

BAB I

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang

BaTiO₃ menjadi keramik yang menarik perhatian lebih dari 60 tahun karena karakteristiknya yang unik. Stabil kimia dan mekanik, memiliki sifat feroelektrik pada maupun diatas temperatur ruangan. Memiliki konstanta dielektrik yang tinggi dan *low characteristic* yang rendah, barium titanat telah digunakan sebagai kapasitor, *detector ultrasonic*, *positive temperature coefficient devices*, *pulse generating devices*, *infrared detectors*, *voltage tunable devices in microwave electronics*, *multilayer ceramic capacitors*, *actuators*, *lead-free piezoelectric transducers*, maupun *charge storage devices*^[1-17]. Barium titanat menjadi salah satu keramik feroelektrik paling penting walaupun dengan temperatur proses sintering yang sangat tinggi > 1400 °C.

Barium titanat juga menjadi kandidat pengganti keramik piezoelektrik berbasis timah hitam atau Pb. Karena hingga kini material keramik piezoelektrik berbahan PZT (Pb(ZrTi)O₃), dengan kadar timbal (Pb = 60%) menjadi bahan material keramik piezoelektrik yang sangat dominan di dunia^[1,2]. Toksisitas yang dihasilkan oleh timbal (Pb) menjadi ancaman serius terhadap kesehatan maupun pencemaran baik dalam penambangan, pengolahan, ekstraksi sampai produksi material^[1,2].

Dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti berusaha meningkatkan karakteristik feroelektrik keramik sistem BT (BaTiO₃) dengan memberikan beberapa dopan seperti Mn²⁺, Ca²⁺, maupun Zr²⁺ yang ditambahkan

kedalam keramik sistem BT^[8]. Zr doped BaTiO₃ (BaZ_xTi_{1-x}O₃) menjadi salah satu keramik ferroelektrik dengan sifat yang sangat unggul dibandingkan sistem tanpa pemberian doping, BT (BaTiO₃). Dengan nilai $\epsilon_r = 20.000$ ($V = 3.5$ kV/mm), nilai $d_{33} = 208$ pC/N, $k_p = 31.5\%$ dan $Q_m = 501$. Perkembangan tersebut menjadikan keramik sistem BZT salah satu keramik piezoelektrik non-timbal yang sangat bagus dan menjanjikan^[6].

Secara garis besar, baik keramik ferroelektrik sistem BT, BZT, BCT maupun BZCT memiliki sifat elektrik, terutama dielektrik dan piezoelektrik yang baik, namun sistem tersebut merupakan turunan dari keramik sistem BT, sehingga pada aplikasi praktisnya keramik sistem tersebut memiliki batasan-batasan. Densifikasi dan homogenisasi butiran yang sulit, temperatur *sintering* yang tinggi sekitar 1400-1500 °C dan komposisi dengan nilai konstanta d_{33} tinggi dapat dipastikan memiliki nilai T_c yang rendah^[2,4,7]. Dengan fakta tersebut, keramik sistem BCZT harus dimodifikasi dengan tujuan mengurangi temperatur *sintering* saat proses produksi tanpa mengalami penurunan sifat elektriknya. Turunnya temperatur yang dibutuhkan saat *sintering* tidak hanya mengurangi biaya produksi, tapi juga membuka peluang proses manufaktur untuk aplikasi-aplikasi lain yang membutuhkan prosedur manufaktur khusus, seperti *Thick Film*, *Co-Fired Actuators* maupun *Low Temperatur Co-Fired Ceramic*^[1].

Dopan pembantu *sintering* seperti CuO, Li₂O, MnO₂ dan Bi₂O₃ dapat ditambahkan guna menurunkan temperature *sintering* yang diperlukan pada proses produksi. CuO, dengan kehadirannya sebagai aditif, menghadirkan fasa liquid dalam proses *sintering* keramik BCZT, sehingga mampu meningkatkan laju densifikasi, menurunkan temperatur *sintering* dan meningkatkan sifat ferroelektrik

keramik BCZT. Hal tersebut menjadikan CuO aditif yang digunakan secara luas, baik pada keramik piezoelektrik non-timbal sistem (Na,Bi)TiO₃, ataupun pada sistem (Na,K)NbO₃^[2,17-20]. Namun penelitian atau pengamatan pengaruh penambahan aditif CuO terhadap mikrostruktur, sifat elektrik dan sifat mekanik sangat jarang dilakukan^[2].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan dopan pembantu *sintering* terhadap densifikasi, penyusutan linier, energi aktivasi dan karakteristik dielektrik pada keramik ferroelektrik sistem BCZT (Ba_{0.85}Ca_{0.15}Zr_{0.10}Ti_{0.90}O₃) serta mengetahui penambahan dopan pembantu *sintering* optimum pada keramik ferroelektrik non-timbal sistem BCZT.

II. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini, adalah untuk mempelajari pengaruh penambahan aditif pembantu *sintering* CuO terhadap densifikasi, penyusutan linier, sifat mekanik dan sifat elektrik pada keramik ferroelektrik sistem BCZT (Ba_{0.85}Ca_{0.15}Zr_{0.10}Ti_{0.90}O₃).

III. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mempelajari pengaruh penambahan kadar dopan pembantu *sintering* CuO pada sampel berupa keramik ferroelektrik sistem BCZT (Ba_{0.85}Ca_{0.15}Zr_{0.10}Ti_{0.90}O₃) dengan variasi temperatur *sintering*. Perubahan utama yang dipelajari pada sampel ialah densifikasi, penyusutan linier dan sifat dielektrik. Perubahan tambahan yang dipelajari adalah sifat mekanik dari sampel.

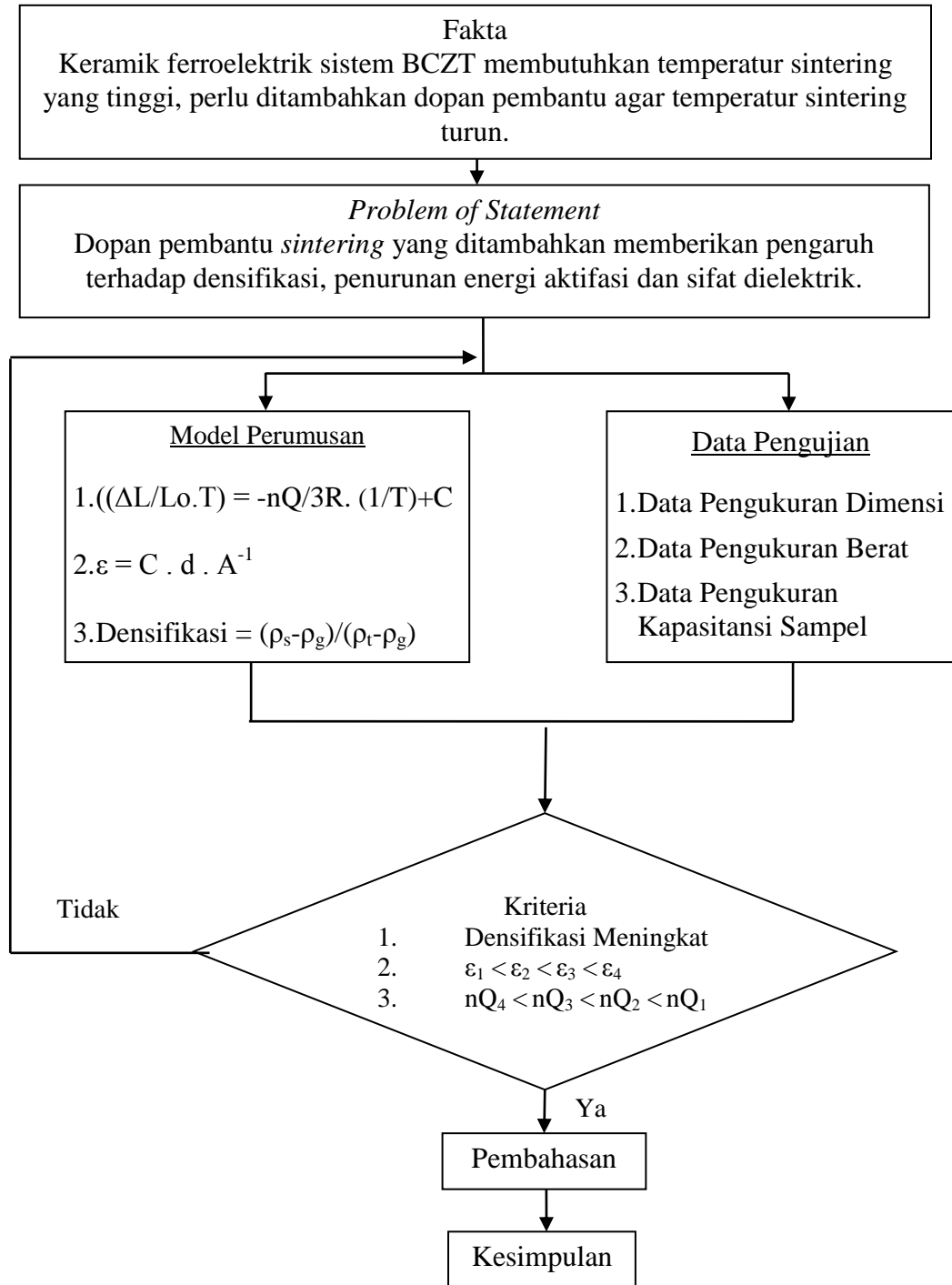
IV. Metodologi Penelitian

Barium titanat menjadi keramik serba guna yang sedang dipelajari untuk mengoptimalkan karakteristiknya. Namun dalam pembuatannya, keramik barium titanat memiliki temperatur produksi *sintering* yang tinggi. Sehingga pada pembuatannya diberikan dopan pembantu *sintering* dalam bentuk *metal oxide*. Temperatur *sintering* yang dibutuhkan pada proses produksi menurun disebabkan oleh fasa likuid ataupun menuju likuid yang hadir dalam sistem, sehingga transportasi massa atau difusi menjadi lebih cepat dan densifikasi pun meningkat. Namun persoalan yang hadir adalah penambahan dopan pada keramik memberikan pengaruh terhadap karakteristik ferroelektrik dari keramik barium titanat, baik karakteristik dielektrik maupun piezoelektrik.

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa penambahan dopan pembantu *sintering* mampu menurunkan temperatur *sintering*, meningkatkan nilai densifikasi, menentukan %mol dan temperatur *sintering* optimum untuk memproduksi keramik barium titanat sistem $\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15}\text{Zr}_{0.10}\text{Ti}_{0.90}\text{O}_3$ serta menentukan apakah kehadiran dopan pembantu *sintering* memberikan pengaruh terhadap karakteristik dielektrik dari keramik barium titanat sistem $\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15}\text{Zr}_{0.10}\text{Ti}_{0.90}\text{O}_3$.

Untuk mendukung penelitian ini, digunakan tinjauan pustaka mengenai karakteristik dan proses sintesis keramik barium titanat (BaTiO_3), Karakteristik dielektrik dan *liquid phase sintering*. Tahapan percobaan yang dilakukan adalah penimbangan serbuk dilanjutkan proses sintesis BaTiO_3 dengan metode reaksi *solid-state*. Setelah itu dilanjutkan proses penggerusan, *mixing* dengan penambahan %mol dopan dan kompaksi. Setelah dimensi sampel terbentuk dan diukur, sampel disintering dengan variasi temperatur selama 4 jam. Setelah proses *sintering* dan proses pendinginan, sampel diukur dimensinya untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam menentukan nilai penyusutan, densifikasi dan energi aktivasi *sintering*. Selanjutnya dilanjutkan pengujian XRD untuk menganalisa fasa dan struktur kristal yang terbentuk. Untuk menentukan nilai permitivitas relatif, sampel dilapisi dengan pasta perak lalu dipanaskan hingga temperatur 600 °C, kemudian diletakkan pada pelat sejajar dan diukur nilai kapasitansinya (C).

hasil data pengujian kemudian diolah lalu dianalisa dengan tinjauan dan literatur yang digunakan. Diagram alir metodologi ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 1.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

V. Sistematika penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, yaitu bab I menjelaskan pendahuluan yang meliputi latar belakang, tujuan, ruang lingkup alat, dan sistematika penulisan laporan penelitian. Bab II menjelaskan tinjauan pustaka untuk penelitian. Bab III menjelaskan prosedur dan data hasil percobaan. Bab IV berisi analisa hasil pengolahan data dan pembahasan. Bab V berisi kesimpulan dan saran.