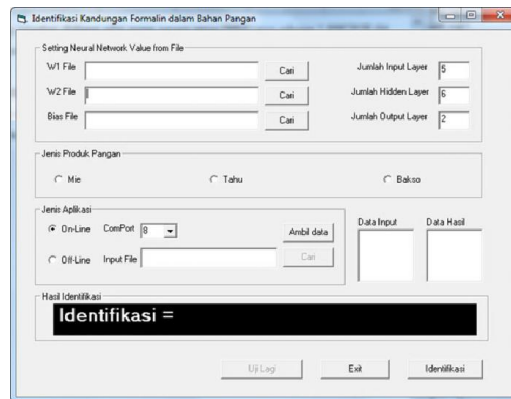
Display software is shown as below..



a. Data acquisition software of 6 polymer sensor



b. ANN training software



c. Identification software

Figure 5. Display software

3.4 Measurement Result

After testing on all three samples, the identification results obtained as follows;

Table 1. Identification results

No	Commodity	Content	Condition	Testing	Identification	%
1	Meatball	Without Formalin	No heating	1	Match	91.7%
				2	Match	
				3	Match	
			Heating 40°C	1	Match	

			Heating 50°C	2	Match	83.3%
				3	Match	
				1	Match	
			2	Not Match		
			3	Match		
			Heating 60°C	1	Match	
		2	Match			
		3	Match			
		With Formalin	No Heating	1	Match	
				2	Not Match	
				3	Match	
			Heating 40°C	1	Match	
				2	Match	
				3	Not Match	
			Heating 50°C	1	Match	
2	Match					
3	Match					
Heating 60°C	1	Match				
	2	Match				
	3	Match				
2	Noodle	Without Formalin	No Heating	1	Match	100%
				2	Match	
				3	Match	
			Heating 40°C	1	Match	
				2	Match	
				3	Match	
			Heating 50C	1	Match	
				2	Match	
				3	Match	
		Heating 60°C	1	Match		
			2	Match		
			3	Match		
		With Formalin	No Heating	1	Match	
				2	Not Match	
				3	Match	
Heating 40°C	1		Match			
	2		Not Match			
	3		Match			
Heating 50°C	1		Not Match			
	2		Match			
	3		Match			
Heating 60°C	1	Match				
	2	Match				
	3	Match				
3	Tofu	Without Formalin	No Heating	1	Match	83.3%
				2	Match	
				3	Match	
			Heating 40°C	1	Match	
				2	Match	
				3	Match	
		Heating 50°C	1	Match		
			2	Not Match		

			3	Match		
		Heating 60 ⁰ C	1	Match		
			2	Match		
			3	Not Match		
	With Formalin	No Heating	1	Match	66.7%	
				2		Match
				3		Not Match
			Heating 40 ⁰ C	1		Match
				2		Not Match
				3		Match
			Heating 50 ⁰ C	1		Match
				2		Not Match
				3		Match
			Heating 60 ⁰ C	1		Match
				2		Not Match
				3		Match

4. Conclusion

1. Polymer-based sensors which content active carbon can be used as gas sensors, for instance formalin gas.
2. Six types of sensors made of polymer material; PEG6000, PEG20M, PEG1540. PEG200, silicon and squelence have a stable response toward formalin, although from each of the sensors has a different resistance between one to others.

Reference:

- [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 ensors and Actuators on June 7-10, Sendai, Japan
- [7] Kohlman, R. S. and Epstein, Arthur J. (1998), *Insulator-Metal Transistion 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.

Bukti submit makalah di Jurnal Nasional terakreditasi

The screenshot shows a web browser window with the following details:

- Browser:** Opera, version 1366.633
- Page Title:** Step 2. Uploading the Submission - Opera
- Address Bar:** <http://journal.usd.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/author/saveSubmit/2>
- Journal Header:** TELKOMNIKA (Telekomunikasi Komputasi Elektronika Kendali), ISSN: 1693-6930, Accredited by Directorate General of Higher Education (DIKTI), Decree No. 21/2013/Depdiknas
- Navigation Menu:** HOME, ABOUT, USER HOME, SEARCH, CURRENT, ARCHIVES, ANNOUNCEMENTS
- Breadcrumbs:** Home > User > Author > Submissions > New Submission
- Section Header:** Step 2. Uploading the Submission
- Process Flow:** 1. START 2. **UPLOAD SUBMISSION** 3. ENTER METADATA 4. UPLOAD SUPPLEMENTARY FILES 5. CONFIRMATION
- Instructions:**
 - On this page, click Browse (or Choose File) which opens a Choose File window for locating the file on the hard drive of your computer.
 - Locate the file you wish to submit and highlight it.
 - Click Open on the Choose File window, which places the name of the file on this page.
 - Click Upload on this page, which uploads the file from the computer to the journal's web site and renames it following the journal's conventions.
 - Once the submission is uploaded, click Save and Continue at the bottom of this page.
- Submission File Table:**

Submission File	
File Name	1726-4610-1-SM.docx
Original file name	Makalah TELKOMNIKA 2013 - Budi Gunawan - UMK.docx
File Size	1016KB
Date uploaded	2013-09-24 05:11 PM
- Actions:** Replace submission file, Choose..., Upload
- Right Sidebar:** OPEN JOURNAL SYSTEMS, USER (logged in as ke_sank), My Journals, My Profile, Log Out; NOTIFICATIONS (View, Manage); JOURNAL CONTENT (Search, Browse by Issue, Author, Title, Other Journals)
- Taskbar:** Shows various application icons and system tray information (4:12 AM, 23-Sep-13).