Tugas Akhir - TL141584

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT POLIANILIN/ZnO SEBAGAI APLIKASI SENSOR GAS ETANOL

AHMAD PROSCA HARIANSYAH
NRP. 2713 100 050

Dosen pembimbing
Sigit Tri Wicaksono S.Si., M.Si., Ph.D
Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

Final Project - TL141584

SINTESYS AND CHARACTERIZATION OF POLIANILIN/ZnO COMPOSITE AS ETANOL GAS SENSOR APPLICATION

AHMAD PROSCA HARIANSYAH
NRP. 2713 100 050

Advisor
Sigit Tri Wicaksono S.Si., M.Si., Ph.D
Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D

MATERIAL ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT POLIANILIN/ZnO SEBAGAI APLIKASI SENSOR GAS ETANOL

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Material Inovatif
Program Studi S-1 Departemen Teknik Material
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
AHMAD PROSCA HARIANSYAH
NRP. 2713100050

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

Sigit Tri Wicaksono S.Si., M.Si., Ph.D.....(Pembimbing 1)

Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D.....(Pembimbing 2)

SURABAYA
JULI 2017

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT PANI/ZnO SEBAGAI APLIKASI SENSOR GAS ETANOL

Name : Ahmad Prosca Hariansyah
NRP : 2713100050
Departement : Material Engineering FTI-ITS
Advisor : Sigit Tri Wicaksono S.Si., M.Si.,Ph.D
Diah Susanti S.T., M.T., Ph.D

Abstrak

Etanol adalah jenis alkohol yang banyak dijumpai pada makanan, Dalam Islam, haram hukumnya mengkonsumsi alkohol. Indonesia memiliki 87% penduduk muslim, sehingga perlu adanya alat untuk mendeteksi alkohol didalam makanan. Pada penelitian ini, digunakan komposit Polianilin/ZnO. Polianilin (PANI) disintesis dari monomernya yaitu anilin. Serbuk PANI dicampurkan dengan serbuk Zinc Oxide (ZnO) dengan rasio massa 0%, 10%, 20%, dan 30%wt. Pencampuran dilakukan dengan metode ultrasonic lalu dikompaksi sehingga didapatkan pelet komposit PANI/ZnO. Material komposit yang telah dibuat diuji Scanning Electron Microscopy (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), X-Ray Dispersion Spectroscopy (XRD), Pengujian konduktivitas listrik, dan Pengujian sensitivitas gas. Hasil dari karakterisasi menggunakan SEM menunjukkan bahwa partikel ZnO tersebar merata didalam matriks PANI. Dari pengujian FTIR diketahui bahwasanya PANI yang disintesa memiliki fasa garam emeraldin. Dari pengujian XRD didapatkan komposisi dari komposit adalah benar PANI/ZnO. Efek penambahan rasio massa ZnO membuat persebaran semakin merata dan pelet semakin tipis. Didapatkan nilai konduktivitas PANI sebesar $4.07x10^{-4}$ S/cm. Nilai konduktivitas meningkat seiring dengan semakin banyaknya penambahan rasio komposisi massa ZnO. Dari hasil uji sensitivitas terbukti bahwa penambahan rasio massa ZnO berdampak pada meningkatnya nilai sensitivitas dari komposit PANI.ZnO.

Kata kunci: *PANI/ZnO, Konduktivitas, Sensitivitas.*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

SINTESYS AND CHARACTERIZATION OF POLIANILIN/ZnO COMPOSITE AS ETANOL GAS SENSOR APPLICATION.

Name : Ahmad Prosca Hariansyah
NRP : 2713100050
Departement : Material Engineering FTI-ITS
Advisor : Sigit Tri Wicaksono S.Si., M.Si.,Ph.D
Diah Susanti S.T., M.T., Ph.D

Abstract

Etanol is an alcoholic kind where usually found on foods. In Islam, consuming alcohol is haram. Indonesia has 87% muslim population. So it needed to create a tool for detecting alcohol on foods. In this study composite Polianilin/ZnO have been used. Polyanoline (PANI) was synsthized from its monomer, anilin. PANI powder were mixed with Zinc Oxide (ZnO) with mass ratio 0%,10%wt, 20%wt, and 30%wt . For mixing we used Ultrasonic method and compacted to produce PANI/ZnO pellets. The composite material then had some. The first one is Scanning Electron Microscopy (SEM), and then Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and so X-Ray Dispersion Spectroscopy (XRD), Conductivity Electric Test and Gas Sensitivity Test. The results with using SEM showed ZnO particles are spreading evenly inside PANI matrix. From FTIR test is known that PANI sucessfully synthesized that has emeraldine salt phase . From the XRD test result is the composition from the composite PANI/ZnO is right. The effect of addition of ZnO mass rasio making the distribution of the particles more evenly distributed and the pellet thinner. Obtained the conductivity value of PANI is $4.07x10^{-4}$ S/cm. The value of conductivity is increasing with along with the addition of ZnO mass rasio. And from the Gas Sensitivity test, the results show that the addition of mass rasio of ZnO will increase the value of gas sensitivity from PANI/ZnO composite material.

Keywords: *PANI/ZnO, Conductivity Sensitivity.*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

“Sintesis dan Karakterisasi Komposit Polianilin/ZnO Sebagai Aplikasi Sensor Gas Etanol”

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunia serta kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Mama, Papa, dan saudara serta keluarga atas segala doa, dukungan, dan pengertian yang telah diberikan selama ini.
3. Bapak Sigit Tri Wicaksono, Ph.D., dan Ibu Diah Susanti, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan tak pernah lelah memberikan nasehat, doa dan support kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
4. Dosen Tim Penguji seminar dan sidang serta seluruh dosen Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS, saya ucapkan terima kasih dan salam hormat saya.
5. Ibu Amaliya Rosyida selaku dosen jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS sekaligus dosen wali penulis yang telah membimbing dan memotivasi penulis selama perkuliahan di ITS.
6. Seluruh bapak dan ibu Dosen di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, terima kasih atas Ilmu dan bimbingannya
7. Sahabat-sahabat yang bagaikan keluarga Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS angkatan 2013 MT 15.

8. Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS, saya ucapkan terimakasih atas fasilitas yang telah diberikan.
9. Laboratorium Inovasi Material, “Rumah” penuh pembelajaran tentang manis, pahitnya mengerjakan Tugas Akhir. Semoga semakin maju kedepannya.
10. Segenap pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN v
ABSTRAK vi
KATA PENGANTAR x
DAFTAR ISI..... xii
DAFTAR GAMBAR..... xvi
DAFTAR TABEL xviii

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah..... 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Komposit 5
2.1.1 Matriks 6
2.1.2 Penguat 7
2.2 Polianilin 9
2.3 *Zinc Oxide* 12
2.3.1 Struktrur Kristal ZnO 13
2.4 Sensor Gas 15
2.4.1 Klasifikasi Sensor Gas..... 16
2.4.2 Polianilin Sebagai Sensor Gas 18
2.5 Etanol 20
2.5.1 Jenis Etanol 21
2.6 Sifat Elektrik Material 22
2.6.1 Semikonduktivitas 23

2.7 Sintesis Polianilin 25
2.8 Penelitian Sebelumnya 26
2.8.1 Nanofiber Polianilin/ZnO dan Aplikasinya sebagai Sensor Gas Amonia 26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Bahan Penelitian 31
3.2 Peralatan Penelitian..... 33
3.3 Flow Chart 35
3.3.1 Diagram Alir Sintesis Polianilin 35
3.3.2 Prosedur Penelitian 36
3.3.3 Diagram Alir Pengujian Sensing Gas 37
3.3.4 Prosedur Sintesa Polianilin 38
3.4 Fabrikasi Komposit dan Sensor Gas 40
3.5 Variabel Penelitian..... 42
3.6 Pengujian Karakterisasi 43
3.6.1 Scanning Electron Microscope (SEM) 43
3.6.2 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)..... 44
3.6.3 X-Ray Dispersion Spectroscopy 45
3.6.4 Konduktivitas Listrik 48
3.7 Pengujian Sensitivitas 49
3.7.1 Prosedur pengujian sensing gas 49

BAB IV ANALISA DATA dan PEMBAHASAN
4.1 Hasil Pengujian Karakterisasi Komposit PANI/ZnO 51
4.1.1 Hasil Uji FTIR 51
4.1.2 Hasil Uji XRD 55
4.1.3 Hasil Uji SEM.....59
4.2 Analisis Konduktivitas Listrik DC Material Komposit PANI/ZnO 63
4.3 Analisis Hasil Penginderaaan Gas Etanol.....65

BAB V KESIMPULAN dan SARAN
5.1 Kesimpulan 67
5.2 Saran 67

DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN..... 73

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposit Partikel 8
Gambar 2.2 Struktur Polianilin..... 10
Gambar 2.3 Bentuk reduksi-oksidasi dari Polianilin..... 11
Gambar 2.4 Polianilin *Emeraldine Salt* di protonasi dengan Senyawa Alkaline menjadi *Emeraldine Base* 12
Gambar 2.5 Struktur Model Heksagonal ZnO..... 14
Gambar 2.6 Pengaruh humiditas terhadap sensitivitas sensor gas PANI (a) 25ppm (b) 56ppm 19
Gambar 2.7 Rumus Kimia dari Senyawa Etanol 20
Gambar 2.8 Struktur Band..... 22
Gambar 2.9 Skema Energi Band Elektron..... 24
Gambar 2.10 Skema band Energi untuk tingkat Akseptor Pengotor 25
Gambar 2.11 Spektrum XRD PANI dengan penambahan (a) 0%wt. (b) 10%wt, (c) 20%wt, (d) 30%wt, dan (e) 40%wt ZnO nanopartikel 26
Gambar 2.12 FTIR sampel dari PANI (a) tanpa ZnO (b) dengan penambahan ZnO nanopartikel 27
Gambar 2.13 FESEM mikrograf dari (a) ZnO nanopartikel dan sampel PANI..... 28
Gambar 2.14 Sensor resistan vs waktu untuk sampel S3 29
Gambar 3.1 Anilin 31
Gambar 3.2 *Ammonium Peroxydisulate* 32
Gambar 3.3 *Hydrochloric Acid* 32
Gambar 3.4 Aceton..... 33
Gambar 3.5 ZnO 33
Gambar 3.6 Diagram Alir Sintesis Polianilin..... 35
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian..... 36
Gambar 3.8 Diagram Alir Pengujian *Sensing* Gas 37
Gambar 3.9 Proses Stirring..... 39
Gambar 3.10 Serbuk PANI Garam Emeraldin 40
Gambar 3.11 Dimensi Pelet hasil proses kompaks..... 41
Gambar 3.12 Mesin kompaksi (a) dan Dies (b)..... 42

Gambar 3.13 Pelet komposit hasil kompaksi 42
Gambar 3.14 Mekanisme Kerja SEM 43
Gambar 3.15 Alat Uji SEM 44
Gambar 3.16 Skema Kerja XRD..... 45
Gambar 3.17 Contoh Hasil Pengujian XRD..... 46
Gambar 3.18 Mesin XRD PANalytcal. 48
Gambar 3.19 Ilustrasi Pengujian Sensitivitas Gas..... 50
Gambar 4.1 Spektrum material PANI 52
Gambar 4.2 Spektrum FTIR Material Komposit PANI/ZnO .. 54
Gambar 4.3 Hasil analisa XRD Material PANI 56
Gambar 4.4 Hasil analisa XRD Material ZnO 57
Gambar 4.5 Perbandingan Hasil uji XRD Material Komposit PANI/ZnO 0%, 10%, 20% dan 30%..... 58
Gambar 4.6 Mikrogram SEM Material Komposit PANI/ZnO yang menunjukkan sebaran partikel pada perbesaran 2.500x (a) 0%, (b) 10%, (c) 20%, dan (d) 30% 60
Gambar 4.7 Mikrogram SEM Material Komposit PANI/ZnO yang menunjukkan sebaran partikel pada perbesaran 10.000x (a) 0%, (b) 10%, (c) 20%, dan (d) 30%. .. 61
Gambar 4.8 Mikrogram SEM Material Komposit PANI/ZnO yang menunjukkan sebaran partikel pada perbesaran 25.000x (a) 0%, (b) 10%, (c) 20%, dan (d) 30% ... 62
Gambar 4.9 Konduktivitas Listrik Material Komposit PANI/ZnO..... 64
Gambar 4.10 Nilai Sensitivitas Material Uji Komposit PANI/ZnO..... 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 *Properties* Anilin 09
Tabel 2.2 Jenis Gugus Ikatan pada Polianilin (PANI)..... 10
Tabel 2.3 Konduktivitas PANi Garam Emeraldin dan Basa Emeraldin 12
Tabel 2.4 Physical Properties of ZnO 15
Tabel 2.5 Klasifikasi sensor gas yang disarankan pada tahun 1991 oleh Analytical Chemistry Divisi IUPAC 17
Tabel 2.6 *Properties* Etanol..... 21
Tabel 3.1 Massa Komposit PANI/ZnO yang digunakan dalam proses Kompaksi 41
Tabel 3.2 Informasi Yang Terkandung Dalam Karakter Tinggi, Posisi Serta Lebar Dan Bentuk Puncak Difraksi 47
Tabel 4.1 Data spektroskopi FTIR dari PANI yang telah di *doping* HCl 52
Tabel 4.2 Daftar Peak Spektrum FTIR Komposit PANI/ZnO 55
Tabel 4.3 Konduktivitas Listrik Material Komposit PANI/ZnO. ……..…….. 63
Tabel 4.4 Nilai sensitivitas komposit PANI/ZnO..... ……. 65

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan perangkat elektronik, optik, dan sensorik fleksibel membutuhkan bahan komposit baru yang menggabungkan sifat polimer dan nanopartikel anorganik dari material yang berbeda, seperti nanocrystals semikonduktor, logam, silikon, dan nanoclusters karbon (Francis R:2014). Penggabungan komponen rendah-dimensi dalam komposit diperlukan untuk memaksimalkan efek ukuran dan besar luas permukaan spesifik dari nanopartikel. Salah satu aplikasi yang sedang banyak dikembangkan adalah sensor.

Polianilin (PANI) adalah salah satu bahan yang paling menonjol di antara berbagai polimer untuk diaplikasikan karena memiliki sifat kelistrikan yang unik, stabilitas lingkungan yang baik, proses fabrikasi yang mudah dan reaksi redoks secara intrinsik (R.L.N Chandrakanthi:2002). PANI juga telah digunakan dalam berbagai aplikasi seperti gas sensor baterai isi ulang dan fotovoltaik sel (A.G MacDiarmid:1987). meskipun begitu, terdapat kekurangan pada polimer ini yaitu mengenai kemampuan pengolahan mereka yang rendah, stabilitas kimia dan kekuatan mekanik yang buruk (Paulowicz:2015). Pembuatan komposit hibrida dengan menggabungkan polimer dengan oksida logam tampaknya menarik untuk mengatasi masalah ini (R.K sonker:2015).

Salah satu oksida logam yang dapat dipilih adalah oksida logam ZnO. Bahan ZnO adalah semikonduktor anorganik tipe n dengan celah pita sekitar 3,2 eV dan memiliki transparansi optik di kisaran cahaya tampak. lapisan ZnO telah menjadi material serba guna untuk pengembangan alat elektronik dan optoelektronik seperti konduktor transparan, sel surya, sensor gas dan alat gelombang akustik permukaan. Untuk variasi aplikasi yang luas (B Sharma:2009).

Perangkat sensor gas umumnya menggunakan semikonduktor oksida logam, prinsip yang didasarkan pada perubahan konduktivitas oleh interaksi dengan molekul gas dan material ini sebagian besar tergantung pada suhu operasi. Dengan demikian, sensor gas oksida logam membutuhkan suhu operasi yang tinggi. Selain itu sensor gas tersebut umumnya memiliki kekurangan selektivitas yang buruk dan sensitivitas rendah untuk konsentrasi gas yang sangat rendah. Oleh karena itu beberapa pendekatan yang berbeda telah dieksplorasi untuk mengatasi masalah ini. Baru-baru ini polimer konduktor mendapatkan tempat sebagai sensor gas karena proses sintesis yang mudah dan dapat dioperasikan pada suhu kamar (Dhawale:2008). Polimer telah meningkatkan banyak aspek dari sensor gas terutama dalam menurunkan suhu operasi sekitar suhu kamar. Selain itu, kemampuan untuk menggabungkan tempat pengikatan tertentu ke polimer menjanjikan peningkatan selektivitas dan sensitivitas material.

PANI tidak terlalu sensitif seperti oksida logam terhadap spesies gas, dan memiliki kelarutan yang buruk dalam pelarut organik sehingga membatasi pengaplikasiannya, tetapi sangat cocok sebagai matriks untuk penelitian melakukan nanocomposites polimer (Kondawar:2009) dan (Deshpande:2009). Oleh karena itu, telah terjadi peningkatan minat para peneliti untuk meneliti nanokomposit berdasarkan PANI untuk aplikasi penginderaan gas. Hibridisasi oksida logam dan polimer konduktor dapat meningkatkan sifat oksida logam murni atau polimer konduktor yang berbasis sensor gas dan bahan sintesis baru menunjukkan efek sinergis dari kedua bahan tersebut. Nanofiber dari bahan polimer memiliki rasio aspek besar, area permukaan besar untuk rasio volume dan porositas besar, bahan-bahan tersebut yang terbaik untuk penginderaan gas yang berbeda karena daya serap yang lebih besar untuk analit gas.

Sudah ada beberapa penelitian terdahulu mengenai komposit PANI/ZnO, dengan berbagai metode dan aplikasi *sensing* sensor gas seperti amonia, LPG dan NO_2. Namun belum

ada yang meneliti terkait *sensing* sensor gas etanol. Pada tulisan ini dilakukan penelitian terhadap komposit PANI/ZnO sebagai sensor gas etanol. Namun, pengujian sensitivitas ini belum bisa dikatakan benar, karena ini masih studi awal, masih banyak hal yang harus dibenahi, penulis menyadari masih banyak kekeliruan dalam pengerjaan penelitian ini, maka dari itu diharapkan studi awal ini dapat dilanjutkan pada penelitian lebih lanjut sehingga hasil yang didapat menjadi lebih maksimal serta bermanfaat dikemudian hari.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mensintesis komposit PANI/ZnO sebagai sensor gas etanol?
2. Bagaimana pengaruh *Zinc Oxide* terhadap struktur dan sifat kelistrikan dari komposit PANI/ZnO sebagai sensor gas etanol?
3. Bagaimana pengaruh *Zinc Oxide* terhadap tingkat sensitivitas dari komposit PANI/ZnO sebagai sensor gas etanol?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pencampuran material komposit dianggap tercampur homogen.
2. Pengaruh impuritis pada saat proses pencampuran diabaikan.
3. Pengaruh tekanan, temperatur dan kelembapan material diabaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis cara mensintesis komposit PANI/ZnO sebagai sensor gas etanol.
2. Menganalisis pengaruh *Zinc Oxide* terhadap struktur dan sifat listrik dari komposit PANI/ZnO sebagai sensor gas etanol.
3. Menganalisis pengaruh *Zinc Oxide* terhadap tingkat sensitivitas dari komposit PANI/ZnO sebagai sensor gas etanol.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *Zinc Oxide* terhadap strukturi, sifat listrik dan tingkat sensitivitas material komposit PANI/ZnO. Sehingga didapatkan nilai optimum dari campuran tersebut dan sebagai material sensor gas yang berguna untuk mendeteksi etanol. Serta berguna untuk acuan pada penelitian selanjutnya terhadap pengembangan sensor gas dari material komposit berbasis polimer-logam oksida.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang memiliki sifat atau struktur yang berbeda yang dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan mekanik. Dengan adanya penggabungan antara dua komponen tersebut, maka akan dihasilkan material baru yang memiliki sifat unggul dibandingkan material penyusunnya. Komposit tersusun atas dua atau lebih fase yang berbeda, yaitu fase diskontinyu yang lebih kuat dan kaku biasanya disebut material penguat dan fase kontinyu yang mengikat material penguat dan memberi bentuk biasanya disebut matiks. Sifat komposit dipengaruhi oleh material pembentuknya, distribusi fase diskontinyu, dan interaksi antara material pembentuknya. Kebanyakan material komposit dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan dan memerbaiki sifat-sifat mekaniknya seperti kekuatan, ketangguhan, kekakuan, dan kinerjanya pada temperatur tinggi.

Berdasarkan matriksnya, komposit dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu PMCs (*Polymer Matrix Composites*) yang menggunakan polimer sebagai matriksnya, CMCs (*Ceramic Matrix Composites*) dengan matriks keramik, MMCs (*Metal Matrix Composites*) yang menggunakan logam sebagai matriksnya. Komposit Matrik Polimer merupakan gabungan dari sekurang-kurangnya dua jenis material dimana salah satunya adalah polimer sebagai matrik induk (matriks) dan material yang kedua sebagai penguat. (Smith, 2010)

2.1.1. Matriks

Fungsi penting material matriks menurut (Mazumar, 2002)

a. Material matriks mengikat serat atau serbuk bersama-sama dan menghantarkan beban ke serat dan serbuk. Matriks memberikan kekakuan dan bentuk terhadap struktur.
b. Matriks mengisolasi serat atau serbuk sehingga masing-masing dapat bekerja secara terpisah. Hal ini dapat menghentikan atau memerlambat propagasi retak.
c. Matriks memberikan kualitas permukaan akhir yang baik dan membantu produksi benda jadi atau mendekati bentuk akhir komponen.
d. Matriks memberikan perlindungan untuk serat atau serbuk penguat terhadap serangan kimia (misalnya korosi) dan kerusakan mekanik (misalnya aus).
e. Bergantuk pada bahan matriks yang dipilih, memengaruhi karakteristik unjuk kerja yang duktilitas(liat, kenyal), kekuatan impak, dan lain-lain. Sebuah matriks yang kenyal akan meningkatkan ketangguhan struktur. Untuk persyaratan ketangguhan yang lebih tinggi, bisa dipilih komposit berbasis thermoplastik.
f. Mode kegagalan sebagian besar dipengaruhi oleh jenis bahan matriks yang digunakan dalam komposisi dan juga kompatbilitasnya terhadap serat.

Matriks dapat dikelompokkan menjadi jenis thermoplastik dan thermosetting. Jenis thermoplastik relatif mudah diproses menjadi komposit bukan karbon, tetapi tantangan signifikan saat ini adalah mengubahnya menjadi karbon murni. Sifat thermoplastiknya mensyaratkan bahwa ia juga diisikan di dalam sampel melalui cara eksternal, atau diperlakukan secara kimiawi (distabilisasikan) sebelum pemanasan ke temperatur karbonisasi. Sedangkan, matriks jenis thermosetting memunyai ketahanan yang baik pada temperatur tinggi karena proses

pembuatannya menggunakan proses *curing* (pemanasan sampai menjadi keras) pada temperatur tinggi. (ASM *Handbook*, 2001)

Semua bentuk matriks menunjukkan stabilitas karakteristik thermal dan kimia dari karbon, tetapi tidak semua menghasilkan sifat akhir yang sama pada komposit. Meskipun sifat komposit sering kali didominasi oleh sifat penguat, tetapi berbeda sifat, seperti geseran dan tarik didominasi oleh matriks. Terlebih lagi, sifat-sifat seperti konduktivitas thermal dan elektrik dapat dipengaruhi secara kuat oleh jenis bahan matriks. Bahkan sifat struktur yang lebih tradisional dipengaruhi oleh densitas dan porositas dari komposit, yang hampir keseluruhannya adalah karena matriks atau karena proses pembentukan matriks. Akhirnya, beberapa sifat unjuk kerja komposit, seperti koefisien gesekan dan aus, adalah fungsi yang kompleks dari sifat utama komposit yang bahan matriks dan prosesnya tidak dapat diabaikan.

2.1.2. Penguat

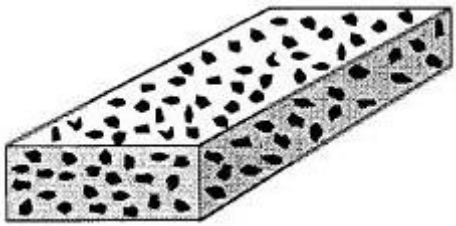
Material komposit dibentuk misalnya melalui penguatan plastik dengan serat atau serbuk. Untuk mengembangkan pemahaman yang baik tentang sifat komposit, disini dijelaskan tentang peran bahan serat atau serbuk dan bahan matriks dalam komposit. Fungsi utama serat atau serbuk dalam komposit adalah :

a. Untuk membawa beban. Dalam komposit struktur, 70 – 90% beban didukung oleh serat.
b. Untuk memberikan kekakuan, kekuatan, stabilitas panas dan sifat struktur lainnya dalam komposit.
c. Menyediakan penghantaran atau insulasi elektrik, tergantung pada jenis serat atau serbuk yang digunakan.

Mekanisme penguat komposit sangat tergantung pada geometri penguatnya, yaitu dibedakan atas partikel dan serat (fiber). Partikel bisa berbentuk bola, kubus, kotak tetragonal, batang, whiskers, lembar pipih atau bentuk yang tidak beraturan. Peran partikel dalam komposit partikel adalah membagi beban

agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastik matriks yang ada di sela-sela partikel (Sulistijomo, 2012).

Dari fungsi tersebut maka pemilihan jenis material penguat merupakan pengaruh yang sangat besar terhadap karakteristik dari komposit. Salah satu jenis komposit yang bahan penguatnya terdiri atas partikel yang tersebar merata dalam matriks yang berfungsi sebagai pengikat adalah komposit partikel seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Komposit partikel (Manohar, 2015)

Campuran antara matriks dan partikel penguat yang ada pada sistem material komposit partikel dapat dibagi ke dalam beberapa jenis, yaitu :

a. *Nonmetallic in nonmetallic particulate composites*, yaitu sistem material komposit partikel yang kedua atau lebih unsur pembentuknya (matriks dan penguat) tidak berupa material logam, misalnya berupa *ceramics matrix-glass particulate.*
b. *Metallic in nonmetallic particulate composites*, yaitu sistem material komposit partikel yang memiliki matriks tidak berupa logam, sementara partikel penguatnya berupa material logam, misalnya *aluminium powder* dalam matriks *polyurethane* atau *polysulfide rubber.*
c. *Metallic in metallic particulate composites*, yaitu sistem material komposit partikel yang matriks dan penguatnya

berupa material logam, namun tidak sama seperti model paduan logam (*metal alloy*), sebab penguat partikel logam tidak melebur di dalam matriks logam.

d. *Nonmetallic in metallic particulates composites,* yaitu sistem material komposit partikel yang matriksnya berupa material logam, namun material penguatnya tidak berupa material logam, melainkan dari jenis material nonlogam, misalnya *ceramics particulate* dalam matriks *stainless steel.*

2.2 Polianilin

Polimer penghantar listrik berasal dari senyawa yang disintesis dari monomer dengan ikatan kimia konjugasi yang dapat meningkatkan konduktivitas elektrik polimer tersebut. Dari sisi komersil, polimer-polimer ini menjanjikan untuk dijadikan bahan untuk banyak aplikasi, polimer ini dapat menggantikan logam dan semikonduktor karna memiliki konduktivitas elektrik, densitas rendah dan pembuatan yang mudah

Polianilin (PANI) salah satu dari keluarga polimer penghantar listrik dengan kelebihan sintesis yang mudah dan stabilitas yang tinggi.

PANI disintesis dari monomer aniline. Pada tabel 2.1 adalah *properties* dari aniline.

Tabel 2. 1 *Properties* Anilin (Merck, 1983)

Sifat	Nilai
Berat Molekul	93,12
Kelarutan Dalam Air	36,070 mg/L T. 25^0C
Temperatur Degradasi	350^0 C
Densitas	1,02 g/cm^3
Titik Lebur	-6,3^0 C
Titik Didih	184,1^0 C
Tekanan Uap	0.489 mm Hg T. 25^0 C

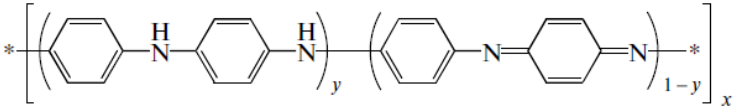
Bentuk molekul anilin ($C_6H_5NH_2$) adalah heterosiklik enam sisi dengan amina merupakan salah satu substansi pembentuknya. Pada Gambar 2.10 tampak bahwa polimer PANI mempunyai dua gugus berulang yaitu gugus tereduksi dan gugus teroksidasi. Gugus tereduksi terdiri dari molekul yang berbentuk cincin benzoid dan dua gugus amina, sedangkan pada gugus teroksidasi salah satu cincin benzoid berubah menjadi cincin quinoid seperti pada Tabel 2.2 dan gugus amin menjadi imin.

Tabel 2. 2 Jenis Gugus Ikatan pada Polianilin (PANI)

Material	*Wave number* (cm^{-1})	*Characteristic peaks*
PAni	1600-1450	C=C aromatic str.
	1340-1250	C-N vib.
	1180-1140	S=O str
	1075-975	N=Q=N vib. (Q adalah quinoid)
	900-670	C-H benzene def.

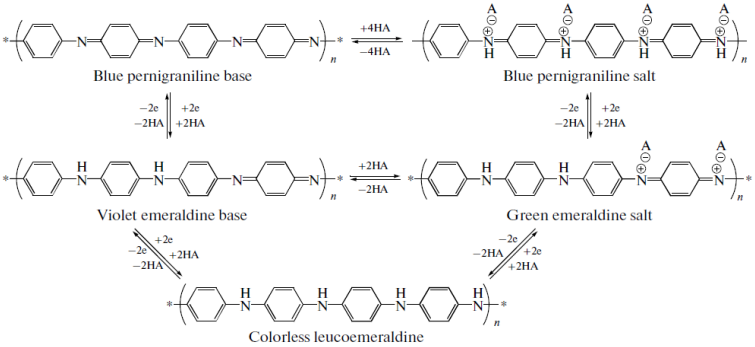
Sumber : Mistry, 2009 dan Socrates, 2001

PANI terbentuk dari monomer yang tereduksi (y) dan teroksidasi (1-y), seperti pada Gambar 2.2



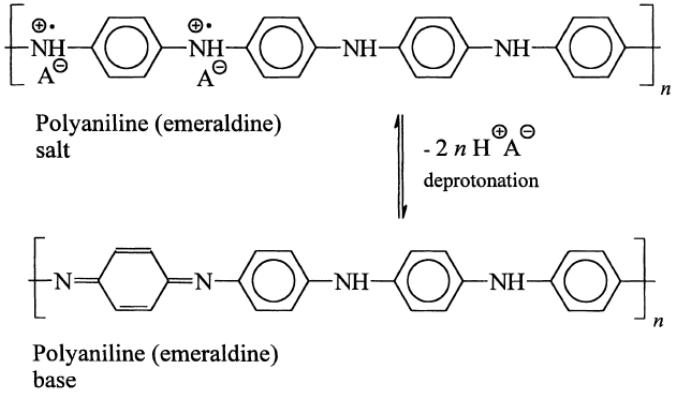
Gambar 2. 2 Struktur Polianilin (Asrori,2000)

Kondisi redox dari polianilin ditentukan oleh nilai y, dimana dapat beragam dari nol ke tak hingga. Pada y=0.5 (setengah oksidasi), polianilin memiliki bentuk emeraldine. Pada y=0 (teroksidasi penuh) memiliki bentuk pernigraniline. Pada y=1 (tereduksi penuh) memiliki bentuk leucoemeraline. Pernigraniline dan emeraldine dapat terbentuk dalam garam atau basa. (Boeva, 2014)



Gambar 2. 3 Bentuk reduksi-oksidasi dari Polianilin (Stejskal, 2002)

Bentuk *emeraldine salt* dengan warna hijau yang memiliki konduktivitas semikonduktor dimana lebih tinggi dari polimer lainnya (<10–9 S cm–1) tetapi lebih rendah dari logam (>104 S cm–1).PANI *emeraldine salt* dapat diubah menjadi *emeraldine base* yang tidak konduktif dengan ammonium hidroksida. (Stejskal, 2002)



Gambar 2. 4 Polianilin *emeraldine salt* di protonasi dengan senyawa alkaline menjadi *emeraldine base*. (Stejskal, 2002)

Pada Tabel 2.3 menunjukkan konduktivitas dari PANi *emeraldine salt* dan *emeraldine base* serta pengaruh temperatur saat polimerisasi.

Tabel 2. 3 Konduktivitas PANi *emeraldine salt* dan *emeraldine base*

Kondisi Reaksi	PANi *Salt* ($S\ cm^{-1}$)	PANi *Base* ($S\ cm^{-1}$)
20°C	4.37 ± 1.74	$(6.0 \pm 1.8)\ x10^{-11}$
0°C	7.58 ± 2.63	$(8.3 \pm 0.3)\ x10^{-8}$
+1 M HCl pada 20°C	11.90 ± 5.17	$(3.9 \pm 1.4)\ x10^{-9}$
+1 M HCl pada 0°C	9.83 ± 0.51	$(2.5 \pm 1.9)\ x10^{-8}$

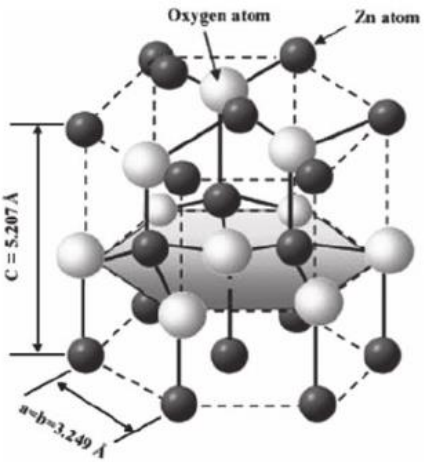
2.3 *Zinc Oxide* (ZnO)

Seng oksida (ZnO) nanopartikel memiliki keunggulan mereka sendiri karena dapat diterapkan pada aplikasi yang luas, misalnya, sensor gas, sensor kimia, bio-sensor, kosmetik, penyimpanan, perangkat optik dan listrik, material kaca untuk ditampilkan, sel surya, dan pembungkus obat (J.B Baxter:2005, M.H Huang:2001, J. Song:2006, Z.L Wang:2004, dan J

Sawai:1996). ZnO merupakan bahan yang menarik untuk aplikasi optoelektronik karena memiliki panjang gelombang yang pendek karena memiliki kesenjangan lebar pita sebesar 3,37 eV, kekuatan ikatan besar, dan besar energi ikat exciton (60 MeV) di ruang temperature. sebagai band gap berbahan lebar, ZnO digunakan dalam keadaan padat biru ke ultraviolet (UV) Optoelektronik, termasuk dalam pengembangan laser. Selain itu, karena fase *non-centro symmetric crystallographic* nya, ZnO menunjukkan properti piezoelektrik, yang sangat berguna untuk fabrikasi perangkat, seperti gabungan elektromagnetik sensor dan aktuator (S.C Minne, 1995).

2.3.1 Struktur Kristal dari ZnO

Kristal ZnO memiliki struktur kristal heksagonal (B4) pada kondisi kamar. Struktur heksagonal ZnO memiliki unit sel heksagonal dengan dua parameter kisi, dan c, dan dimiliki oleh kelompok ruang $C^4{}_6V$ atau $P6^3mc$. Gambar 2.6 jelas menunjukkan bahwa struktur terdiri dari dua heksagonal yang saling menutup (hcp) sub kisi, di mana masing-masing terdiri dari satu jenis atom (Zn atau O) digantikan dengan menghormati satu sama lain sepanjang tiga kali lipat c-axis. Hal ini hanya dapat dijelaskan secara skematik sebagai jumlah pesawat bolak ditumpuk lapis demi lapis sepanjang arah c-axis dan terdiri dari koordinasi tetrahedral Zn^{2+} dan O^{2-}. Koordinasi tetrahedral ZnO menimbulkan struktur non-centrosymmetric. Dalam struktur heksagonal ZnO, masing-masing anion dikelilingi oleh empat kation di sudut-sudut tetrahedron, yang menunjukkan and karenanya koordinasi tetrahedral menunjukkan ikatan kovalen sp^3. Sifat rinci ZnO disajikan pada Tabel 2.5 (Vaseem, 2010)



Gambar 2. 5 Struktur model heksagonal ZnO. Koordinasi tetrahedral dari Zn-O ditampilkan. Atom O ditampilkan sebagai bulatan putih besar sedangkan atom Zn adalah bola coklat kecil.

Tabel 2. 4 *Physical Properties of ZnO*

Properties	ZnO
Lattice parameters at 300K — a_0 (nm) — c_0 (nm) — c_0/a_0	 0.32495 0.52069 1.602(1.633*)
Density (g/cm^3)	5.606
Stable phase at 300K	Wurtzite
Melting point (°C)	1975
Thermal conductivity (Wcm^{-1}□C^{-1})	0.6, 1-1.2
Linear expansion coefficient (°C)	a_0: 6.5 cm^3×10^{-6} c_0: 6.5 cm^{3}x10^{-6}
Static dielectric constant	8.656
Refractive index	2.008
Band gap (RT)	3.370 eV
Band gap (4K)	3.437 eV
Exciton binding energy (meV)	60
Electron effective mass	0.24
Electron hall mobility at 300K (cm^2/Vs)	200
Hole effective mass	0.59
Hole hall mobilty at 300K (cm^2/Vs)	5-50

(Vaseem:2010)

2.4 Sensor Gas

Udara yang ada di bumi berisi berbagai macam spesies kimia, alami dan buatan, beberapa di antaranya sangat penting untuk kehidupan sementara yang lainnya berbahaya baik dalam skala yang lebih besar atau lebih kecil (Yamazoe 2005).

2.4.1 Klasifikasi Sensor Gas

Saat ini ada berbagai macam perangkat yang berdasarkan perbedaan bahan dan prinsip sistem operasi yang dapat diterapkan untuk deteksi gas. Munculnya beberapa jenis sensor gas dirancang oleh Figaro ditunjukkan pada Gambar. 2.16.

Untuk klasifikasi sensor gas, berbagai pendekatan bisa digunakan. Misalnya, dengan mekanisme transduksi akun, kita dapat membedakan enam kategori umum sensor: (1) sensor optik, (2) sensor elektrokimia, (3) sensor listrik, (4) sensor massa-sensitif, (5) sensor kalorimetrik, dan (6) sensor magnetik (lihat Tabel 2.4).

Tabel 2. 5 Klasifikasi sensor gas yang disarankan pada tahun 1991 oleh Analytical Chemistry Divisi IUPAC

Kategori Sensor Gas	Prinsip Operasi
Elektrokimia	Perubahan arus, tegangan, kapasitansi / impedansi: • Voltameter (termasuk ampermeter) • Potensiometer • Secara kimia peka terhadap efek medan transistor • Potensiometri dengan elektrolit solid untuk sensor gas
Kelistrikan	Konduktivitas *Metal oxide* Konduktivitas Organik Konduktivitas Elektrolisis *Heterojunction conductivity (Schottky diode, FET, MOS)* Fungsi Kerja
Massa sensitif	Perubahan dalam berat, amplitudo, fasa atau frekuensi, berat, ukuran atau posisi: • *Quartz crystal microbalance* • *Surface acoustic wave propagation* • *Cantilever*
Perangkat Optikal Magnetik	Perubahan dari sifat paramagntetik gas Perubahan dari intensitas cahaya, warna atau spektrum emisi: • Absorbansi • Reflektansi • Pendaran • Indeks bias • Efek Optothermal • Hamburan cahaya (hamburan Raman, plasmon resonansi)

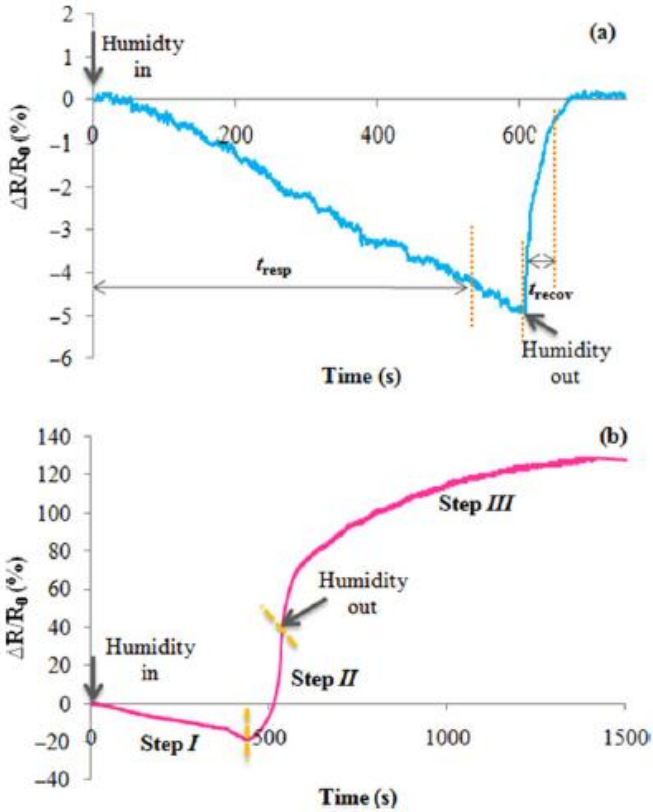
Termometrik (kalorimetrik)	Pengaruh panas dari sebuah reaksi kimia. Perubahan temperatur, aliran panas, kadar panas: • Termoelektrik • *Pyroelectric* • *Catalytic bead* (*pellistors*) • Konduktivitas termal

Sumber: Dipetik dari Hulanicki et al. (1991). Diterbitkan oleh *International Union of Pure and Applied Chemistry*

2.4.2 Polianilin Sebagai Sensor Gas

Polianilin adalah polimer konduktif yang memiliki kondisi *doped* yang berbeda-beda dan dapat dikontrol dengan reaksi asam-basa. Efek ini yang digunakan untuk mendeteksi gas yang bersifat asam dan basa, sebagai contoh gas ammonia. Bila PANi terpapar oleh gas ammonia. PANi mengalami *de-doping* karena deprotonasi. (Jin dkk, 2001). Karena sebab ini PANi berubah menjadi kondisi utamanya (*base form*) yang ditandai dengan naiknya resistivitas elektrik. Hal ini akan berbeda apabila PANi terpapar oleh gas yang bersifat asam seperti HCl. H2S, dan CO2 (dengan adanya uap air), PANi mengalami *doped* (Agbor dkk, 1995), yang ditandai dengan menurunnya resistivitas elektrik. (Huang dkk, 2003)

Polianilin memiliki beberapa kekurangan sebagai sensor gas. Uap air dapat mempengaruhi performa sensor gas berbasis PANi pada temperatur ruang seperti terlihat pada Gambar 2.5 berikut. (Jouladeh, 2014)



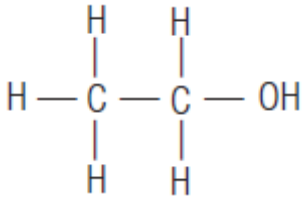
Gambar 2. 6 Pengaruh humiditas terhadap sensitivitas sensor gas PANI (a) 25ppm (b) 56ppm

Kekurangan lainnya adalah kesulitan dalam interpretasi respon kimia oleh sensor gas berbasis polimer. Contohnya pada penelitian (Posudievsky dkk, 2011) mempelajari respon sensor gas dari lapisan tipis PANi terhadap uap solvent organic menunjukkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi respon sensor PANi adalah morfologi lapisan PANi dan kemampuan molekul gas uji untuk menerima elektron.

Kelebihan PANi untuk aplikasi sensor gas adalah kemudahan dalam sintesisnya dan properties dari PANi dapat diatur dengan reaksi asam-basa (*dope*, *de-doped*) pada saat sintesisnya. Dan PANi memiliki respon yang baik terhadap beberapa uap senyawa organic (Bartlett, 1989) dan gas inorganic seperti O_2, NH_3, H_2 dan CO_2. (Blanc dkk, 1990; Waghuley dkk, 2008). Memiliki kestabilan terhadap lingkungan yang baik dalam bentuk *emeraldine base.* Dapat larut dalam berbagai solvent organic seperti dimethylsulfoxide, dimethylformamide, tetrahydrofuran, dan chloroform untuk PANi *emeraldine base*.

2.5 Etanol

Etanol memiliki penampakan berwarna jernih, tidak berwarna. Etanol banyak digunakan menjadi pelarut atau menjadi bahan utama dalam minuman beralkohol.Adapun rumus kimia dari etanol adalah C_2H_5OH dan juga sering disebut dengan EtOH.



Gambar 2. 7 Rumus kimia dari senyawa Etanol (Ethyl Alkohol Handbook:2003)

Etanol Paling banyak diproduksi dari fermentasi gula yang dihasilkan dari ragi, atau dengan proses petrokimia. Etanol merupakan obat yang membuat penggunanya menjadi ketergantungan, yang dampak memberikan efek mabuk dan penurunan kesadaran ketika mengkonsumsinya dalam jumlah banyak. (bruce:2010)

Tabel 2. 6 *Properties* Etanol.

	Units	190 PROOF	200 Proof (Anhydrous)
Boiling Point	°C °F	78.3 172.9	78.3 172.9
Coefficient of Expansion Per °C Per °F		 0.0011 0.00062	 0.0011 0.00062
Flash Point ASTM-D 1310 (Tag Open cup)	°C °F	21 69	18 65
ASTM D-56 (Tag Close Cup)	°C °F	17 62	14 57
Weight per Gallon at 15.56°C (lbs)		6.794	6.610
Water Solubility	Soluble in all proportions		

Sumber : *Ethyl Alcohol Handbook:2003*

2.5.1 Jenis Etanol

Terdapat beberapa jenis etanol yang ada, diantaranya :

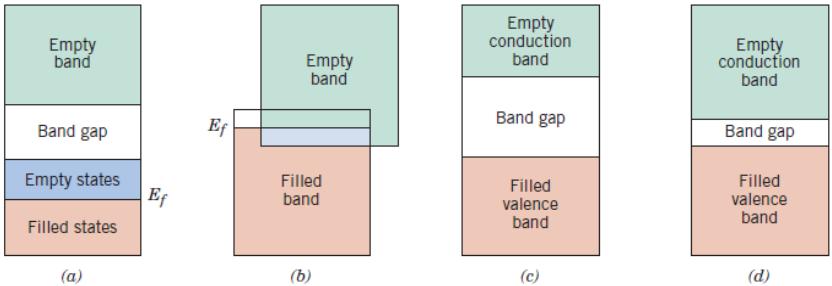
a. A 95% (95.6%) etanol: merupakan etanol dengan konsentrasi tertinggi yang dapat dicapai dengan distilasi, 95.6% etanol bersifat azeotrope, yang dimana fasa gas memiliki ratio ethanol:air yang sama dengan fasa liquidnya.Etanol ini sering ditemui pada industri makanan dan obat-obatan .
b. Absolute (99-100%) etanol : merupakan etanol yang dapat di produksi dengan menggunakan bahan campuran lain, seperti toluene, heptane, cyclohexane dan 2-butanone yang dimana bahan tersebut akan mengganggu komposisi azeotrope sehingga dapat dilakukan distilasi lanjutan. Etanol ini banyak digunakan untuk pro analisys pada keperluan penelitian.

c. Denatured etanol: merupakan etanol yang dicampurkan dengan satu atau lebih larutan kimia lainnya. ethanol ini tidak aman untuk dikonsumsi dan biasanya digunakan untuk campuran disinfectant atau campuran dalam industri parfum. (alzeer:2016)

2.6 Sifat Elektrik Material

Sifat elektrik pada benda padat sangat dipengaruhi oleh *electron band structure* yaitu pengaturan dari *electron band* dan bagaimana elektron mengisi *band* tersebut.

Terdapat empat struktur band yang mungkin pada temperature 0 K. Pada gambar 2.8a band terluar hanya terisi oleh sebagian elektron. Energi yang berhubungan dengan *state* yang terisi energi tertinggi pada 0 K disebut sebagai *Fermi energy*. Dua band terakhir hamper identic yaitu *valence band* yang terisi oleh elektron dan *conduction band* yang kosong. Diantara kedua *band* tersebut, dipisahkan oleh ruang kosong atau *band gap*.



Gambar 2. 8 Beberapa Struktur Band yang mungkin pada 0 K (a) electron band pada logam seperti tembaga (b) electron band pada logam seperti magnesium (c) electron band pada isolator (d) elektron band pada semikonduktor. (Callister, 2007)

2.6.1 Semikonduktivitas

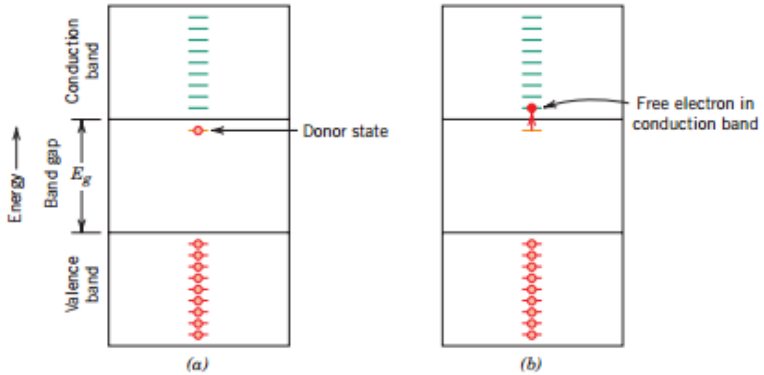
Konduktivitas listrik dari bahan semikonduktor cenderung lebih rendah jika di bandingkan dengan bahan logam. meskipun begitu dia memiliki beberapa karakteristik listrik yang unik yang membuatnya sangat berguna. sifat listrik dari bahan-bahan ini sangat sensitif terhadap kehadiran dari konsentrasi pengotor walaupun hanya sedikit. semikonduktor intrinsik adalah dimana perilaku listrik didasarkan pada struktur elektronik yang melekat pada bahan murni. ketika karakteristik listrik ditentukan oleh atom pengotor, semikonduktor dikatakan ekstrinsik.

a. Semikonduktor ekstrinsik

Hampir semua semikonduktor yang ada di pasaran merupakan semikonduktor ekstrinsik; perilaku listriknya ditentukan oleh pengotor atau yang mana walaupun kehadirannya hanya sedikit saja, memberikan kelebihan elektorn atau lubang.

n-Type Semikonduktor Ekstrinsik

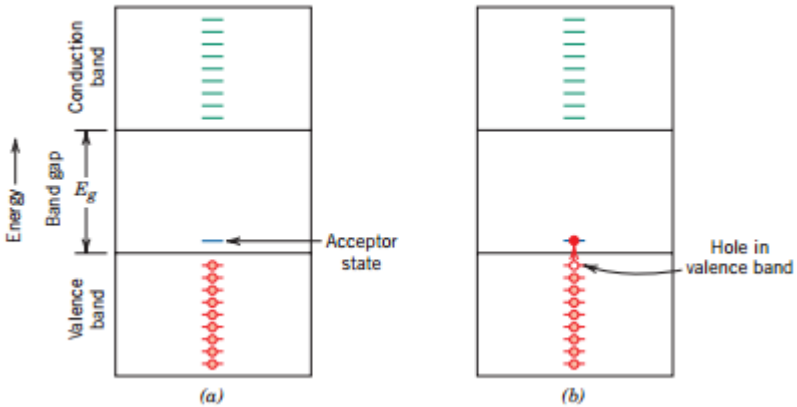
Pada jenis *n-Type* Semikonduktor Ekstrinsik, terdapat elektron bebas didaerah *band gap* didekat pita konduksi, yang menyebabkan mobilitas elektron dari pita valensi menjadi lebih cepat karena tertarik oleh perpindahan elektron pada *band gap* tersebut. Untuk lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 2.9



Gambar 2. 9(a) Skema Energi Band Elektron untuk tingkat pengotor donor yang terletak di dalam band gap dan tepat di bawah bagian bawah konduksi band. (b) Eksitasi dari bagian donor di mana elektron bebas yang dihasilkan dalam konduksi band. (Callister, 2007)

p-Type Semikonduktor ekstrinsik

Efek berlawanan dihasilkan oleh penambahan silikon atau germanium dari subsitusi pengotor trivalen seperti alumunium, boron, dan galium dari golongan IIIA dari tabel periodik. Salah satu ikatan kovalen disekitar masing-masing atom ini mengalami kekurangan elektron; Kekurangan tersebut dapat dilihat sebagai sebuah lubang yang berikatan lemah dengan atom pengotor. Lubang ini mungkin dibebaskan dari atom pengotor dengan adanya transfer elektron dari ikatan yang berdekatan seperti digambarkan pada Gambar 2.10. (Callister, 2007)



Gambar 2. 10(a) Skema band Energi untuk tingkat Akseptor Pengotor yang terletak di dalam Band Gap dan tepat di atas bagian atas Valensi Band. (b) Eksitasi elektron ke tingkat akseptor, meninggalkan sebuah lubang di valensi band. (Callister, 2007)

2.7 Sintesis Polianilin

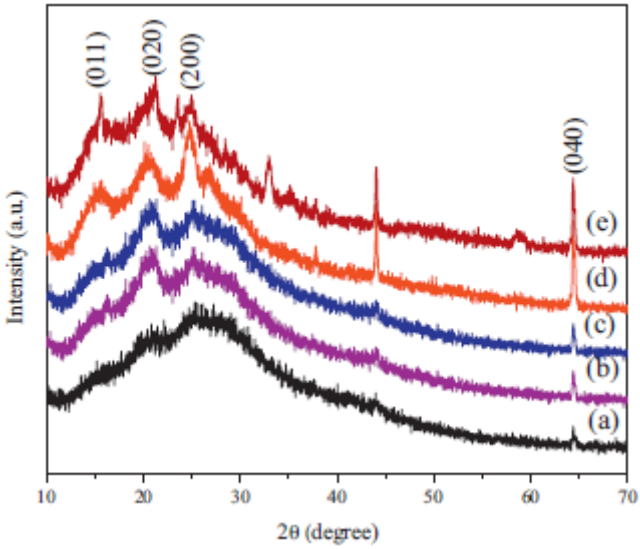
Pada proses pembuatan bahan polianilin, digunakan monomer anilin sebagai bahan utamanya. Untuk bahan yang digunakan, menurut Adams, 1996, digunakan larutan anilin sebanyak 9.313 gram 0.1 mol. Kemudian dilarutkan kedalam larutan HCl 1.0 M 100ml. Dipastikan pH pada pH 1. Untuk larutan inisiator digunakan $(NH_4)_2S_2O_8$ (28.52 g, 0.125 mol) yang dilarutkan kedalam 51.5 ml aquades. Untuk proses nya, didasarkan oleh penelitian yang telah dilakukan Liu,2010. Dimana larutan yang telah disiapkan tadi disimpan pada temperatur 16-24°C selama 1 jam, lalu dilakukan proses titrasi selama 1 jam dan di *stirrer* selama 8 jam. Setelah itu dilakukan protonisasi dengan mencampurkan larutan HCL 1M sebanyak 100 ml dan dicuci dengan aceton dan aquades. Setelah semua proses dilakukan, di saring dan di keringkan udara selama 24 jam. Lalu di oven selama 8 jam pada suhu 50°C.

2.8 Penelitian Sebelumnya

Terdapat beberapa penelitian yang sebelumnya telah dilakukan, berikut beberapa penelitian yang berhubungan dengan pengaruh penambahan ZnO pada matriks PANI.

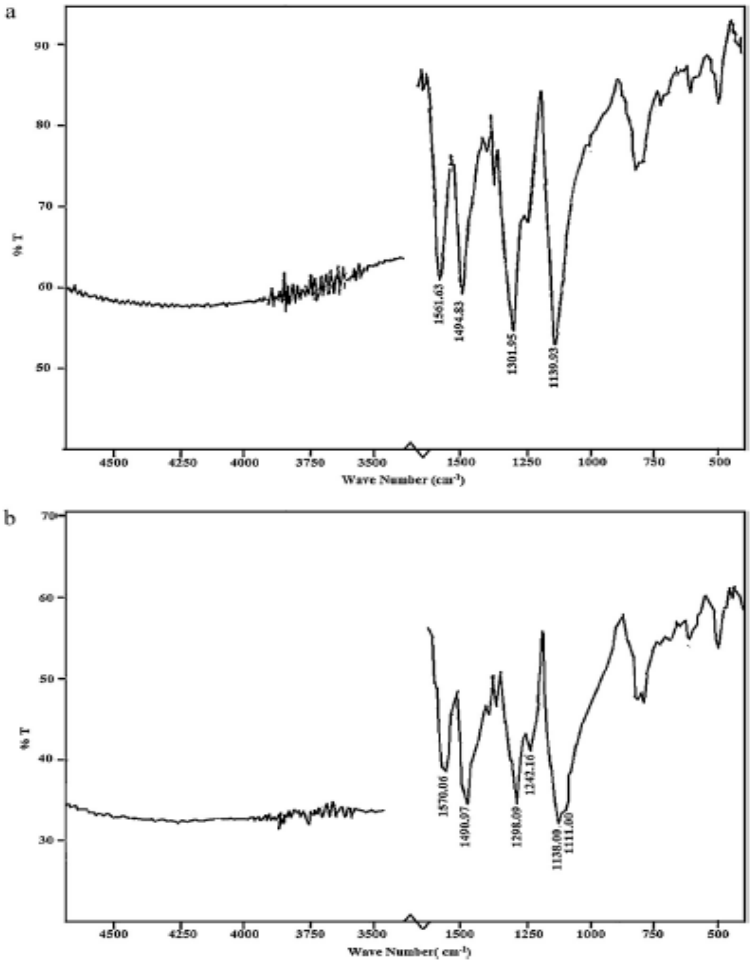
2.8.1 Nanofiber Polianilin/ZnO dan Aplikasinya sebagai Sensor Gas Amonia

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Talwar, 2014, komposit PANI/ZnO dibuat menggunakan metode *template aproach.* Dimana ZnO nanopartikel digunakan sebagai *template* untuk PANI nanofiber. Lalu dilakukan beberapa pengujian, diantaranya adalah XRD, FTIR, dan FESEM. Lapisan tebal PANI/ZnO dideposisi pada substrat alumina untuk dilakukan uji sensitivitas. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.11-2.14 berikut.



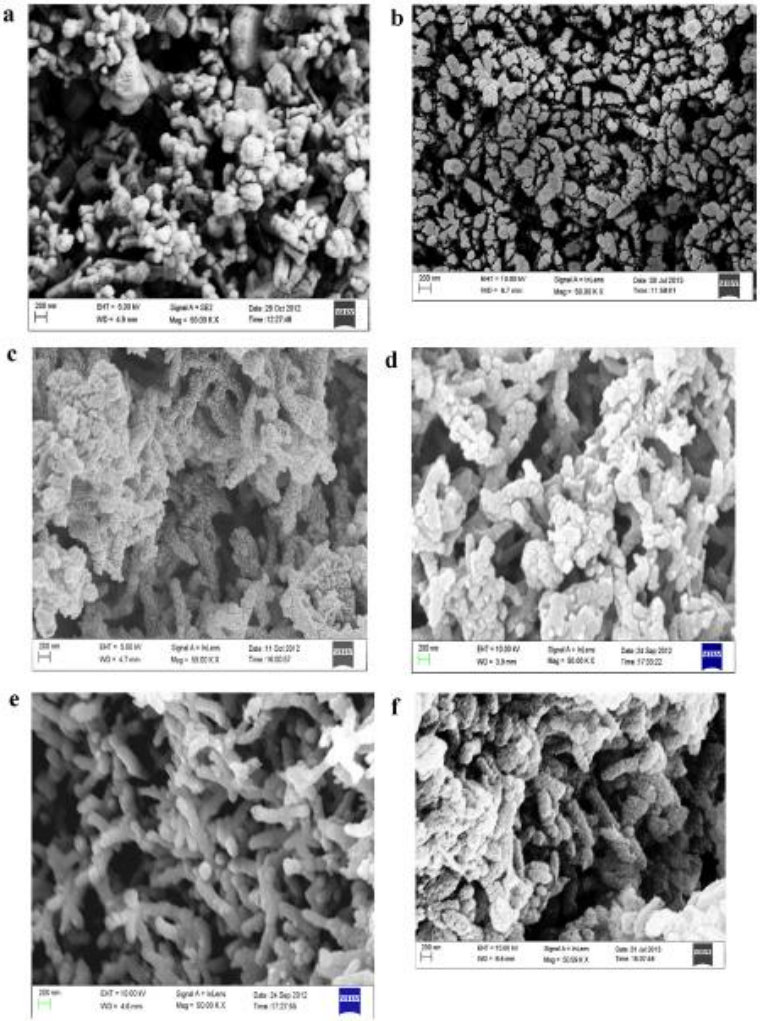
Gambar 2. 11 Spektrum XRD PANI dengan penambahan (a) 0%*wt.* (b) 10%*wt*, (c) 20%*wt*, (d) 30%*wt*, dan (e) 40%*wt* ZnO nanopartikel. (Talwar:2014)

Dari Gambar 2.11 terlihat penurunan intensitas PANI seiring dengan penambahan ZnO nanopartikel.



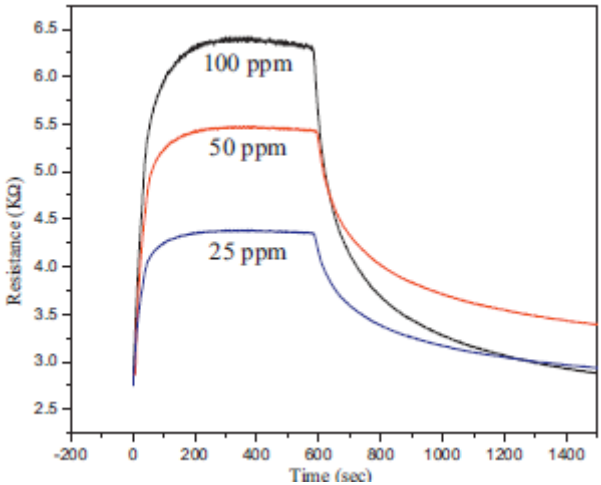
Gambar 2. 12 FTIR sampel dari PANI (a) tanpa ZnO (b) dengan penambahan ZnO nanopartikel.

Gambar 2.12 menunjukkan adanya pergeseran *peak* yang disebabkan oleh penambahan ZnO nanopartikel.



Gambar 2. 13 FESEM mikrograf dari (a) ZnO nanopartikel dan sampel PANI (b) S0, (c) S1, (d) S2, (e) S3 and (f) S4. (Talwar:2014)

Dari penambahan ZnO nanopartikel mempengaruhi morfologi dari PANI dimana semakin banyak penambahan menyebabkan persebaran merata dari ZnO nanopartikel pada gumpalan matriks PANI.



Gambar 2. 14 Sensor resistan vs waktu untuk sampel S3 konsentrasi berbeda pada gas amonia pada temperatur 27 ◦C. (Talwar:2014).

Dari pengujian sensitivitas, diketahui bahwasanya PANI yang paling sensitif adalah pada penambahan ZnO nanopartikel sebesar 30%*wt.*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

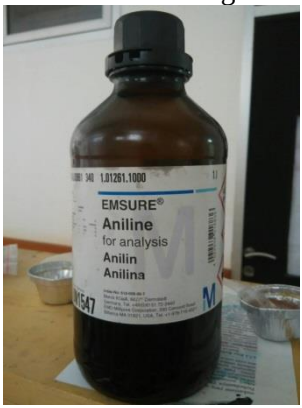
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Anilin

Anilin seperti terlihat pada Gambar 3.1 dibawah adalah bahan utama untuk membentuk matriks polymer polianilin. Anilin berupa cairan berwarna bening.



Gambar 3. 1 Anilin

2. *Ammonium Peroxydisulate*

atau APS adalah bahan sebagai pengoksidasi (*oxidizing agent*) pada proses polimerisasi polianilin. APS berbentuk serbuk berwarna putih seperti pada Gambar 3.2

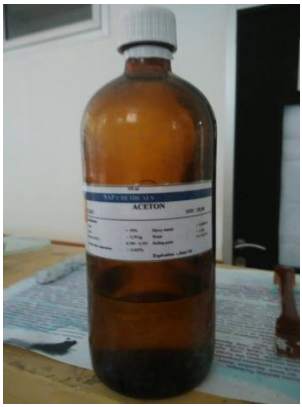
Gambar 3. 2 *Ammonium Peroxydisulate*

3. *Hydrochloric Acid* adalah larutan asam kuat yang digunakan sebagai katalis dalam proses polimerisasi polianilin. *Hydrochloric Acid* berbentuk cairan dengan warna bening seperti pada Gambar 3.3

Gambar 3. 3 *Hydrochloric Acid*

4. Aceton

Aceton adalah larutan yang digunakan sebagai pencuci PANi untuk dapat dibersihkan.



Gambar 3. 4 Aceton

5. ZNO

ZnO atau *Zinc Oxide* adalah bahan indikator yang dilihat pengaruhnya terhadap campuran komposit. ZnO berupa serbuk berwarna putih seperti pada Gambar 3.5

Gambar 3. 5 ZnO

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gelas Beaker

Gelas Beaker digunakan untuk proses pencampuran material dan tempat untuk polimerisasi.

2. Gelas Ukur

   Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume bahan yang digunakan.

3. Timbangan Digital

   Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa bahan campuran.

4. *Magnetic Stirrer*

   Alat ini digunakan dalam proses polimerisasi polianilin

5. *Ultrasonic Mixing*

   Alat ini digunakan untuk mengaduk campuran matriks polimer dengan filler serbuk untuk membuat spesimen.

6. Alat Spin Coating

   Alat Spin Coating digunakan untuk mendeposisikan komposit Polianilin/ZnO ke substrat kaca.

7. Mesin uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

   Digunakan untuk mengamati morfologi permukaan komposit Polianilin/ZnO.

8. Mesin uji *X-Ray Dispersion Spectroscopy* (XRD)

   Digunakan untuk mengamati persebaran filler ZnO dalam komposit Polianilin/ZnO.

9. Mesin uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

   Digunakan untuk mengamati rantai dan gugus fungsi pada komposit Polianilin/ZnO.

10. Alat Uji Resistivitas Material

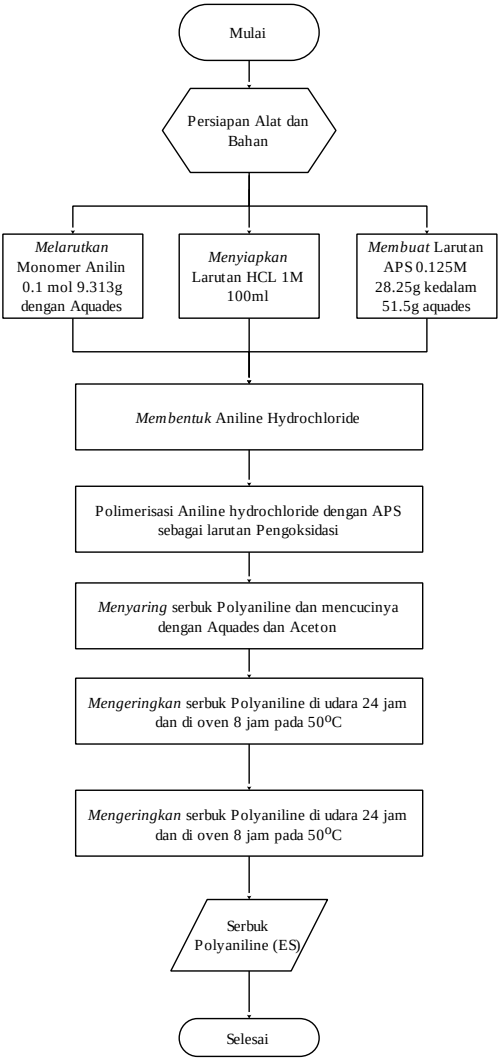
    Digunakan untuk mengukur besar resistivitas material komposit Polianilin/ZnO untuk mendapatkan nilai konduktivitas listrik material.

11. Alat uji Sensing Gas

    Digunakan untuk mengukur kepekaan komposit Polianilin/ZnO terhadap gas Alkohol (ethanol/C_2H_6O) pada makanan halal dengan mengukur adanya perubahan resistivitas elektrik pada komposit.

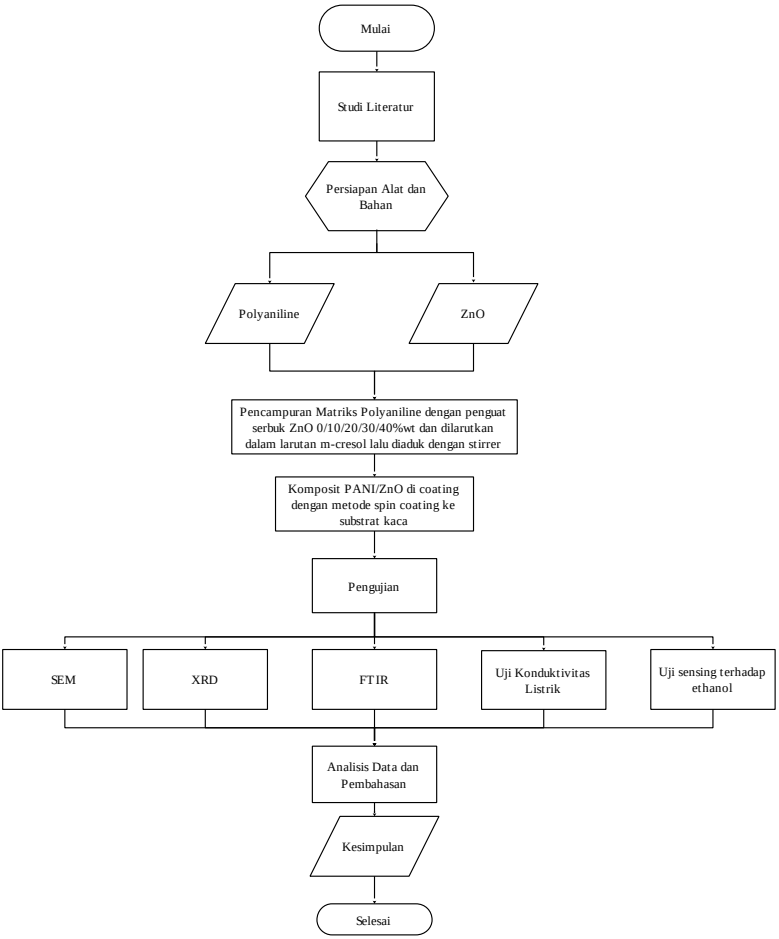
3.3 *Flow Chart*

3.3.1 Diagram Alir Sintesis Polianilin



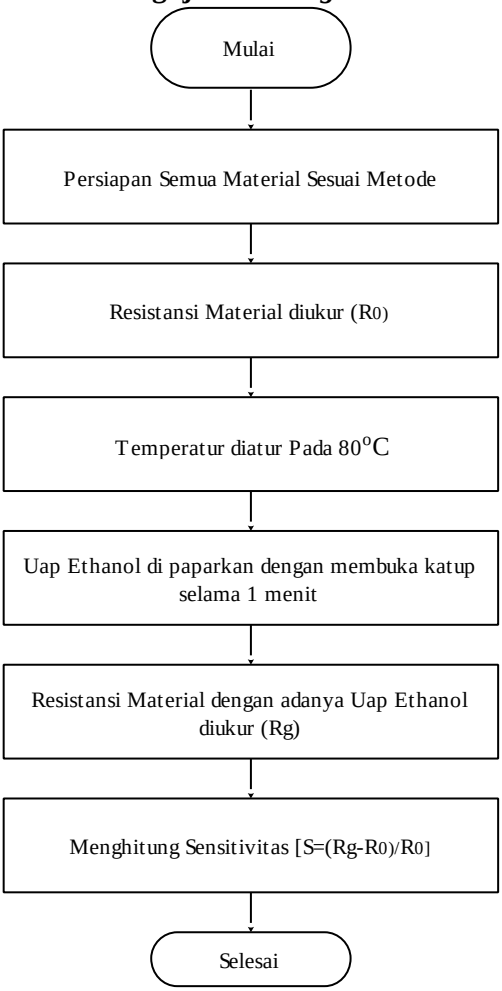
Gambar 3. 6 Diagram Alir Sintesis Polianilin

3.3.2 Prosedur Penelitian



Gambar 3. 7 Diagram Alir Penelitian

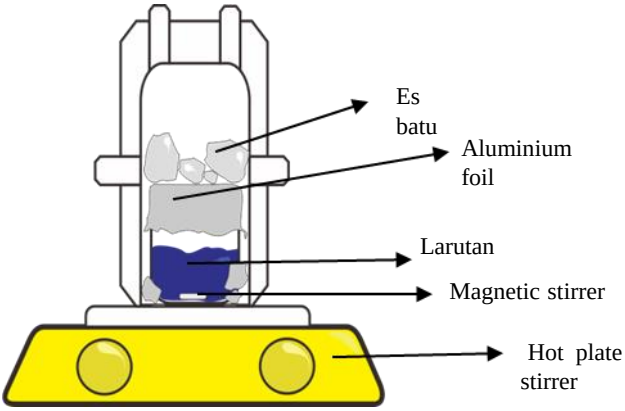
3.3.3 Diagram Alir Pengujian *Sensing* Gas



Gambar 3. 8 Diagram Alir Pengujian *Sensing* Gas

3.3.4 Prosedur Sintesa Polianilin

Pada proses pembuatan bahan polianilin yang telah dilakukan, digunakan monomer anilin sebagai bahan utamanya. Disiapkan larutan aniline hydrochloride dengan mencampurkan monomer aniline 0.1 mol sebanyak 9.313 gram dan HCl 1M sebanyak 100ml didalam gelas beaker. Lalu kedua larutan diaduk selama 1 jam menggunakan magnetic stirrer dan dipastikan bahwa pH larutan pada pH 1. Disiapkan larutan ammonium peroxydisulfate 0,125M sebanyak 28.25 gram dan dilarutkan dengan aquades menjadi 51.5ml. Larutan aniline hydrochloride yang telah teraduk dan ammonium peroxydisulfate 0,125M disimpan selama 1 jam di temperature 0-5°C. Kedua larutan dicampurkan di gelas beaker, dengan cara larutan APS dititrasi kedalam larutan Anilin-HCl dengan mengatur proses titrasi berjalan selama 1 jam. Larutan tersebut diaduk selama 8 jam menggunakan *magnetic stirrer* pada temperatur 0-5°C dengan es batu untuk polimerisasi. Polianilin basa emeraldin (EB) didapatkan yang berwarna biru tua kehitaman. Protonisasi dilakukan dengan cara mencucinya dengan larutan HCL 1M. Kemudian dicuci kembali dengan larutan aceton dan aquades. Larutan disaring dan dikeringkan diatas kertas saring lalu dikeringkan di udara selama 24 jam dan di dalam oven selama 8 jam pada suhu 50°C. Garam emeraldine didapatkan yang berwarna hijau kehitaman sebanyak 9 gram.



Gambar 3. 9 Proses *Stirring*

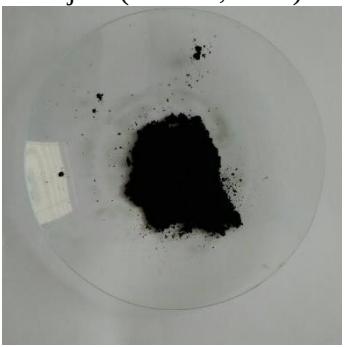
Dalam proses polimerisasinya, terjadi 4 kali perubahan warna, perubahan warna terjadi seiring dengan proses penetesan larutan inisiator kedalam larutan anilin-HCl. Perubahan warna yang terjadi adalah kuning menjadi hijau muda lalu berubah menjadi hijau tua dan pada akhirnya menjadi biru tua kehitaman.

Perubahan warna yang terjadi sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh ghani, 2013. Dimana dari tiap warna menjelaskan tiap-tiap proses yang terjadi. Pada saat awal penetesan larutan inisiator, terjadi perubahan warna campuran menjadi kuning lalu hijau muda, perubahan tersebut menunjukkan bahwasanya telah terjadi proses inisiasi, selanjutnya terjadi proses propagasi dimana monomer anilin saling berikatan satu sama lain membentuk polianilin, hal ini dapat dilihat dari perubahan warna campuran dari hijau muda menjadi hijau tua. Lalu tahapan selanjutnya adalah terminasi dimana ditunjukkan dengan berubahnya warna campuran menjadi biru tua, hal ini disebabkan oleh polianilin mulai banyak terbentuk. Hingga larutan menjadi kehitaman karena polianilin semakin banyak terbentuk dan mengendap didalam campuran.

Setelah itu campuran yang telah di polimerisasi tersebut ditambahkan HCl untuk proses protonisasi, yang mengakibatkan cacat rantai dalam bentuk pasangan dikation karena adanya pengikatan dopan. Proton dari larutan HCl ditarik oleh polianilin yang menyebabkan polianilin menjadi konduktif. Adapun pemilihan HCl menjadi *doping* adalah karena HCl cenderung mudah menguap dalam keadaan vakum. Setelah itu, hasil yang didapatkan dari proses pendopingan adalah *emeraldine salt* yang lalu dianalisa dengan berbagai pengujian.

3.4 Fabrikasi Komposit dan Sensor Gas

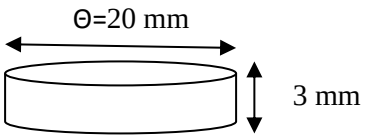
Pada proses fabrikasi komposit PANI/ZnO, serbuk PANI hasil sintesis dicampurkan dengan serbuk ZnO dengan variasi komposisi massa sebesar 0%, 10%, 20% dan 30%. Proses pencampuran menggunakan metode *ultrasonic* dengan alat *ultrasonic cleaner* selama 1 jam (susmita, 2016).



Gambar 3. 10 Serbuk PANI Garam Emeraldin

Penelitian mengenai sensor dalam bentuk pelet sebelumnya pernah dilakukan salah satunya penelitian oleh (Ang, 2010) yang membuat pelet sensor untuk senyawa organic yang mudah menguap dari SnO_2 dan La-SnO_2. Serbuk mengalami pengerjaan dingin (*cold press*) pada cetakan *stainless steel* ketebalan 3 mm dan diameter 20 mm dengan *pressure* 200 bar. Proses pembuatan pelet menggunakan metode kompaksi menggunakan alat press. Proses pembentukan adalah berupa

bahan serbuk dimasukkan kedalam cetakan (*die*) kemudian dilakukan kompaksi (*compaction*). Setelah dilakukan kompaksi serbuk membentuk *green body* yang sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan. *Green body* tersebut kemudian disinter tujuannya adalah agar terjadi proses difusi antar partikel akan menyatu, dan terbentuk logam yang padat. (Rusianto, 2005). Alat press yang digunakan memiliki tekanan maksimal 200 bar, proses kompaksi pada alat tersebut tidak boleh melebihi 200 bar dikarenakan saat pengujian serbuk PANI/ZnO yang telah memadat hasilnya baik dan solid.



Gambar 3. 11 Dimensi Pelet hasil proses kompaks

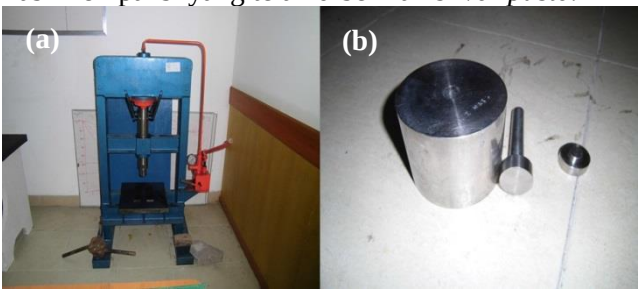
Setelah proses pencampuran selesai, sebagian serbuk komposit PANI/ZnO dipisahkan untuk dibuat pelet untuk menguji konduktivitas elektrik DC dan uji penginderaan gas..

Densitas PANI diketahui melalui proses *trial and error* dengan mengkompaksi 1gram polianilin dan dihitung volume hasil kompaksinya, didapatkan sebesar 1.32gr/cm^3. Nilai densitas tersebut sesuai dengan literatur dari Stejskal, 2001. Untuk densitas ZnO, diketahui dari Lee, J.-H. *et al.* (2009) sebesar 5.61gr/cm^3.

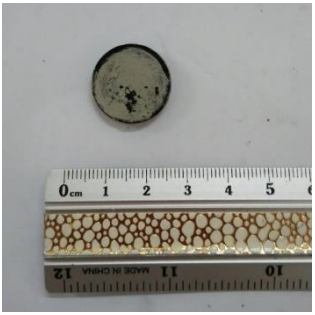
Tabel 3. 1 Massa Komposit PANI/ZnO yang Digunakan Dalam Proses Kompaksi

Material	Massa Kompaksi (gram)
PANI	1.10
PANI/ZnO 10%	1.20
PANI/ZnO 20%	1.43
PANI/ZnO 30%	1.60

Pelet komposit hasil kompaksi yang akan diuji konduktivitas elektrik DC dan penginderaan gas diberikan *silver paste* sebagai elektroda untuk medapatkan nilai konduktivitas yang merata pada saat pengujian. Pada Gambar 3.13 merupakan pellet hasil kompaksi yang telah diberikan *silver paste*.



Gambar 3. 12 Mesin kompaksi (a) dan Dies (b)



Gambar 3. 13 Pelet Hasil Kompaksi

3.5 Variabel Penelitian

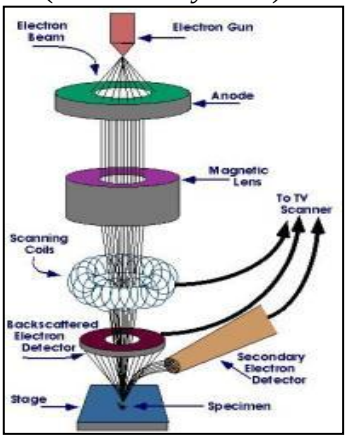
Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah komposisi ZnO terhadap matriks polimer komposit Polianilin, yaitu dengan persentase 0%, 10%, 20% , dan 30% yang selanjutnya disebut PANI, PZ1, PZ2 dan PZ3.

3.6 Pengujian Karakterisasi

Pengujian karakterisasi yang dilakukan di penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.6.1 *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Pengujian SEM dilakukan di Laboratorium Karakterisasi Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Pengujian SEM bertujuan untuk mengamati morfologi dari material komposit. Prinsip dasar SEM adalah memfokuskan sinar elektron (*electron beam*) di permukaan obyek dan mengambil gambarnya dengan mendeteksi elektron yang muncul dari permukaan obyek. Jika elektron mengenai suatu benda maka akan timbul dua jenis pantulan yaitu pantulan elastis dan non-elastis. Dari pantulan non-elastis didapatkan sinyal elektron sekunder dan karakteristik sinar X. Sedangkan dari pantulan elastis didapatkan sinyal *backscattered* elektron (BSE). Pada SEM, gambar dibuat berdsarkan deteksi BSE yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel dipindai dengan elektron. Elektron-elektron yang terdeteksi selanjutnya diperkuat sinyalnya, kemudian besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap terang pada monitor CRT (*Cathode Ray Tube*).



Gambar 3. 14 Mekanisme Kerja SEM

Pengujian ini menggunakan mesin SEM Inspect S50 seperti yang terlihat pada Gambar 3.15. Sampel yang digunakan berupa serbuk komposit PANI/ZnO. Sampel ditempelkan pada *holder* kemudian dimasukkan ke dalam mesin SEM. Permukaan sampel diamati dengan berbagai perbesaran. Dari hasil uji SEM dapat diketahui topografi dan morfologi permukaan sampel, ukuran partikel komposit PANI/ZnO dan persebarannya.

Gambar 3. 15 Alat Uji SEM

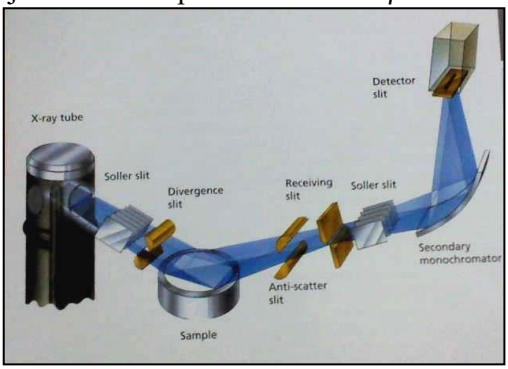
3.6.2 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium Karakterisasi Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS Surabaya menggunakan instrumen *Thermo Scientic Nicolet* IS10. Pengujian FTIR bertujuan untuk melihat adanya gugus fungsi tertentu yang terbentuk pada spesimen uji. Prinsip dasar pengujian FTIR adalah interaksi energy dengan suatu materi. Saat spesimen uji ditembakkan dengan sinar inframerah, atom-atom dalam spesimen uji akan bergetar atau bervibrasi sebagai akibat energy yang berasal dari sinar inframerah tidak cukup kuat untuk menyebabkan terjadinya atomisasi ataupun eksitasi elektron.

Besar energi vibrasi setiap komponen molekul berbeda-beda tergantung pada kekuatan ikatan yang terdapat pada molekul.

3.6.3 *X-Ray Dispersion Spectroscopy* (XRD)

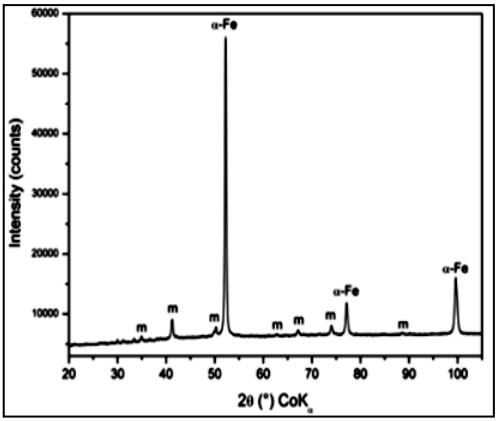
Pengujian XRD dilakukan di Departemen Teknik Material FTI-ITS Surabaya. Pengujian XRD memiliki tujuan untuk memastikan adanya *filler* ZnO dan melihat persebaran *filler* ZnO dalam matriks PANi. Untuk mengetahui tingkat persebaran dari *filler* dilihat dari grafik hasil XRD dengan sumbu x berupa 2θ dan sumbu y berupa intensitas. Analisis persebaran *filler* didasarkan oleh jarak 2θ antar puncak intensitas *filler* ZnO.



Gambar 3. 16 Skema kerja XRD

Sampel PANI/ZnO dianalisa menggunakan XRD dengan mesin PANalytcal seperti yang terlihat pada Gambar 3.18. Data dan grafik hasil pengujian XRD selanjutnya dicocokkan dengan JCPDS (*Joint Committee of Powder Diffraction Standard)* untuk mengetahui struktur kristal yang sesuai.

Hasil pengujian XRD berupa grafik antara intensitas dan sudut pengukuran (2θ) seperti pada Gambar 3.17. Puncak-puncak difraksi menunjukkan fasa yang harus diidentifikasi (dibahas pada analisis kualitatif dan intepretasi hasil).



Gambar 3. 17 Contoh Hasil Pengujian XRD

Analisis kualitatif adalah proses indentifikasi unsur-unsur yang ada dalam sampel. Analisis kuantitatif bertujuan untuk menjawab berapa banyak unsur X, Y dan Z yang ada dalam sampel. Dalam rumusan yang sederhana, analisis kualitatif dilakukan dengan cara menentukan energi dari puncak yang ada dalam spektrum dan membandingkan dengan tabel energi emisi sinar-x dari unsur-unsur yang sudah diketahui. Analisa kuantitatif tidak hanya menjawab unsur apa yang ada dalam sampel tetapi juga konsentrasi unsur tersebut. Untuk melakukan analisa kuantitatif maka perlu dilakukan beberapa proses seperti: meniadakan *background*, *dekonvolusi peak* yang bertumpang tindih dan menghitung konsentrasi unsur. Seperti yang tercantum pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 2 Informasi Yang Terkandung Dalam Karakter Tinggi, Posisi Serta Lebar Dan Bentuk Puncak Difraksi (Pratapa, 2004).

No	Karakter	Informasi dari material	Informasi dari instrument
1	Posisi puncak (2 θ)	• Fasa kristal/identifikasi • Struktur kristal • Parameter kisi • Regangan seragam	• Kesalahan 2θ • Ketidaktepatan penempatan sampel
2	Tinggi puncak (intensitas)	• Identifikasi • Komposisi • Hamburan tak koheren • *Extinction* • *Preferred-orientation*	
3	Lebar dan bentuk puncak	• Ukuran kristal (bukan partikel atau grain) • Distribusi ukuran	• Duplet radiasi • Divergensi aksial • Kedataran permukaan sampel

Pada penelitian ini diperlukan suatu analisa lanjut untuk memperoleh pengaruh dari ukuran kristal tehadap fasa yang terbentuk. Ukuran kristral sendiri dapat dihitung sesuai dengan rumus Debye Scherrer yaitu,

$$D = \frac{0.9\lambda}{B\cos\theta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.1)$$

Analisa lanjut yang dilakukan adalah analisa kuantitatif dan identifikasi fasa. Hasil analisa tersebut akan memberikan gambaran kondisi pengukuran serta sifat-sifat kristal yaitu posisi, tinggi, dan lebar, serta puncak difraksi.

Semua sampel serbuk PANI/ZnO dianalisa menggunakan alat XRD PANalytcal seperti yang terlihat pada gambar 3.18 dan

disesuaikan dengan *Joint Committee of Powder Difraction Standart* (JCPDS).

Gambar 3. 18 Mesin XRD PANalytcal

3.6.4 Konduktivitas Listrik

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur besar konduktivitas listrik pada suatu material. Resistansi pada material yang akan digunakan diukur menggunakan LCR meter, lalu nilai tersebut dikonversi sehingga didapatkan nilai konduktivitas listrik material.

Tahanan listrik (R) berbanding lurus dengan panjang material (l), dan berbanding terbalik dengan luas area material yang dialiri listrik. Dimana nilai resistivitas dapat diperoleh dengan rumus:

$$R = \frac{l}{A} \times \rho \quad (3.2)$$

Dimana :
ρ = Tahanan listrik spesifik (Ω.m) material
ι = Panjang/Tebal material
A = Luas area

Conductivitymeter sebenarnya tidak mengukur nilai konduktifitas listrik, tetapi mengukur konduktivitas listrik spesifik (*specific conductivity*). Konduktivitas listrik spesifik adalah nilai konduktivitas listrik untuk tiap satu satuan panjang. Konduktivitas listrik spesifik ini disimbolkan dengan σ, adalah kebalikan dari tahanan listrik spesifik (ρ):

$$\sigma = {}^{1} / \rho \qquad (3.3)$$

Dimana konduktivitas listrik spesifik menggunakan satuan S/m (Siemens per meter).

3.7 Pengujian Sensitivitas

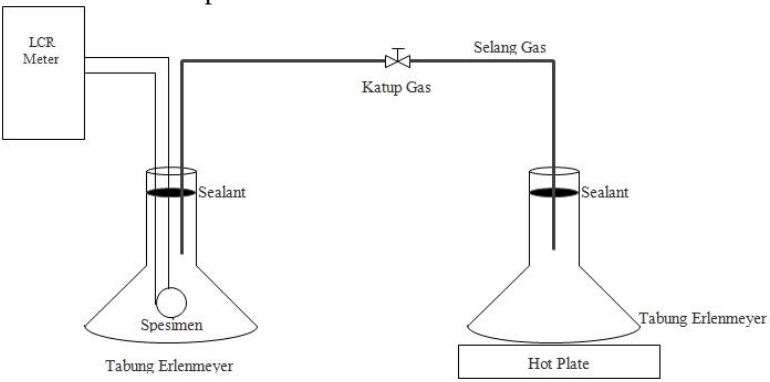
3.7.1 Prosedur pengujian *sensing* gas

Spesimen sensor komposit PANI/ZnO yang sudah di *pelletizing* selanjutnya akan dilakukan pengukuran sensitivitasnya dengan menggunakan LCR meter. Pengujian ini dilakukan pada sebuah rangkaian tabung *erlenmayer* seperti pada gambar 3.xx. selanjutnya resistansi material sebelum dipapar gas diukur dan dianggap sebagai R_o. lalu tabung *erlenmayer* dipanaskan hingga temperatur 80°C menggukanan *magnetic stirrer*. Setelah etanol menguap, katup selang dibuka untuk proses pemaparan gas selama 1 menit. Resistansi material setelah terpapar gas selama 1 menit diukur (R_g). Selanjutnya didapatkan tahanan setelah terpapar uap ethanol. kemudian didapatkan nilai sensitivitasnya dengan rumus:

$$S=(R_g-R_o)/R_o \qquad (3.4)$$

Dimana S adalah sensitivitas sensor, Rg adalah resistansi setelah dialiri uap ethanol dan dinyatakan dalam ohm (Ω), dan Ro adalah resistansi sebelum dialiri uap ethanol dalam ohm (Ω).

Setelah itu data yang diperoleh dari percobaan tersebut dianalisa dan ditarik kesimpulan.



Gambar 3. 19 Ilustrasi Pengujian Sensitivitas Gas Etanol

BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

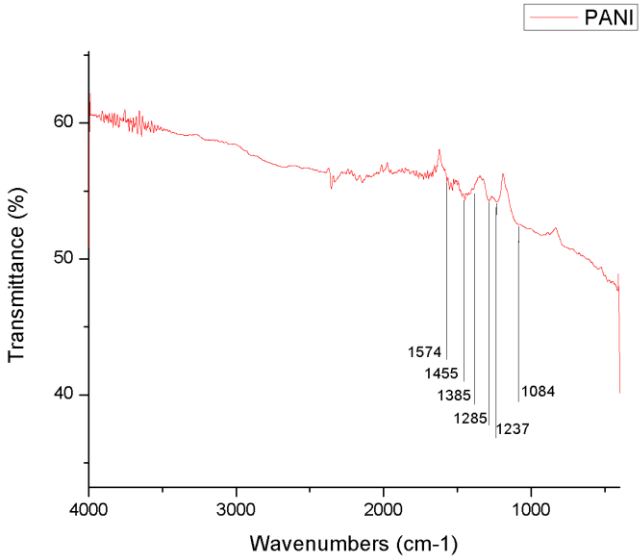
Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis anilin menjadi serbuk polianilin yang selanjutnya disebut PANI. Kemudian dilakukan pencampuran antara serbuk PANI dan *Zinc Oxide* yang selanjutnya disebut ZnO. Dari proses pencampuan tersebut diperoleh material komposit dengan matriks PANI dan pengisinya ZnO dengan komposisi matriks dengan pengisinya secara keseluruhan berurutan yaitu PANI/ZnO (90/10), PANI/ZnO (80/20), PANI/ZnO (70/30). Komposisi massa ZnO secara keseluruhan berurutan yaitu 10%, 20%, dan 30%. Hasil dari pencampuran tersebut dipreparasi untuk kemudian dilakukan karakterisasi dan analisis seperti berikut.

4.1 Hasil Pengujian Karakterisasi Komposit PANI/ZnO

4.1.1 Hasil Uji FTIR

Analisis FTIR ini bertujuan untuk mengamati gugus fungsi serta ikatan kimia yang terbentuk dari Material Komposit PANI/ZnO. Spektrum FTIR diperoleh dari permukaan spesimen Material Komposit PANI/ZnO dengan komposisi ZnO sebesar 10%, 20%, dan 30%. Analisis dilakukan dengan membandingkan spektrum gugus fungsi dari Material Komposit PANI/ZnO dengan perbedaan komposisi dari *Zinc Oxide*.

Dari hasil uji FTIR didapatkan grafik yang dapat dilihat dari Gambar 4.1. Uji FTIR ini sendiri bertujuan untuk mengetahui jenis ikatan yang muncul pada material uji. Adapun pada hasil uji FTIR untuk polianilin dapat dilihat pada Lampiran A. hasil uji spektroskopi FTIR ini kemudian dicocokkan dengan hasil penelitian Geethalakshmi *et al*, 2013 dan gomes *et al*, 2012. Yang ditunjukkan pada Tabel 4.1



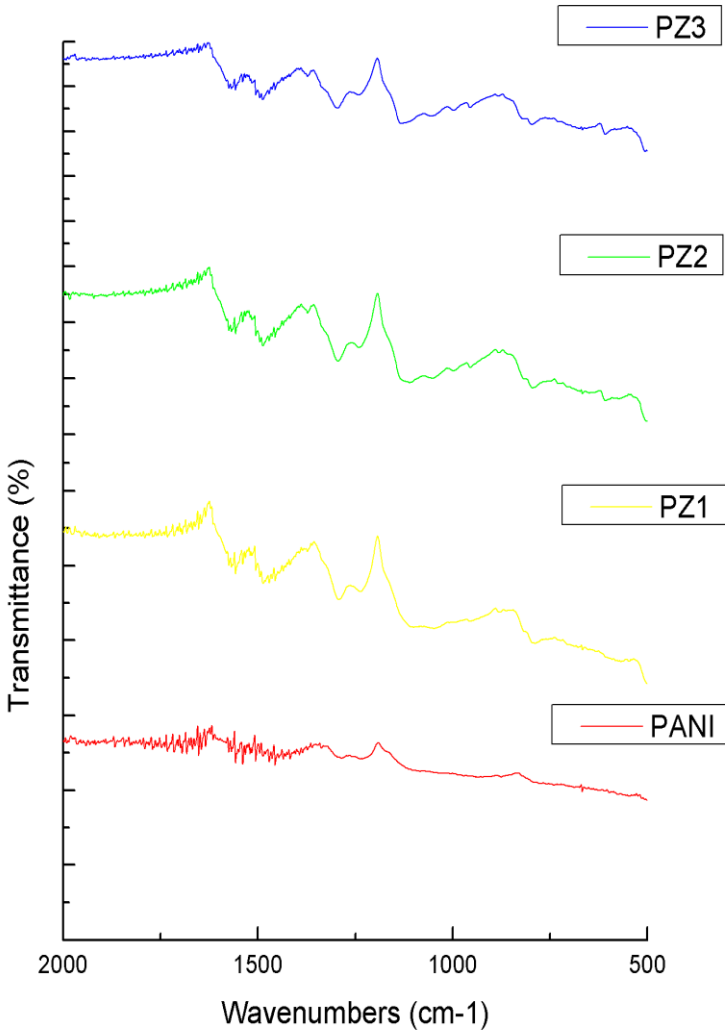
Gambar 4. 1 Spektrum material PANI

Tabel 4. 1 Data Spektroskopi FTIR dari PANI yang telah di *doping* HCl

Wavenumber (cm^{-1})	Gugus
1574	Peregangan C=C cincin quinoid
1455	Peregangan C-C cincin benzenoid
1385	Peregangan C-N cincin quinoid
1285	Peregangan C-N cincin benzenoid
1237	Peregangan struktur polaron $C\text{-}N^{+\bullet}$
1084	Vibrasi struktur-NH^{+}=

Dari Gambar 4.1 terlihat adanya puncak spektrum pada bilangan gelombang 1460 cm^{-1} dan 1573 cm^{-1} yang menunjukkan adanya peregangan ikatan C-C gugus *benzenoid* dan C=C gugus *benzenoid.* Keduanya merupakan gugus cincin yang ada pada semua fasa PANI. Hal yang membedakan adalah perbandingan antara keduanya adalah pada PANI fasa garam emeraldin, memiliki rasio 1:3. Perbandingan gugus ini dapat diketahui melalui transmitasi dari kedua puncak. Sehingga mengindikasikan PANI yang terbentuk pada penelitian ini adalah garam emeraldin.

Selanjutnya, pada bilangan gelombang 1385 cm^{-1} terdapat puncak yang memiliki intensitas rendah, puncak ini menunjukkan peregangan ikatan C-N disamping cincin *quinoid.* Sedangkan puncak bilangan gelombang 1287 cm^{-1} menunjukkan peregangan ikatan C-N pada cincin *benzenoid.* Karateristik spektrum PANI yang terdoping bersifat konduktif terdapat pada puncak 1237 cm^{-1}. Puncak ini menandakan peregangan struktur polaron $C\text{-}N^{+\bullet}$, yang terbentuk dari hasil doping PANI dengan HCl. Pada bilangan gelombang 1084 cm^{-1} terdapat puncak spektrum yang menandakan vibrasi dari struktur $\text{-}NH^{+}=$, struktur ini terbentuk dari proses doping PANI dengan HCl (Gomes, 2012). Seperti yang terlihat dari Tabel 4.1. Menurut penelitian sebelumnya (Gomes *et al*, 2012 dan Geethalakshmi *et al*, 2013) hasil dari uji FTIR ini menunjukkan polianilin berhasil terbentuk dengan fasa garam emeraldin.



Gambar 4. 2 Spektrum FTIR Material Komposit PANI/ZnO

Pada Gambar 4.2 menunjukkan spektrum polianilin dan komposit PANI/ZnO dengan variasi komposisi massa. Dari gambar tersebut diketahui bahwasanya terjadi pergeseran bilangan gelombang dan kenaikan persentase transmitansi. Pergeseran gelombang yang terjadi tidak berbeda jauh dari polimer PANI. Data pergeseran dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Daftar *Peak* Spektrum FTIR Komposit PANI/ZnO

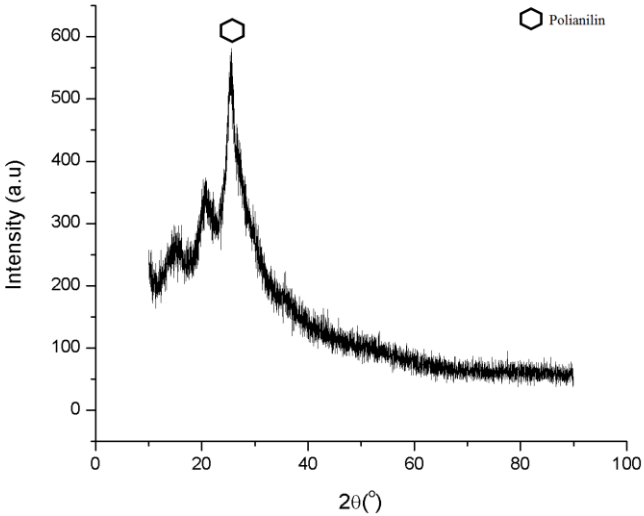
Wavenumber (cm^{-1})				Gugus
PANI	PZ1	PZ2	PZ3	
1574	1574	1574	1574	Peregangan C=C cincin quinoid
1460	1455	1455	1455	Peregangan C-C cincin benzenoid
1385	1385	1372	1372	Peregangan C-N cincin quinoid
1287	1292	1294	1295	Peregangan C-N cincin benzenoid
1237	1236	1240	1241	Peregangan struktur polaron C-$N^{+\bullet}$
1084	1047	1050	1056	Vibrasi struktur-NH^{+}=

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ZnO pada matriks PANI tidak mempengaruhi tingkat oksidasi dari PANI itu sendiri. Dapat disimpulkan bahwa komposit PANI/ZnO yang terbentuk memiliki fasa garam emeraldin.

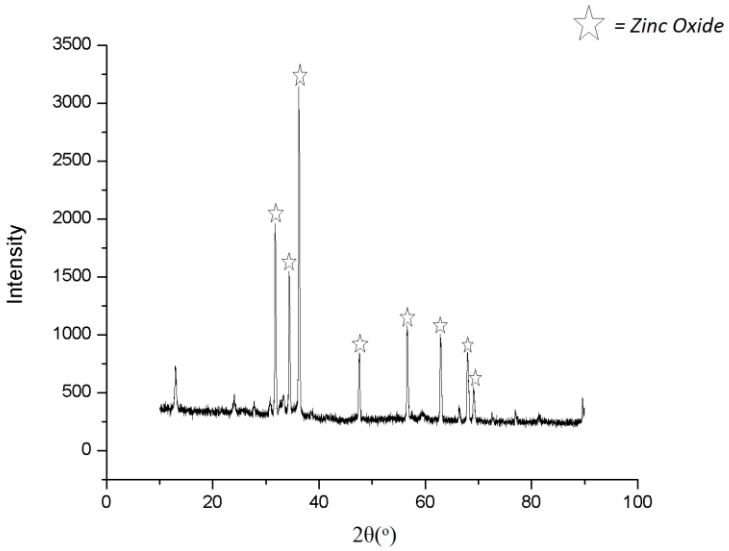
4.1.2 Hasil Uji XRD

Pengujian XRD dilakukan dengan menggunakan alat Philips Analytical, terhadap sampel serbuk. Pengujian dilakukan dengan sinar X menggunakan range sudut yang tergolong panjang, yakni 0°-90° dan menggunakan panjang gelombang sebesar 1.54056 Å.

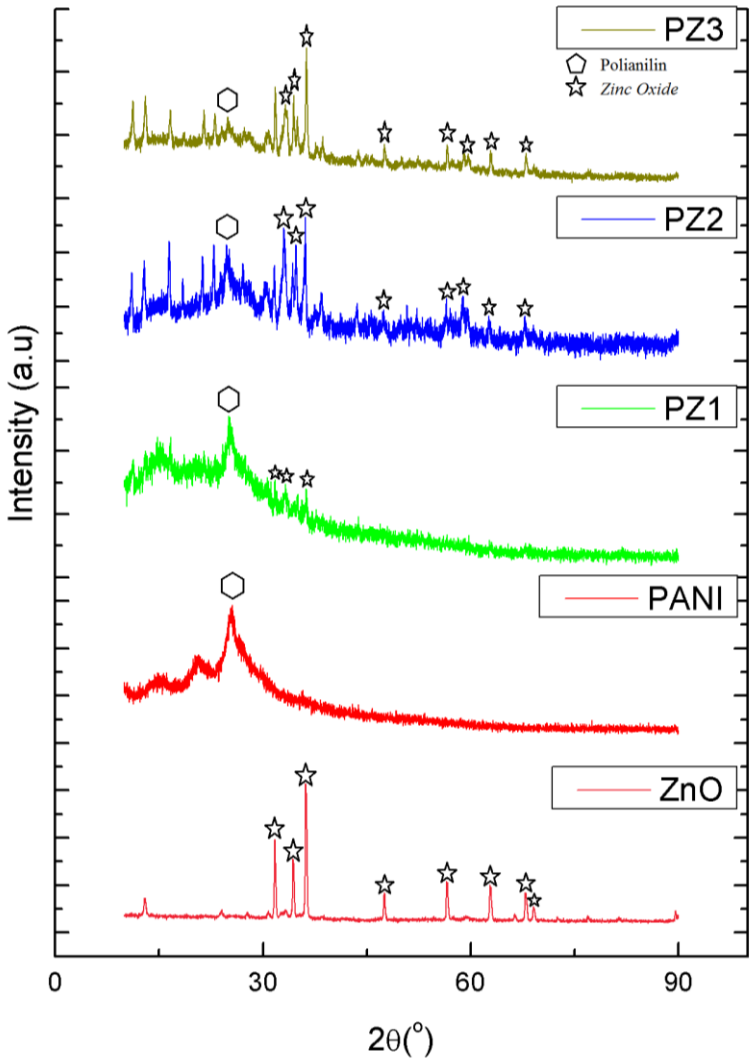
Dari pengujian XRD, terlihat struktur yang terbentuk adalah amorfus yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Pola yang terbentuk cenderung sama dengan pola hasil analisa XRD yang telah dilakukan Meroufel *et al*, 2008 (Gambar 4.4). Grafik data XRD menunjukkan adanya puncak dan lembah yang melebar dan cenderung tumpul, dan juga banyaknya rumput yang menjadi ciri khas struktur amorfus, sehingga dapat disimpulkan bahwasanya struktur kristal polianilin ini adalah amorfus. Terdapat satu *peak* yang timbul pada hasil XRD polianilin, yaitu pada sudut $2\theta = 25.46^{o}$. Hasil dari pengujian sampel bersesuaian dengan JCPDF number 00-053-1717, dimana terdapat senyawa polianilin dengan rumus kimia C_6H_7N dan orientasi kristal 020.



Gambar 4. 3 Hasil analisa XRD Material PANI



Gambar 4. 4 Hasil analisa XRD Material ZnO



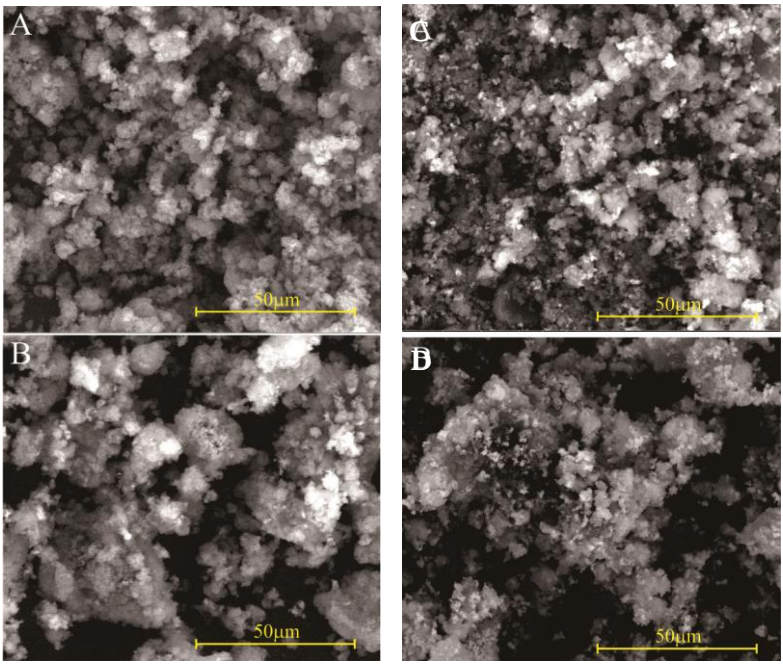
Gambar 4. 5 Perbandingan Hasil uji XRD Material Komposit PANI/ZnO 0%, 10%, 20% dan 30%.

Gambar 4,5 menunjukkan Pola XRD pada Komposit PANI.ZnO. Dalam percobaan ini yang menjadi variasi adalah rasio komposisi massa yaitu 0%, 10%, 20% dan 30%. Dari hasil pengujian XRD ditemukan bahwa fasa yang terjadi pada ketiga sampel tersebut adalah sama, yakni heksagonal. Hal tersebut bisa dilihat pada grafik XRD dari ketiga sampel yang mempunyai pola difraksi yang sama.

Pada pengujian XRD setelah dilakukan variasi komposisi ZnO, didapatkan bahwa hasil dari pengujian sampel bersesuaian dengan JCPDF number 00-053-1717 dan JCPDF number 01-079-0206. Pola XRD menunjukkan orientasi Kristal (020) pada 2θ 26.46^0, (100) pada 31.68^0, (002) pada 34.34^0, (101) pada 31.17^0, (102) pada 47.60^0, (110) pada 56.69^0, (103) pada 62.79^0, dan (112) pada 67.87^0. Dari hasil pengujian XRD ditemukan bahwa terjadi penurunan intensitas *peak* PANI seiring dengan penampahan rasio komposisi massa ZnO. Hal tersebut dapat kita amati pada Gambar 4.5. Intensitas *Peak* ZnO semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya penambahan rasio komposisi massa pada komposit PANI/ZnO.

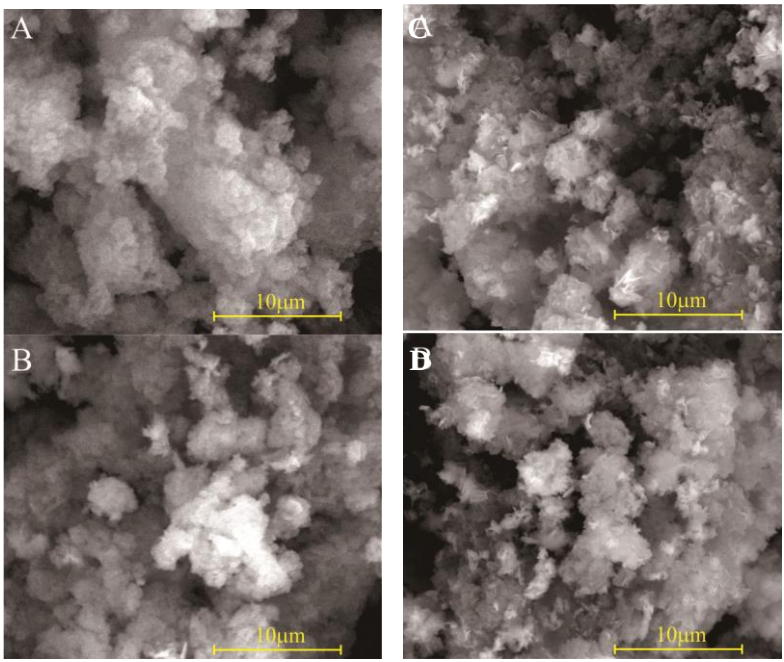
4.1.3 Hasil Uji SEM

Analisis SEM pada penelitian ini dilakukan untuk mengamati fasa yang terbentuk Material Komposit PANI/ZnO. Secara umum terlihat pada Gambar 4.7-4.9, mikrograf dari sampel material .



Gambar 4. 6 Mikrogram SEM Material Komposit PANI/ZnO yang menunjukkan sebaran partikel pada perbesaran 2.500x (a) 0%, (b) 10%, (c) 20%, dan (d) 30%

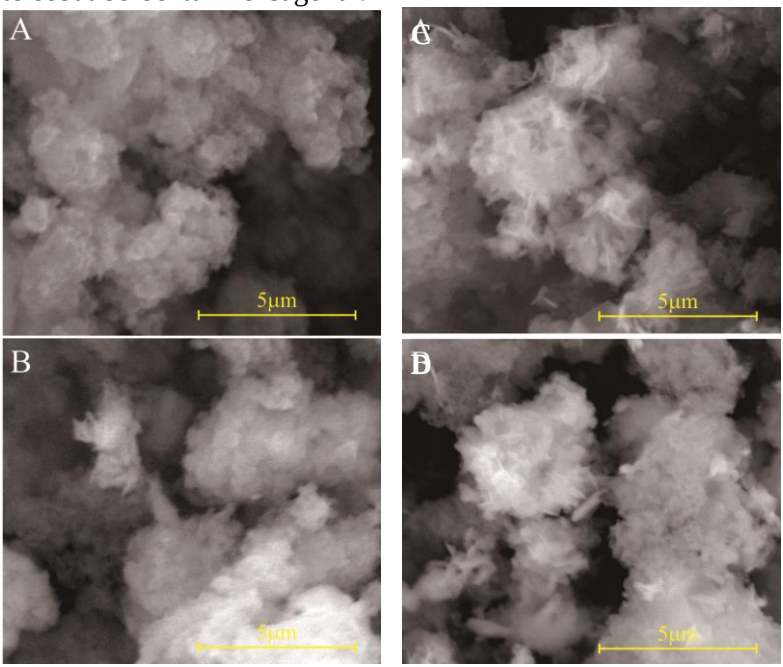
Dari Gambar 4.6 diatas, terlihat adanya perbedaan morfologi dari komposit PANI/ZnO. Pada sampel (a), partikel-partikel PANI teraglomerasi dan memiliki morfologi *spherical.* Perbedaan morfologi terlihat jelas pada sampel (d) , dimana aglomerasi partikel semakin besar dan permukaan partikel pada sampel ini bentuknya cenderung lebih kasar bila dibandingkan dengan sampe (a). Sehinggga penambahan ZnO sendiri mempengaruhi morfologi komposit dan juga merubah permukaan partikel komposit menjadi lebih kasar.



Gambar 4. 7 Mikrogram SEM Material Komposit PANI/ZnO yang menunjukkan sebaran partikel pada perbesaran 10.000x (a) 0%, (b) 10%, (c) 20%, dan (d) 30%

Selanjutnya, pada Gambar 4.7 merupakan mikrogram SEM material komposit PANI.ZnO dengan perbesaran 10.000x. Penggumpalan/aglomerasi partikel PANI/ZnO menjadi lebih jelas terlihat. Pada sampel (a) merupakan gumpalan PANI yang memiliki morfologi *spherical*. Bentuk tersebut dipengaruhi oleh rasio mol antara larutan anilin-cl dengan larutan inisiator, dan juga temperatur sintesis (Tang, 2011). Tedapat perbedaan yang menonjol pada sampel (d), dimana terlihat partikel-partikel kristal yang tersebar pada partikel PANI, partikel kristal tersebut tidak lain adalah ZnO. Dimana semakin banyak penambahan ZnO menyebabkan partikel kristal tersebut semakin terlihat jelas. Dari

hasil analisis uji XRD, diketahui bahwasanya partikel kristal tersebut berbentuk heksagonal.



Gambar 4. 8 Mikrogram SEM Material Komposit PANI/ZnO yang menunjukkan sebaran partikel pada perbesaran 25.000x (a) 0%, (b) 10%, (c) 20%, dan (d) 30%

Dari mikrogram SEM komposit PANI/ZnO dengan perbesaran 25.000x terlihat dengan sangat jelas perbedaan menonjol dari sampel uji. Perbedaan paling signifikan terlihat antara sampel (a) dan sampel (d). Dimana partikel ZnO tersebar diantara partikel PANI. Hal ini menyebabkan permukaan komposit menjadi lebih kasar. Dari Gambar 4.8 menunjukkan bahwa persebaran Zno merata didalam matriks PANI.

Adapun pengaruh penggumpalan dan kekasaran permukaan material komposit PANI/ZnO yaitu, semakin banyak penggumpalan akan mengakibatkan jarak antar partikel menjadi

lebih besar, sehingga proses eksitasi elektron menjadi terhambat. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa konduktivitas listrik komposit PANI.ZnO menurun seiring dengan penambahan rasio massa ZnO.

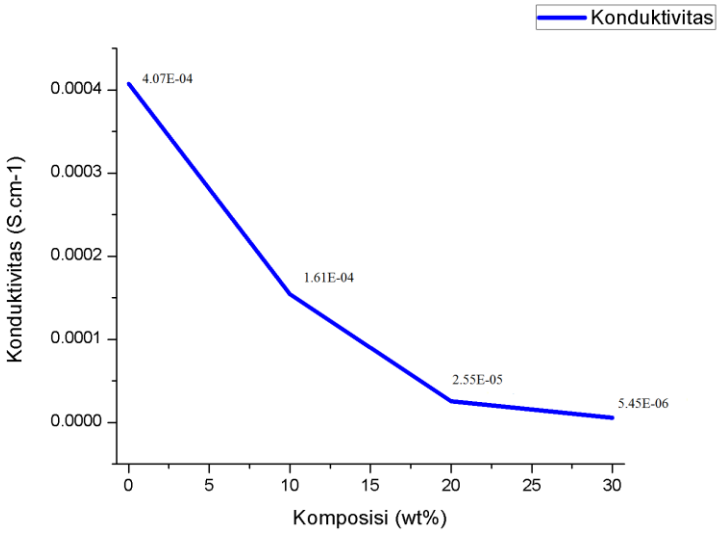
4.2 Analisis Konduktivitas Listrik DC Material Komposit PANI/ZnO

Sifat konduktivitas listrik merupakan sifat yang penting untuk dianalisis pada Material Komposit PANI/ZnO. Pengaplikasian dari Material Komposit PANI/ZnO sebagai kandidat sensor gas komposit membuat sifat konduktivitas listrik menjadi sifat yang penting untuk dimiliki material komposit ini. Hasil pengujian konduktivitas listrik DC Material Komposit PANI/ZnO dapat dilihat pada Tabel 4.6. Hasil pengujian resistivitas listrik Material Komposit PANI/ZnO diperoleh dengan melakukan pengujian menggunakan alat *LCR* Meter. Kemudian, data yang diperoleh dikonversi menjadi nilai resistivitas listrik spesifik Material Komposit PANI/ZnO, dan selanjutnya hasil tersebut dikonversikan menjadi nilai konduktivitas listrik spesifik Material Komposit PANI/ZnO.

Tabel 4. 3 Konduktivitas Listrik Material Komposit PANI/ZnO

Komposi PANI/ ZnO (% massa)	**Tebal Material (cm)**	**Luas Area Material (cm^2)**	**Resistivitas Listrik (Ω)**	**Resistivitas Listrik Sepsifik (ρ) (Ω.cm)**	**Konduktivitas Listrik Spesifik (σ) (S/cm)**
0	2.8	3.14	2192	2458.17	$4.07x10^{-4}$
10	3.0	3.14	5940	6217.2	$1.61x10^{-4}$
20	2.7	3.14	33860	39377.9	$2.55x10^{-5}$
30	3.4	3.14	202800	187292	$5.45x10^{-6}$

Gambar 4.9 menunjukkan nilai konduktivitas material komposit PANI/ZnO. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai konduktivitas material komposit PANI/ZnO menurun seiring dengan penambahan penguat ZnO. Hal tersebut disebabkan oleh panjang pita konduksi ZnO yang mengakibatkan proses eksitasi elektron menjadi semakin lambat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mostafaei *et al*, 2012. Dari data yang didapatkan dari pengujian, komposit PANI/ZnO dengan rasio 0% memiliki nilai konduktivitas tertinggi yaitu sebesar 4.07×10^{-4}, konduktivitas PANI/ZnO dengan rasio 10% memiliki nilai konduktivitas yang lebih rendah yaitu 1.61×10^{-4}. Sama halnya dengan komposit PANI/ZnO dengan rasio 20% dan 30% juga mengalami penurunan nilai konduktivitas secara beruntun sebesar 2.55×10^{-5} S/cm dan 5.45×10^{-6} S/cm.



Gambar 4. 9 Konduktivitas Listrik Material Komposit PANI/ZnO

4.3 Analisis Hasil Penginderaaan Gas Etanol

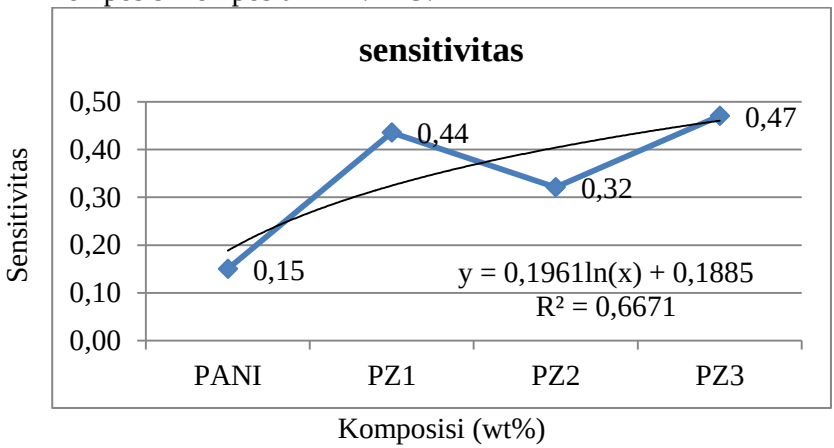
Pellet yang telah di uji konduktivitas listrik sebelumnya di preparasi kembali untuk perlakuan uji penginderaan gas Etanol. *Silverpaste* yang sebelumnya dilapiskan pada permukaan komposit dibersihkan menggunakan amplas *grade* 2000 agar pernukaan yang akan diuji menjadi lebih sensitif ketika dipaparkan gas etanol. Pengujian penginderaan dimulai dengan memasukkan *pellet* komposit PANI/ZnO kedalam tabung *erlenmayer* kemudian alat dipasang sedemikian rupa seperti yang terlihat pada Gambar 3.19. Selanjutnya tabung *erlenmayer* yang berisi cairan etanol di panaskan pada temperatur 80°C agar dapat menguap dengan sempurna. Setelah etanol menguap, katup dibuka selama satu menit agar material uji terpapas gas etanol. Selanjutnya nilai resistivitas setelah terpapar gas diukur. Perbandingan nilai resistivitas inilah yang nantinya menjadi acuan apakah material yang diujikan dapat digunakan menjadi material *sensing* atau tidak. Tabel 4.4 menunjukkan data nilai konduktivitas material uji.

Tabel 4. 4 Nilai sensitivitas komposit PANI/ZnO

No	Komposisi PANI/ZnO (wt%)	R Sebelum Terpapar Gas (ohm)	R Setelah Terpapar Gas (ohm)	Sensitivitas
1	0	1.95×10^{2}	2.30×10^{2}	1.50×10^{-1}
2	10	5.64×10^{3}	1.00×10^{4}	4.36×10^{-1}
3	20	4.35×10^{4}	6.40×10^{4}	3.21×10^{-1}
4	30	1.75×10^{5}	3.30×10^{5}	4.70×10^{-1}

Dari Tabel 4.6 terlihat adanya perubahan resistivitas pada saat komposit PANI/ZnO sebelum dan sesudah terpapar gas etanol. Terlihat nilai resistivitas dari material meningkat pada setiap penambahan rasio komposisi massa. Namun sedikit menurun pada penambahan rasio massa 20% ZnO. Gambar 4.10

menunjukkan grafik dari nilai sensitivitas untuk tiap variasi komposisi komposit PANI/ZnO.



Gambar 4. 10 Nilai Sensitivitas Material Uji Komposit PANI/ZnO

Dari Gambar 4.10, nilai sensitivitas terendah terdapat pada PANI murni yaitu sebesar $1.50x10^{-1}$. Lalu pada komposit PANI/ZnO 10%, nilai sensitivitas nya meningkat menjadi $4.36x10^{-1}$. Selanjutnya terjadi penurunan nilai sensitivitas dari komposit PANI/ZnO dengan penambahan rasio massa 20% menjadi $3.21x10^{-1}$. Dan untuk campuran yang terakhir, nilai sensitivitas yang dimiliki adalah yang terbesar yaitu sebesar $4.70x10^{-1}$. Hal ini menunjukkan bahwasanya komposit PANI/ZnO dengan penambahan rasio massa 30% memiliki nilai sensitivitas tertinggi.

Luas permukaan aktif memiliki peran yang besar terhadap peningkatan respon sensor terhadap gas, diperlukan teknologi yang dapat menghasilkan ukuran partikel yang sangat kecil (nano) sehingga luas permukaan yang berinteraksi dengan gas uji akan menjadi lebih luas.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Telah berhasil disintesis material polianilin (PANI) menggunakan metode oksidasi dengan penambahan *zinc oxide* (ZnO) sebesar 0%*wt*, 10%*wt*, 20%*wt*, dan 30%*wt*. Semakin banyak penambahan ZnO berdampak pada menurunnya konduktivitas listrik komposit PANI/ZnO. Hal tersebut dipengaruhi oleh penggumpalan material seperti yang terlihat dari hasil pengujian SEM yang mengakibatkan konduktivitas listriknya menurun. Komposit PANI/ZnO yang paling baik untuk menjadi kandidat sensor gas etanol adalah komposit PANI/ZnO dengan presentase rasio massa 30%*wt* yang memiliki nilai sensitivitas tertinggi sebesar 0.47.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:
1. Material komposit diaplikasikan pada lapisan film tipis.
2. Menggunakan gas lain untuk pengujian sensitivitas.
3. Melakukan variasi konsentrasi gas.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Adams, P.N., Laughlin P.J., Monkman A.P. 1995. *Low Temperature Synthesis of High Molecular Weight Polyaniline*. Durham. Elsevier.

A.Meroufel. 2007. *Electrochemical and Anticorrosion Performance of Zin-Rich and Polyaniline Powder Coatings.* Elsevier Electrochemica Acta. Vol.53,2331-2338.

Armes S. P., Miller J. F. 1988. *Synthetic Metal.*

Asrori, M.Z. 2000. *Fisika Polimer.* Surabaya. Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Boeva, 2013, *Polyaniline: Synthesis, Properties, and Application*. Moscow. Pleiades Publishing.

Brust, J. C. M. 2010.*Ethanol and Cognition: Indirect Effects, Neurotoxicity and Neuroprotection: A Review*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 7 (4): 1540–57. PMC 2872345 . PMID 20617045.

Callister, W.D. 2007. *Materials Science and Engineering: An Introduction*. York. Wiley.

Chandrakanthi R.L.N, and M.A. Careem, *Thin Solid Films*, 2002, 417, 51.

Epstein, A.J, Ginder J.M, Angelopuolus M, & Mac Diarmid A.G. 1987. *Insulator Metal Transition in Polyaniline, Effect Protonation on Emeraldine Polyaniline Base*. Journal Synthetic Metal.

Francis R, Joy N, Aparna P, Vijayan R. 2014. *Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: a review*. Polymer Rev. 2014;54:268–347.

Geethalakshmi, D., Muthukumarasamy, N, Balasundaraprabhu, R. 2013. *Effect of dopant concentration on the properties*

of HCl-doped PANI thin films prepared at different temperatures. India. Elsevier

Hiskia, I Dewa Putu Hermida. 2006. *Pengembangan Sensor Gas Karbon Monoksida (CO) berbasis* SnO_2. Prosiding Seminar nasional Tenaga Listrik dan Mekatronika 2006. ISBN 979-26-2441-24

Hosseini, S.H. 2010. *Study of Polyaniline Conducting Polymer as Sensor for Some Agricultural Phosphorus Pesticides.* New York. Springer.

Jundale, D.M. 2013. *Polyaniline-CuO Hybrid Nanocomposites: synthesis, structural, morphological, optical and electrical transport studies.* New York. Springer

Kalpakjian, S., 2003. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*, Fourth Edition, Illinois Institute of Technology, Chicago.

Liu, Rongcheng, dkk. 2010. *Fabrication and characteristics of composite containing HCl-doped polyaniline and Ni nanoparticles*. China. Elsevier.

M. Sittig. Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens. 2nd ed. Noyes Publications. Park

MacDiarmid A.G., Epstein A.J. 1992. *Polyaniline: Synthesis, Chemistry and Processing.* Weinheim: VCH

Mazumdar, Sanjay. 2002. *Composites Manufacturing.* Amerika Serikat. CRC Press.

Paulowicz, V. Hrkac, S. Kaps, V. Cretu, O. Lupan, T. Braniste, V. Duppel and Y.K. Mishra, 2015. *Advanced Electronic Materials*,

Preetam Singh, 2008. *ZnO nanocrystalline powder Synthesized by Ultrasonic Mist-Chemical Vapour Deposition.* Elsevier Optical Materials, vol 30, 1316-1322.

R.K. Sonker and B.C. Yadav, Materials Letters, 2015, 160, 581

Richardson, H.W. 2000. *Copper Compounds.* Amerika Serikat. Ulmann.

Sharma B, and A. Gupta, 2009. “Synthesis and Characterization of PANi-ZnO and its dielectric behavior,” Synthetic Metals, vol. 159,pp. 391–395.

Smith William, and Javad Hashemi, 2010. *Foundations of Materials Science and Engineering.* 5th Edition.

Submaranian, dkk. 2015. *Structural and Electrical Properties of CuO, CuO2, Cu2O Nanoclusters.* India. Medziyagotira.

Stejskal J. 2002. *Polyaniline: Preparation of Conducting Polymer (IUPAC Technical Report).* Czech Republic: International Union of Pure and Applied Chemistry Macromolecular Division IV.

Sulimenko T, Stejskal J, Krivka I, Prokes J. 2001. *Eur. Polym. J.*

Talwar, Vivek, Onkar S, & Ravi C.S. 2014. ZnO Assisted Polyaniline Nanofibers and its Application as Ammonia Gas Sensor. Elsevier Sensors and Actuators vol.191, 276-282.

Tang, Shiow-Jing, dkk. 2011. *Polymerization of aniline under various concentrations of APS and HCl.* Jepang. The Society of Polymer Science, Japan.

Trivedi D.C., 1997. *Handbook of Organic Conductive Molecules and Polymers.*Chichester: Wiley.

Vaseem Mohammad, Ahmad Umar, Yoon-Bong Hahn 2010. *ZnO Nanoparticles: Growth, Properties, and Applications*

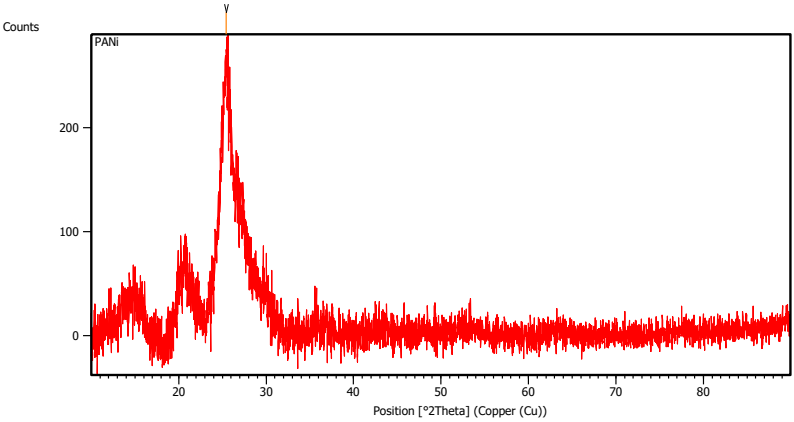
Yet Ming C. 1997. *Physical Ceramics, Principles for Ceramic Science and Engineering.* John Wilev & Sons. USA.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

Analisa XRD PANI

Dataset Name	PANi
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian 2017\Juni\14 juni\Aditya\PANi\PANi.rd
Comment	Configuration=Reflection-Transmission Sp Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Mini
Measurement Date / Time	6/14/2017 9:59:00 AM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	10.0084
End Position [°2Th.]	89.9764
Step Size [°2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	10.1500
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [°C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type	XPert MPD
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	200.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

Main Graphics, Analyze View: (Bookmark 2)



Peak List: (Bookmark 3)

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
25.4651	175.07	0.4080	3.49500	100.00

Pattern List: (Bookmark 4)

Document History: (Bookmark 5)

Insert Measurement:
- File name = PANi.rd
- Modification time = "6/15/2017 9:14:09 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Interpolate Step Size:
- Derived = "Yes"
- Step Size = "0.01"
- Modification time = "6/15/2017 9:14:09 AM"
- Modification editor = "PANalytical"

Search Peaks:
- Minimum significance = "1"
- Minimum tip width = "0.02"
- Maximum tip width = "1"
- Peak base width = "2"
- Method = "Minimum 2nd derivative"
- Modification time = "4/20/2017 1:40:06 PM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Subtract Background:
- Add to net scan = "Nothing"
- User defined intensity = "-5"
- Correction method = "Automatic"
- Bending factor = "15"
- Minimum significance = "1"
- Minimum tip width = "0"
- Maximum tip width = "0.5"
- Peak base width = "2"
- Use smoothed input data = "Yes"
- Granularity = "30"
- Modification time = "4/20/2017 1:39:43 PM"
- Modification editor = "Teknik Material"

More items… (Bookmark 6)

More items… (Bookmark 7)

More items… (Bookmark 8)

More items… (Bookmark 9)

More items… (Bookmark 10)

More items… (Bookmark 11)

More items… (Bookmark 12)

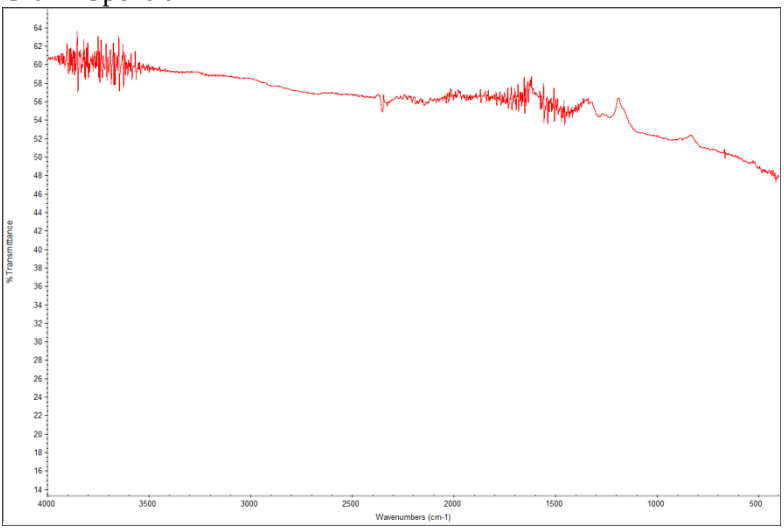
More items… (Bookmark 13)

More items… (Bookmark 14)

More items… (Bookmark 15)

Analisa FTIR PANI

Grafik Spektrum



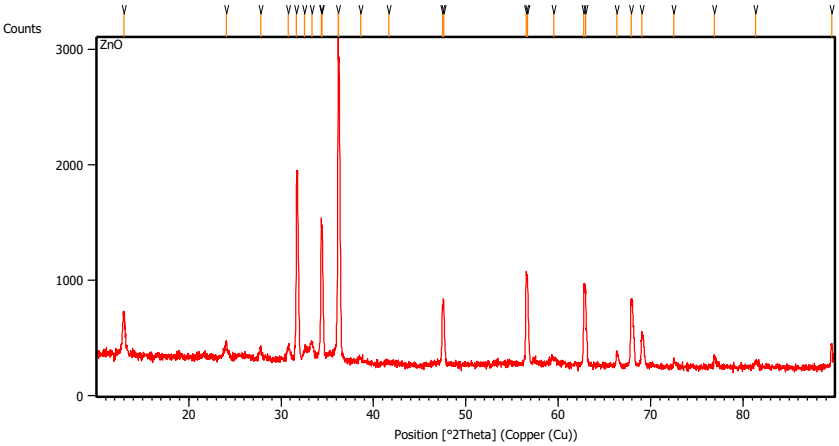
Peak list:

Position:	416.68	Intensity:	47.157
Position:	666.87	Intensity:	49.789
Position:	1237.22	Intensity:	54.194
Position:	1385.42	Intensity:	54.995
Position:	1393.17	Intensity:	54.719
Position:	1416.91	Intensity:	54.205
Position:	1434.79	Intensity:	54.160
Position:	1455.40	Intensity:	53.331
Position:	1463.22	Intensity:	54.208
Position:	1470.84	Intensity:	53.736
Position:	1486.71	Intensity:	54.548
Position:	1495.03	Intensity:	54.942
Position:	1505.37	Intensity:	53.814
Position:	1515.24	Intensity:	55.025
Position:	1520.06	Intensity:	54.846
Position:	1531.84	Intensity:	54.802
Position:	1538.56	Intensity:	53.460
Position:	1557.36	Intensity:	53.629
Position:	1567.82	Intensity:	55.154
Position:	1574.42	Intensity:	55.078
Position:	1651.72	Intensity:	54.628
Position:	1682.49	Intensity:	54.810
Position:	1694.37	Intensity:	54.961
Position:	1714.68	Intensity:	55.078
Position:	1732.20	Intensity:	55.156
Position:	2351.73	Intensity:	54.791

Analisa XRD ZnO

Dataset Name	ZnO
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian 2017\Juli\Prosca\ZnO.rd
Comment	Configuration=Reflection-Transmission Sp Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Mini
Measurement Date / Time	7/12/2017 1:18:00 PM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	10.0084
End Position [°2Th.]	89.9764
Step Size [°2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	10.1500
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [°C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type	XPert MPD
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	200.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

Main Graphics, Analyze View: (Bookmark 2)



Peak List: (Bookmark 3)

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
12.9743	346.57	0.2342	6.82366	12.71
24.0552	111.55	0.1673	3.69961	4.09
27.8043	80.62	0.2676	3.20870	2.96
30.8016	122.22	0.3011	2.90296	4.48
31.6879	1547.55	0.1004	2.82376	56.75
32.5289	89.37	0.3346	2.75265	3.28
33.3296	160.38	0.2676	2.68833	5.88

34.3472	1226.63	0.1020	2.60882	44.98
34.4502	1174.60	0.0836	2.60340	43.07
36.1741	2727.09	0.0816	2.48114	100.00
36.2727	2650.58	0.0612	2.48077	97.19
38.6150	50.03	0.4896	2.32974	1.83
41.6405	18.01	0.9792	2.16719	0.66
47.4600	507.31	0.0816	1.91413	18.60
47.6074	554.56	0.1020	1.90855	20.34
56.5228	727.91	0.1020	1.62684	26.69
56.6903	735.80	0.1020	1.62243	26.98
59.5136	44.49	0.8160	1.55202	1.63
62.7977	717.65	0.0816	1.47852	26.32
62.9533	649.78	0.1224	1.47524	23.83
66.3417	110.58	0.1224	1.40787	4.06
67.8796	558.27	0.0816	1.37967	20.47
69.0464	292.65	0.1224	1.35918	10.73
72.5307	71.51	0.1632	1.30222	2.62
76.9241	85.22	0.2040	1.23843	3.12
81.3686	43.94	0.2856	1.18164	1.61

89.5905	198.95	0.1632	1.09328	7.30

Pattern List: (Bookmark 4)

Document History: (Bookmark 5)

Insert Measurement:
- File name = ZnO.rd
- Modification time = "7/12/2017 2:19:22 PM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Interpolate Step Size:
- Derived = "Yes"
- Step Size = "0.01"
- Modification time = "7/12/2017 2:19:22 PM"
- Modification editor = "PANalytical"

Search Peaks:
- Minimum significance = "1"
- Minimum tip width = "0.02"
- Maximum tip width = "1"
- Peak base width = "2"
- Method = "Minimum 2nd derivative"
- Modification time = "4/20/2017 1:40:06 PM"
- Modification editor = "Teknik Material"

More items… (Bookmark 6)

More items… (Bookmark 7)

More items… (Bookmark 8)

More items… (Bookmark 9)

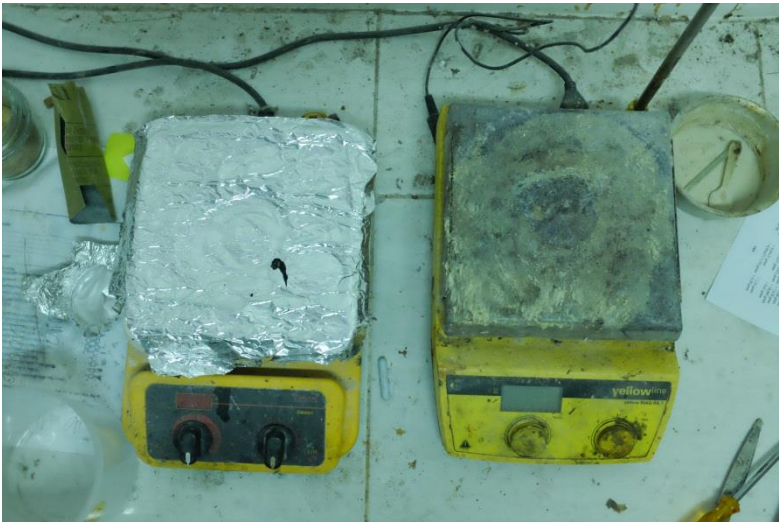
More items… (Bookmark 10)

More items… (Bookmark 11)

More items… (Bookmark 12)

More items… (Bookmark 13)

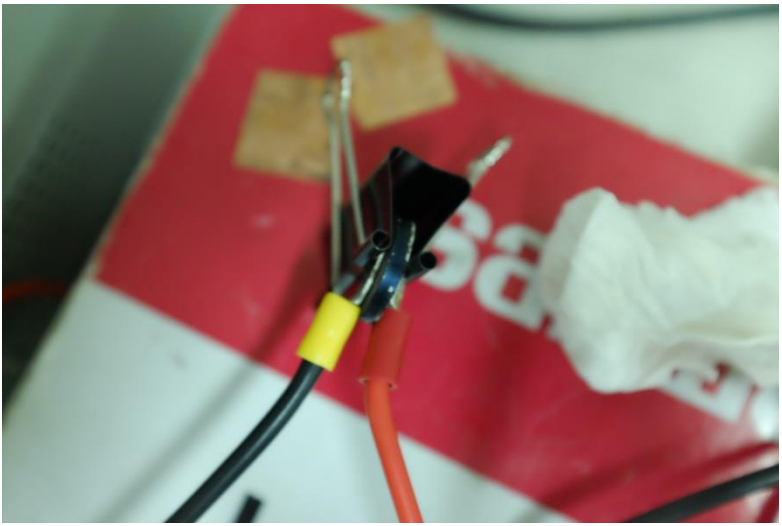
Pengujian Sensitivitas



Gambar *magnetic stirrer*

Gambar LC meter

Gambar mekanisme pengukuran sensitivitas gas



Gambar penempelan elektroda pada material uji

BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Ahmad Prosca Hariansyah, Lahir di Pajar Bulan, 29 September 1995. Merupakan anak tengah dari lima bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di tempat yang berbeda-beda di setiap jenjang nya, yaitu TKIT Raudhatul Anfal dan SDN 03 Bukit Kemuning, SMP IT Al-Multazam Kuningan Jawa Barat, SMA Plus N 17 Palembang. Lulus SMA pada tahun 2013, Penulis melanjutkan studi di ITS melalui jalur SNMPTN (undangan). Penulis diterima di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Semasa perkuliahan, penulis aktif berorganisasi, di ITS, serta pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Perlakuan Panas di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi. Dalam bidang organisasi berawal dari staff Departemen Pengabdian Masyarakat HMMT FTI-ITS 2014-2015. Lalu terpilih menjadi anggota Dewan Perwakilan Mahasiswa ITS mewakili distrik Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Penulis menduduki jabatan sebagai Kabid. Internal DPM-ITS periode 2015-2016. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di Pabrik Indarung IV bagian proses PT Semen Padang, Padang. Disana penulis menganalisa masalah yang terjadi pada Coal Mill 4K2 dan Coal Mill 4K3 dalam rangka pemaksimalan produksi *Fine Coal* Pabrik Indarung IV. Penulis menutup kuliah di kampus dengan Tugas Akhir berjudul "***Sintesis dan Karakterisasi Komposit Polianilin/ZnO sebagai Aplikasi Sensor Gas Etanol***".

Email : proscaph@ymail.com
WA : 085383501176

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)