

Saya / Kami akui bahawa telah membaca  
karya ini dan pandangan saya /kami karya ini  
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muada Kejuruteraan Mekanikal (Struktur dan Bahan)

Tandatangan :.....  
Nama Penyelia I :.....  
Tarikh :.....

PENYEDIAAN BAHAN PIEZO SERAMIK MELALUI GABUNGAN SOL-GEL DAN  
PEMROSESAN SERAMIK SECARA KONVENSIONAL

MOHD HAFIZ BIN HAMZAH

Laporan ini dikemukakan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur & Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

OKTOBER 2008

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan:.....

Nama Penulis:.....

Tarikh:.....

Untuk ayah dan ibu tersayang

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur saya kepada kehadiran Illahi kerana Rahmatnya dapatlah Saya menyiapkan laporan Projek Sarjana Muda 2 ini dengan jayanya. Di sini Saya ingin mengucapkan berbanyak terima kasih kepada penyelia saya, En. Wan Mohd Farid bin Wan Mohamad di atas bimbingan dan dorongan yang diberikan sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini.

Saya juga ingin mengucapkan kepada pihak pengurusan makmal, terutamanya juruteknik-juruteknik yang memberi kerjasama dalam memberi maklumat mengenai peralatan mesin yang akan Saya gunakan semasa menjalankan ekperimen nanti. Penghargaan ini juga kepada pensyarah-pensyarah yang turut membantu saya dalam menjayakan projek ini. Semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar-pelajar yang lain.

## ABSTRAK

Proses sol gel merupakan kaedah yang lama dipraktikkan untuk menghasilkan jasad seramik BaTiO<sub>3</sub>. BaTiO<sub>3</sub> yang dihasilkan merupakan bahan piezo seramik dan aplikasinya banyak digunakan dalam industri hari ini. Proses sol gel melibatkan beberapa peringkat sebelum terbentuknya jasad seramik BaTiO<sub>3</sub>. Pada peringkat awal ialah percampuran bahan mentah prapenanda untuk menghasilkan satu larutan. Larutan itu akan menjalani proses pengeringan dan membentuk gel. Selepas terbentuknya gel BaTiO<sub>3</sub>, ia akan melalui proses pembakaran. Akhir sekali, serbuk barium titanat terhasil. Untuk menghasilkan jasad seramik BaTiO<sub>3</sub>, ia akan melalui proses konvensional seramik. Antara proses yang terlibat ialah proses pengisaran, proses penapisan, proses tekanan dan proses persinteran. Selain itu juga, ujian-ujian pencirian juga dijalankan ke atas ketumpatan pukal sol BaTiO<sub>3</sub> dengan mesin penimbang elektronik, analisis mikrostruktur dengan XRD dan SEM dan sebagainya. Semasa proses sol gel dijalankan, komposisi bahan yang digunakan semasa mestilah tepat untuk menghasilkan BaTiO<sub>3</sub> yang terbaik. Hasil daripada ujikaji ini, terhasilnya jasad BaTiO<sub>3</sub> yang berbentuk solid serta tidak retak walaupun tanpa penggunaan bahan pengikat. Sebagai kesimpulan, BaTiO<sub>3</sub> adalah bahan piezo seramik yang baik di aplikasikan di dalam alat-alat yang sensitif.

## ABSTRACT

Sol gel process is old method was practice to generate ceramic body BaTiO<sub>3</sub>. BaTiO<sub>3</sub> was produced is material piezo ceramic and it have many application inn the industry today. Process sol gel involving several stages before formed BaTiO<sub>3</sub> ceramic body. At first stage is raw material mixture precursor to produced solution. The solution would undergo the process drying and form gel. After established BaTiO<sub>3</sub> gel, it would via firing process. At last process, powder BaTiO<sub>3</sub> was produced. To produced BaTiO<sub>3</sub> ceramic. The BaTiO<sub>3</sub> via conventional process ceramic. The process involved is grinding process, refining process, pressure process and sintering process. Apart from that also, characterization tests was carried out on BaTiO<sub>3</sub> bulk density with scale machine electronic, microstructure analysis with XRD and SEM and others. During the sintering process, right temperature must be used to avoid ceramic body crack producing. Resulted as this experiment, produced its shaped BaTiO<sub>3</sub>'s body solid and do not crack although without binder used. As conclusion, BaTiO<sub>3</sub> is good piezo material ceramic in application for tools which very sensitive.

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b><i>ABSTRACT</i></b>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	ix
	<b>SENARAI RAJAH</b>	x
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiv
<b>BAB 1</b>	<b>Pengenalan</b>	1
	1.1 Latar Belakang Kajian Barium Titanat	1
	1.2 Penyataan Masalah	3
	1.3 Aplikasi Kajian	3
	1.4 Objektif Projek	4
	1.5 Skop Projek	4
<b>BAB II</b>	<b>Kajian Ilmiah</b>	5
	2.1 Pengenalan Jasad Seramik Barium Titanat	5
	2.2 Penyediaan Prapenanda Barium Titanat melalui kaedah Sol-Gel	9



<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	2.3 Penghasilan Barium Titanat	11
	2.4 Ujian-ujian yang dijalankan ke atas Barium titanat	15
<b>BAB III</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	20
	3.1 Pengenalan	20
	3.2 Bahan Mentah dan Peralatan	22
	3.3 Penyediaan Sol gel	23
	3.4 Penghasilan Serbuk Barium Titanat	25
	3.5 Penghasilan Jasad Seramik Barium Titanat	25
	3.6 Ujian Pencirian	27
<b>BAB IV</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	28
	4.1 Pembentukan Sol Gel	28
	4.2 Pencirian XRD bagi Serbuk BaTiO <sub>3</sub>	31
	4.3 Pencirian SEM Bagi Serbuk dan Jasad BaTiO <sub>3</sub>	34
	4.4 Proses Tekanan dan Persinteran	37
	4.5 Ketumpatan pukal Jasad BaTiO <sub>3</sub>	38
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	39
	5.1 Kesimpulan	39
	5.2 Cadangan	40
	<b>RUJUKAN</b>	41
	<b>LAMPIRAN</b>	43

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Suhu Bilik Dielektrik dan Sifat-Sifat Seramik Piezoelektrik Dengan 2 proses  (Suhu Persinteran, 1350°C)  (Sumber:L.Simon –Seveyrat et al. 2005)	17
2.2	Nilai c/a Serbuk Barium Titanat Bergantung Kepada Keadaan Proses yang Berbeza.  (Sumber: Ted A. Asare, 2004)	18
3.1	Sampel Bahan yang Digunakan	23
4.1	Bahan Mentah dan Fungsinya	29
4.2	Pemerhatian semasa ujikaji	31
4.3	Saiz butiran BaTiO <sub>3</sub> sebelum dan selepas persinteran	34
4.4	Nilai ketumpatan pukal bagi ketiga-tiga sampel	38

**SENARAI RAJAH**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
1.1	Fasa $\text{BaTiO}_3$ (Sumber: Hsiao-Lin dan Wang, 2002)	3
2.1	Peralihan Fasa $\text{BaTiO}_3$ disejukkan dari Suhu yang Tinggi (Sumber: Ted A Asare, 2004)	6
2.2	Dimensi Kristalografik kekisi Barium Titanat Berubah dengan Suhu (Sumber: Hsiao-Lin dan Wang, 2002)	7
2.3	Pemalar Dielektrik dan Suhu yang Besar Pergantungan Pemalar elektrik ((Sumber: Hsiao-Lin dan Wang, 2002)	8
2.4	Peralatan Sintesis (Sumber: Kenjiro GOMI, Kenji TANAKA et al. 2004)	11

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.5	Corak XRD bagi zarah-zarah BaTiO <sub>3</sub> dengan Keadaan Berbeza (Sumber:Kenjiro GOMI, Kenji T. et al. 2004)	15
2.6	Corak XRD bagi BaTiO <sub>3</sub> yang di sintesiskan (Sumber: Sreekantan, S. <i>et al.</i> 2008)	16
2.6	Zarah-Zarah BaTiO <sub>3</sub> yang Dianalisis Oleh SEM dengan Campuran Berbeza. (Sumber:Kenjiro GOMI, Kenji TANAKA et al. 2004)	19
3.1	3.1: Proses-proses dalam penghasilan jasad BaTiO <sub>3</sub>	21
3.2	Sampel B dilarutkan menggunakan mesin pelarut	24
3.3	Mendakan putih terbentuk pada akhir proses	24
3.4	Serbuk BaTiO <sub>3</sub>	26
3.5	Hasil selepas proses penekanan dan persinteran	26
3.6	Mikroskop Pengimbasan Elektron, SEM (ZEISS EVO 50)	27

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.7	Mesin Pembelauan Sinar-XRD	27
4.1	Corak XRD untuk Sampel A	33
4.2	Corak XRD untuk Sampel B	33
4.3	Corak XRD untuk Sampel C	33
4.4	Mikrostruktur ketiga-tiga sampel yang melalui proses pembakaran	35
4.5	Mikrostruktur Sample A yang melalui proses persinteran	36
4.6	Mikrostruktur Sample B yang melalui proses persinteran	36
4.7	Mikrostruktur Sample C yang melalui proses persinteran	36
4.8	Jasad BaTiO <sub>3</sub> selepas proses pembakaran	37
4.9	Jasad BaTiO <sub>3</sub> selepas proses persinteran	37

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Peralatan semasa membuat eksperimen	43
B	Mesin yang digunakan semasa membuat eksperimen	44
C	Bahan-bahan kimia yang digunakan	46
D	Sifa-sifat BaTiO <sub>3</sub> dan Penggunaanya	47
E.	Penggunaan komponen PZT dan Kegunaanya	48

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

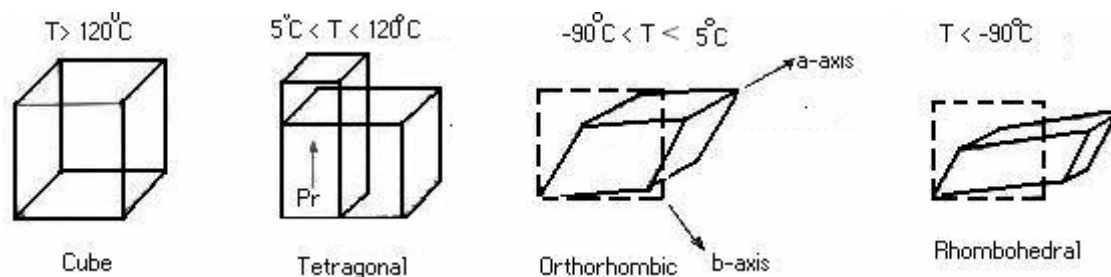
#### **1.1 Latar Belakang Kajian Barium Titanat**

Menurut kajian Satoru Fujishimas (2000) sejarah seramik BaTiO<sub>3</sub> bermula apabila pertama kali di jumpai oleh E. Wainer dan N. Salomon di Amerikat Syarikat pada tahun 1942, T.Ogawa di Jepun pada tahun 1944 dan B. M. Vul di Soviet Union pada tahun 1944 juga. Segala penemuan telah dibuat secara bersendirian tanpa sebarang komunikasi diantara penyelidik-penyelidik kerana berlakunya Peperangan Dunia kedua. Pada permulaannya, para penyelidik mengemukakan bahawa seramik BaTiO<sub>3</sub> adalah bahan feroelektrik yang biasa dan ianya tidak mempunyai sebarang kelebihan piezoelektrik yang khusus. Walaubagaimanapun, pada tahun 1947, penemuan sifat-sifat bahan piezoelektrik oleh S. Roberts di Amerika Syarikat, hasil daripada bahan itu dikutubkan dengan voltan DC yang tinggi. Oleh sebab itu, ianya telah membangkitkan semangat penyelidik lain seperti W. P. Mason dan yang lain untuk mengkaji ciri-ciri bahan piezoelektrik. Pada awal tahun 1950, alat yang terima gelombang piezoelektrik berdasarkan pada seramik BaTiO<sub>3</sub> telah dihasilkan dalam satu jumlah pengguna dan kegunaan ketenteraan. Piezoelektrik seramik barium titanate adalah bahan yang baik untuk alat yang terima gelombang elektro-mekanikal kerana ianya tidak larut di dalam air, pekali gandingan tinggi dan mudah untuk proses pengeluaran.

Daripada kajian yang dibuat oleh Jae Sung Park dan Young Ho Han (2005) BaTiO<sub>3</sub> masih digunakan sebagai satu bahan asas feroelektrik untuk kegunaan komponen elektrik sebagai contoh Kapasitor Seramik berbilang lapis (MLCC), Termistor PTC and Pengesan. Lapisan dielektrik MLCC adalah dihasilkan dengan menggunakan *tape casting of suspension* dengan BaTiO<sub>3</sub> dan Oksida sebagai bahan tambahan dalam larutan organik. Apabila ketebalan lapisan seramik berkurangan, satu percampuran yang lambat antara zarah-zarah BaTiO<sub>3</sub> dan Oksida sebagai bahan tambahan amat diperlukan. Dalam kebanyakan kes, campuran untuk bahan tambahan di dalam sistem seramik telah dilaksanakan secara kaedah mekanikal.

Walaupun bagaimanapun, kaedah tersebut telah menunjukkan satu kejayaan yang tinggi di dalam percampuran bahan tambahan yang homogenus berbanding dengan kaedah campuran bahan kimia. Untuk memaksimumkan penyebaran homogen penambah, kaedah teknik kimia seperti so-gel, pengentalan dan pemendakan homogen telah dipraktikkan sejak akhir-akhir ini. Di dalam kaedah konvensional, penambahan pemendakan sebagai asas untuk larutan dari luar bertindak balas, walaupun satu bes lemah ditambahkan pada larutan, ianya membuat pH menjadi tinggi. Ini membawa komposisi bahan kimia bukan homogen dengan variasi bendasing. Dengan kata lain, kaedah pemendakan homogen adalah salah satu kaedah terbaik untuk mengawal pH serta untuk pembentukan secara cepat dan tebal. Menurut Hsiao-Lin dan Wang (2002), Barium titanat adalah oksida barium dan titanium dengan formula kimia BaTiO<sub>3</sub>. Ia adalah bahan seramik feroelektrik dengan kesan foto bias dan mempunyai ciri-ciri piezoelektrik. Ianya mempunyai 5 fasa berbentuk pepejal iaitu dari suhu tertinggi ke suhu yang rendah iaitu heksagon, kiub, tetragon, ortorombik, struktur hablur rombohedron. Kesemua struktur yang tersenarai ini mempunyai kesan feroelektrik kecuali struktur kiub. Rajah 1.1 di bawah menunjukkan fasa BaTiO<sub>3</sub>.



Rajah 1.1: Fasa BaTiO<sub>3</sub>

(Sumber: Hsiao-Lin dan Wang, 2002)

## 1.2 Penyataan Masalah

Di dalam kajian yang dibuat, terdapat beberapa masalah yang berlaku iaitu Keretakan BaTiO<sub>3</sub> selepas proses pembakaran dan persinteran kerana suhu yang tidak sesuai digunakan. Selain itu juga, penggunaan bahan pengikat meningkatkan kos dan proses menghasilkan BaTiO<sub>3</sub>.

## 1.3 Aplikasi Kajian

Pada masa sekarang, BaTiO<sub>3</sub> merupakan piezoelektrik seramik telah diperkenalkan di dalam ultrasonik sebagai alat yang menerima gelombang, sebagai kuasa mekanikal iaitu tenaga elektrik untuk mengesan tenaga mekanikal seperti piezoelektrik penggerak, kipas piezoelektrik pembersih ultrasonik, dan sebagainya.

Selain itu juga, ianya digunakan juga sebagai alat pengesan seperti pengesan ultrasonik, pengesan ketukan, pengesan kejutan, dan pengesan pecutan. Malahan piezoelektrik turut digunakan dalam menghasilkan komponen litar elektronik sebagai alat pengesan seperti penapis seramik, penapis penyalun, penapis permukaan gelombang

akustik dan sebagainya. Terdapat beberapa kelebihan pada BaTiO<sub>3</sub> yang menyebabkan ianya dipilih dalam menghasilkan alat-alat yang sensitif. Antaranya ialah kebolehanmesinan yang tinggi, perubahan kecekapan elektromekanikal yang tinggi, mempunyai kestabilan yang tinggi, dan sesuai untuk proses pengeluaran, dan lebih menjimatkan.

#### **1.4 Objektif Projek**

Objektif projek ini adalah untuk menghasilkan barium titanat iaitu piezo seramik tanpa sebarang keretakan. Selain itu juga, projek ini adalah untuk mengkaji kesan masa pengelasan, suhu persinteran dan juga tekanan ke atas bahan piezo seramik atau dengan lebih tepat BaTiO<sub>3</sub>. Selain itu juga, projek ini akan menentukan saiz partikel yang dihasilkan, mengkaji mikrostruktur, ketumpatan pukal dan juga sifat-sifat elektrik bagi setiap bahan piezo seramik.

#### **1.5 Skop Projek**

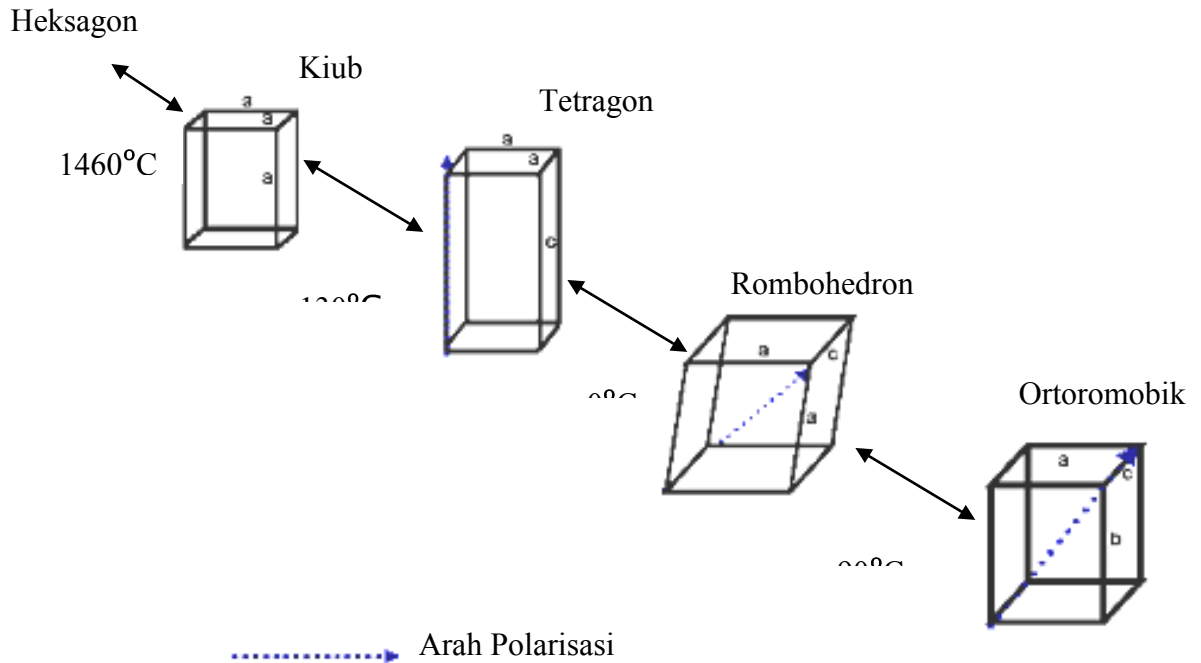
Terdapat beberapa skop yang akan difokuskan semasa menjalankan projek ini seperti mengenalpasti bahan piezo seramik yang digunakan dalam industri yang berkaitan. Selain itu juga, mengenalpasti dan menetapkan pembolehubah seperti masa pengelasan, suhu persinteran dan tekanan semasa proses penyediaan bahan piezo seramik. Semasa menjalankan projek ini juga, ujian-ujian pencirian di lakukan ke atas bahan piezo seramik untuk mengetahui sifat-sifat bahan tersebut dan semua data-data yang terhasil daripada kajian yang di lakukan akan di analisis.

## BAB II

### KAJIAN ILMIAH

#### 2.1 Pengenalan Jasad Seramik Barium Titanat

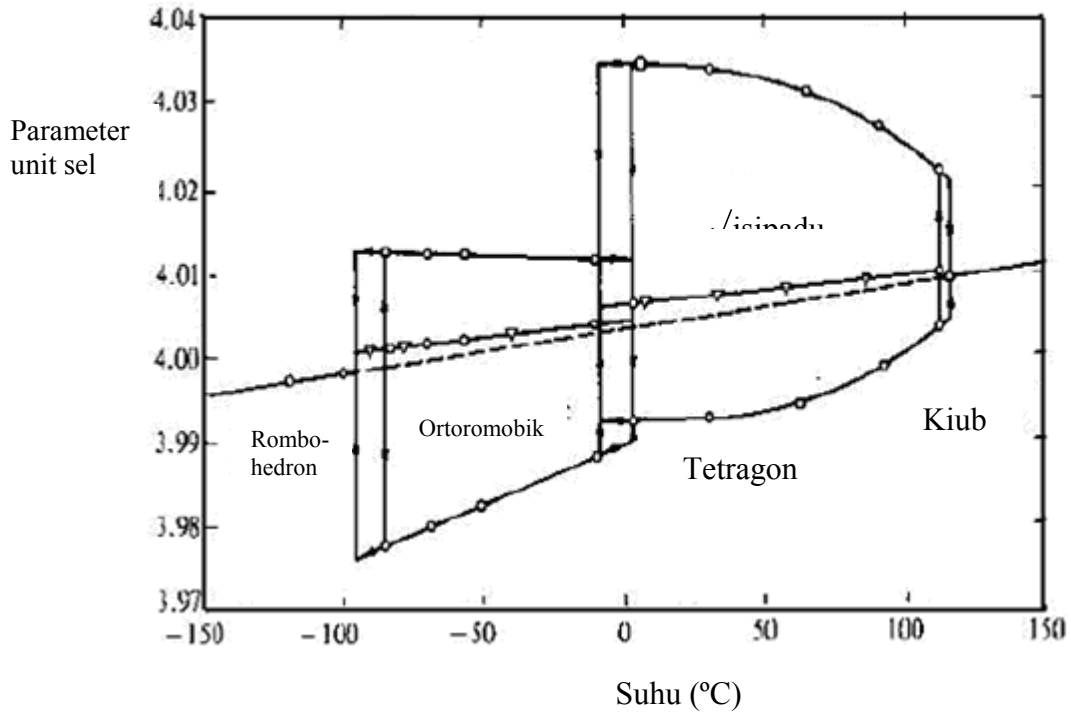
Menurut Ted A Asare (2004),  $\text{BaTiO}_3$  mempunyai lima struktur kristal yang berbeza iaitu heksagon, kiub, tetragon, ortorombik, dan rombohedron. Bagi struktur heksagon dan kiub, ia adalah paraelektrik manakala bentuk tetragon, ortorombik dan rhombohedron adalah feroelektrik. Pada suhu melebihi  $1460^\circ\text{C}$ , struktur heksagon berada di dalam keadaan yang stabil. Apabila  $\text{BaTiO}_3$  disejukkan di bawah suhu  $1460^\circ\text{C}$ , terdapat perubahan fasa telah berlaku dimana heksagon telah berubah kepada fasa kiub. Perkara yang penting ialah berlaku peralihan paraelektrik feroelektrik yang berlaku pada suhu Curie (sekitar suhu  $130^\circ\text{C}$ ). Pada suhu ini, kiub paraelektrik  $\text{BaTiO}_3$  berubah kepada bentuk struktur tetragon feroelektrik dengan memanjang sebelah tepi. Fasa Tetragon adalah stabil sehingga  $0^\circ\text{C}$  di mana ia berubah kepada fasa ortorombik dengan memanjang sepanjang fasa perpenjuru. Akhirnya, perubahan suhu meyebabkan fasa ortorombik berubah kepada fasa rombohedron pada suhu  $-90^\circ\text{C}$ . Rajah 2.1 di bawah menunjukkan peralihan-peralihan fasa  $\text{BaTiO}_3$  disejukkan dari suhu yang tinggi.



Rajah 2.1: Peralihan-peralihan fasa BaTiO<sub>3</sub> disejukkan dari suhu yang tinggi

(Sumber: A. Asare, 2004)

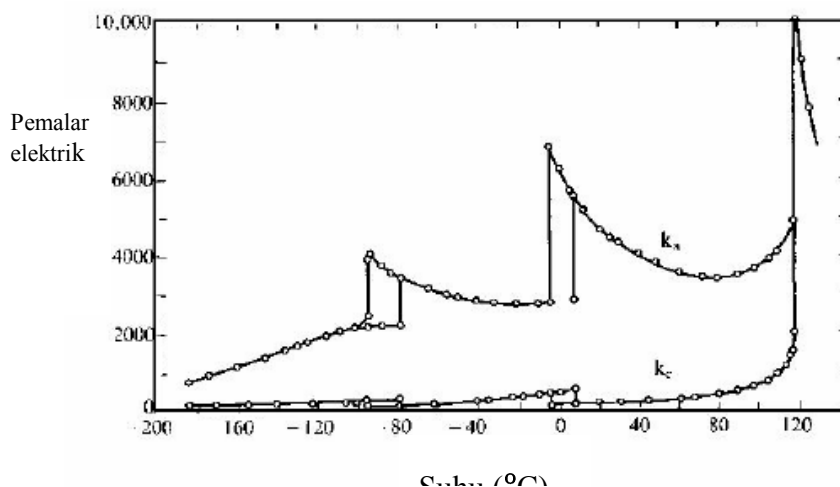
BaTiO<sub>3</sub> merupakan bahan yang pertama memajukan piezoelektrik seramik dan malah ianya masih digunakan dengan meluas. Ia merupakan satu bahan terkenal yang digunakan untuk menghasilkan kapasitor. Demensi kristalografik kekisi BaTiO<sub>3</sub> berubah dengan suhu seperti yang ditunjukkan dalam rajah 2.2. Ianya disebabkan oleh herotan kerana suhu TiO<sub>6</sub> oktahedron telah diturunkan daripada suhu yang tinggi membentuk kiub.



Rajah 2.2: Demensi kristalografik kekisi barium titanat berubah dengan suhu

(Sumber: Hsiao-Lin dan Wang. 2002)

Apabila pengherotan oktahedron berlaku serentak, di mana satu pengutuban spontan sangat besar telah berlaku. Kesan daripada keadaan ini, ia memberi peningkatan untuk pemalar dielektrik dan suhu yang besar pergantungan pemalar dielektrik seperti yang ditunjukkan dalam rajah 2.3 di bawah.



Rajah 2.3: Pemalar dielektrik dan suhu yang besar pergantungan pemalar dielektrik  
(Sumber: Hsiao-Lin dan Wang, 2002)

Dalam rajah 2.2, apabila suhu berada di atas  $120^{\circ}\text{C}$ , titik Curie  $T_c$ , seramik  $\text{BaTiO}_3$  adalah proses struktur kiubisotropi. Kesemua atom-atom Ti berada di dalam kedudukan yang seimbang di tengah-tengah oktahedron. Atom-atom Ti berubah kerana disebabkan oleh kesan daripada dikenakan medan elektrik menyebabkan struktur berubah dan mewujudkan dwikutub elektrik. Sebagai contoh, apabila suhu adalah di bawah suhu Curie, oktahedron menstrukturkan perubahan daripada bentuk kiub kepada simetri tetrahedron dan kedudukan ion titanium menjadi pusat sepadan sipi dengan satu dwikutub elektrik yang tetap.

Apabila suhu telah berubah, ia menyebabkan dimensi kristalografi turut berubah. Perubahan dimensi kristalografi disebabkan oleh herotan oktahedron mengakibatkan oktahedron digandingkan bersama-sama dan mempunyai satu pengutuban spontan yang sangat besar yang menyebabkan satu pemalar dielektrik yang besar berlaku. Ciri-ciri dielektrik seramik  $\text{BaTiO}_3$  ialah dengan merujuk pada suhu, kekuatan medan elektrik, frekuensi dan masa (penuaan) adalah juga sebenar bergantung di penggantian ion-ion lain dalam jumlah yang kecil, pada mikrostruktur, dan di dalam saiz butiran yang halus tertentu.

## 2.2 Penyediaan Prapenanda Barium Titanat melalui kaedah Sol-Gel

Di dalam proses sol-gel sintesis zarah-zarah halus, pelbagai penyelidikan telah dibuat mengenai sifat-sifat serbuk BaTiO<sub>3</sub> seperti komposisi, saiz zarah dan taburan saiz, keadaan secara sintetik, jenis pelarut alkohol, kepekatan cecair, dan kaedah campuran. Untuk menyediakan serbuk BaTiO<sub>3</sub>, (Kenjiro GOMI *et al.* 2003) barium hidroksida oktahidrat dan titanium tetraisoprosida telah digunakan sebagai bahan awal untuk menghasilkan serbuk BaTiO<sub>3</sub> yang halus. Sebanyak 0.4M larutan alkohol isopropil daripada titanium tetraisopropoksida telah disediakan dengan mencairkan titanium tetraisopropoksida ke dalam alkohol isopropil. Larutan cecair 0.2M barium hidroksida telah disediakan dengan mencampurkan barium hidroksida oktahidrat, air suling dan 12N larutan sodium hidroksida. Jumlah bahan penambah natrium hidroksida adalah empat kali titanium di dalam unit molar.

John Wang (1997) telah menggunakan kaedah proses mikroelmsi, bahan prapenanda yang digunakan ialah barium nitrat(>99%, Merk, German), titanium(IV) klorida (>99%, Industri Kima Tulen Hayashi Bhd., Jepun), ketulenan sikloheksana yang tinggi (Kimia Ajak, Australia). Bahan tiada mempunyai ion poli (oksietilena) nonil asid eter karbolik (NP5) dan poli (oksietilena) nonil asid eter karbolik (NP9) (Purata berat antara NP5 dengan NP9 ialah 2:1(Albright Dan Wilson Asia Pte. Bhd, Singapura), dan asid oksalik dihidrat(>99.9%, J T Baker Int., Amerika Syarikat). Bahan-bahan tadi akan dicampur bersama larutan ammonia (28.0-30.0wt%, J. T. Baker Inc., Amerika Syarikat) dan juga asid nitrik (Syarikat Kimia Hetalab, Amerika Syarikat). Tetapi kaedah mikroelmsi, prosesnya terlalu kompleks berbanding dengan proses sol gel kerana ia melalui beberapa peringkat sebelum serbuk BaTiO<sub>3</sub> dapat di hasilkan berbanding dengan kaedah sol gel. Kaedah sol gel memberi kita banyak kebaikan iaitu prosesnya yang mudah untuk di laksanakan, memerlukan suhu yang rendah, dapat mengawal keliangan yang berlebihan, dan kos proses yang murah.

Srimala Sreekantan *et al.* (2008) menggunakan kaedah sol gel untuk menyediakan serbuk BaTiO<sub>3</sub>. Titanium butoksida [Ti(OBu)<sub>4</sub>] (99% Kimia Fluka Co.) telah digunakan sebagai bahan pra penanda dan butanol [BuOH] (99.9% JT Baker) sebagai pelarut. Asid nitrik (HNO<sub>3</sub>) (Merck) telah digunakan sebagai agen peptisasi. Kesemua reagen dan pelarut yang telah digunakan dalam *asreceived* membentuk, tanpa sebarang pembersihan. Pemendakan TiO<sub>2</sub> telah diperolehi dengan menambah 0.4M titanium butoksida ke dalam air suling. Campuran tersebut dikacau pada kelajuan tinggi (300 rpm) dengan titanium butoksida ditambah titis demi setitis. Jumlah air telah ditetapkan pada [H<sub>2</sub>O]/ [Ti] dengan nisbah molar (r) 110. Mendakan tersebut telah dicuci dengan empat kali air suling menggunakan satu emparan. Kemudiannya, tindak balas peptisasi telah dimulakan dengan larutan cecair HNO<sub>3</sub> ([HNO<sub>3</sub>] = 0.25 M) ditambah didalam satu bekas tindak balas dan diletakkan dengan suhu dikawal pada 60°C. Semasa proses peptisasi, larutan pekat (titanium oksid-hidroksida) telah berubah kepada satu larutan biru muda terang yang mana ianya sebagai penanda penggantungan semula mendakan dan pengurangan saiz zarah. Seterusnya, larutan cair alkali yang mengandungi barium telah disediakan dengan mendidihkan air suling sekurang-kurangnya selama 30 minit untuk membuang lebur CO<sub>2</sub>. Suhu air dikekalkan pada 80°C dan dikacau secara sederhana dengan kuantiti yang sesuai BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (Merck, 99%) dan 1M NaOH (Merck, 99.9%) telah ditambah.

Manakala Jianping Zhang (2000), menggunakan 8 gram barium asetat yang dilarutkan di dalam 20 ml, asid asetik pada suhu bilik dengan dikacau. Selepas barium asetat terlarut, bahan pra penanda Ti telah ditambah ke dalam larutan barium asetat untuk menghasilkan sol BaTiO<sub>3</sub>. Kepekatan sol BaTiO<sub>3</sub> telah dikawal dengan mencairkan sol BaTiO<sub>3</sub> dengan etanol. Seterusnya, larutan tersebut di kacau pada suhu 100°C selama 8 jam untuk proses tindak balas dan menghasilkan satu sol BaTiO<sub>3</sub> yang likat.