

RINGKASAN

Varistor berfungsi untuk melindungi alat elektronik dari bahaya tegangan yang berlebih (Kostorz, 1988). Jenis material yang umum digunakan sebagai varistor adalah SiC dan ZnO. Keramik SiC relatif lebih sulit diproduksi dibanding dengan ZnO. Disamping itu varistor ZnO mempunyai keunggulan antara lain: koefisien non linier lebih tinggi, respon lebih cepat, dan harga material bahan baku jauh lebih murah (Gupta, 1991). Penggunaan varistor sangat luas di bidang elektronik, karena varistor memiliki sifat yang non ohmik. Apabila terjadi lonjakan tegangan (V) cukup besar maka arus (I) yang dialirkan akan kecil, karena hubungan V dan I tidak linier dan sangat tergantung pada faktor nilai konstanta non linier α (Moulson, 1990).

Umumnya produk varistor yang ada dipasaran selama ini masih diimport dari luar negeri, tetapi bila dilihat dari sumber bahan baku ZnO banyak dijumpai di Indonesia. Apabila ditinjau dari kebutuhan komponen varistor yang cenderung semakin meningkat setiap tahunnya pada produk elektronik yang diluncurkan dipasaran.. Sifat utama dari varistor adalah nilai dari koefisien non linier (α) dan sangat dipengaruhi oleh faktor bahan dan mikrostruktur dari ZnO (Moulson, 1990).

Dalam fabrikasi keramik ZnO sebagai varistor digunakan beberapa macam bahan aditif yang dapat memberikan peningkatan terhadap nilai α , seperti: Bi_2O_3 , Sb_2O_3 , SiO_2 , CoO , MnO dan Cr_2O_3 . Semua aditif tersebut memberikan pengaruh tertentu terhadap proses pembuatan/pembakaran, karakteristik dan mikrostrukturnya. Pengaruh aditif dapat membentuk fasa gelas serta meningkatkan nilai α dan sekaligus mengikat partikel-partikel ZnO, sehingga dapat menurunkan suhu pembakaran dalam proses fabrikasinya (Gupta, 1991).

Pemilihan bahan aditif Bi_2O_3 karena memiliki titik lebur yang rendah sekitar 500-600°C, sehingga diharapkan dalam proses pembakaran keramik ZnO tidak diperlukan suhu yang tinggi dan menghasilkan fasa gelas. Ditinjau dari harga bahan baku aditif Bi_2O_3 adalah relatif lebih murah dibanding dengan lainnya. Apabila pada proses pembuatannya tanpa menggunakan aditif maka suhu pembakaran relatif lebih tinggi, yaitu: sekitar 1300°C (Gupta, 1991).

Pembuatan varistor ZnO dengan menggunakan bahan baku: ZnO (E-Merck) dan bahan aditif masing-masing sebesar: 0, 2,5, 5, 7,5, dan 10 % berat Bi_2O_3 (E-Merck) telah dibuat di Laboratorium Keramik dan Gelas Pusat Penelitian Fisika – LIPI Serpong. Varistor ZnO mempunyai koefisien non linier (α), merupakan parameter yang mempengaruhi korelasi hubungan non ohmik antara arus I dan tegangan V.

Pembuatan keramik varistor meliputi tahapan: proses pencampuran bahan baku ZnO dan aditif Bi_2O_3 dengan menggunakan alat *magnetic stirrer* dan media pencampur adalah larutan acetone. Larutan tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 60° C selama 24 jam dan selanjutnya digerus hingga lolos 400 mesh. Pembuatan benda uji berupa pelet dengan cetak dry press sebesar 50 MPa, dan kemudian dibakar (sintering) pada rentang suhu mulai dari 900 - 1050°C dengan interval kenaikan sebesar 50°C, dan masing-masing ditahan pada suhu tersebut selama 2 jam.

...



Pengujian yang dilakukan meliputi: pengukuran densitas, porositas, koefisien non linier, analisa mikrostruktur dengan Scanning Electron Microscope (SEM) dan difraksi sinar-X (XRD). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel tanpa menggunakan aditif Bi_2O_3 belum bersifat varistor karena nilai $\alpha < 5$, dan nilai α tertinggi diperoleh dengan aditif 7,5% Bi_2O_3 , yaitu sebesar 64.

Hasil pengamatan foto SEM menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan aditif Bi_2O_3 akan mempengaruhi terbentuknya batas butir (grain boundary), dan ukuran butir berkisar 5 – 20 μm . Berdasarkan hasil XRD memperlihatkan bahwa fasa Zink oksida (ZnO) terbentuk pada suhu 1050°C. Nilai koefisien non linier α sangat dipengaruhi oleh adanya batas butir dan ketebalan batas butir. Pembuatan varistor Zink oksida (ZnO) dengan kondisi terbaik dicapai pada penambahan aditif sebesar 7,5% mole Bi_2O_3 dan suhu sintering 1050°C serta menghasilkan sifat fisis: densitas 5,60 g/cm^3 dan porositas 0.02%.

EXECUTIVE SUMMARY

The function of varistor protects electronic equipments from unstable voltage (Kostorz, 1988). General type of this materias for varistors are SiC and ZnO. Ceramic SiC is more difficult to fabrication compare to ZnO. Besides this varistor ZnO has advantages such as : coefficient non linier is high, more speed respon, and more chieper and more easier raw materials(Gupta, 1991). The application is more wide in field electronics , because varistor has non ohmic properties. When high over voltage (V) can cause small current flow (I), because relation of V and I is non linier and dependts on coefficient non linier factor. α (Moulson, 1990).

The general of varistor product at the market is so long still import from outside, but when on the aspect raw materials ZnO is still much in Indonesia. If from the need of varistor product is tendency to increase ever each year on lounching electronic product in the market. The properties of varistor is generally value of coefficient non linier factor (α) and dependt on materials factor and microstructure of ZnO (Moulson, 1990).

The fabrication of ZnO ceramic varistor is used severals additive raw materials increase on α value, such as: Bi_2O_3 , Sb_2O_3 , SiO_2 , CoO , MnO and Cr_2O_3 . All of additives have effect to fabrication/sintering process, characterization, and their structuremicro. The additive effect can be formed glass phase and usually to increase α value and also to increase bonding between particle-particle of ZnO, also decrease firing temperature in fabrication process (Gupta, 1991).

The selection of additives Bi_2O_3 because it has low melting point about 500-600°C, it hope in firing process of ceramic ZnO no need high temperature and still produce glass phase. According from raw material price of additive Bi_2O_3 is still more chieper compare to other materials. When on fabrication process without additive , the temperature sintering is more high about 1300°C (Gupta, 1991).

Fabrication of varistor ZnO with using raw material: ZnO (E-Merck) and additive : 0, 2,5, 5, 7,5, and 10 % weight Bi₂O₃ (E-Merck) has been made at Glass and ceramic laboratory PPF – LIPI Serpong. Varistor ZnO has coefficient non linier (α), as parameter can influent correlation of non ohmic between current I vs voltage V.

The stages of fabrication of varistor ceramic include : mixing process of raw materials ZnO and additive Bi₂O₃ by using *magnetic stirrer* and acetone as media . Those solution was dried at temperature 60° C for 24 hours and grinding until passing 400 mesh sieve. The making of sample test is as pellet with dry pressing about 50 MPa, and sintered from temperature 900 - 1050°C with increasing interval 50°C, and holding time about 2 hours.

The test samples include measurement density, porosity, coefficient non linier, analysis of microstructure with Scanning Electron Microscope (SEM) and X-Rays Diffraction (XRD). The results show that the sample without additive Bi₂O₃ not yet properties like varistor, because it has $\alpha < 5$, and highest α value is reached on sample with additive 7,5% Bi₂O₃, is found 64.

The observation results by using SEM show that increasing of additive Bi₂O₃ can cause forming of grain boundary, and it has particle size about 5 – 20 μm . According the XRD results show that ZnO phase is formed at temperature 1050°C. The coefficient non linier value still dependt on grain boundary and thickness of grain boundary. The optimum fabrication of varistor Zinc oxide (ZnO) is at condition additive 7,5% mole Bi₂O₃ and sintering temperature 1050°C also has density 5,60 g/cm³ and porosity 0.02%.

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1. Sifat-sifat varistos ZnO dan hubungan V dari varistor	6
Tabel 2. Variabel komposisi dalam persen mole V dari varistor ZnO	24
Tabel 3. Variabel komposisi dalam berat	24
Tabel 4. Hasil Pengukuran densitas dan porositas ZnO dengan listrik tegangan tinggi	25
Tabel 5. Nilai koefisien non linier dari ZnO dengan aditif 2.5 % mole Bi_2O_3	33
Tabel 6. Nilai koefisien non linier dari ZnO dengan aditif 5 % mole Bi_2O_3	36
Tabel 7. Nilai koefisien non linier dari ZnO dengan aditif 7.5 %	39
Tabel 8. Nilai koefisien non linier dari ZnO dengan aditif 10 %	42
Gambar 9. Difraksi dari bidang kristal	17
Gambar 10. Mikroskop perambatan pada SEM	18
Gambar 11. Diagram alir pelaksanaan penelitian pembuatan varistor ZnO	20
Gambar 12. Skema rangkaian listrik pengukuran hubungan arus dan tegangan	25
Gambar 13. Kurva hubungan densitas terhadap suhu sintering	26
Gambar 14. Kurva hubungan porositas terhadap suhu sintering	26
Gambar 15. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 900 °C	28
Gambar 16. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 950 °C	29
Gambar 17. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 1000 °C	29
Gambar 18. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 1050 °C	29
Gambar 19. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi_2O_3 disintering 900 °C	31
Gambar 20. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi_2O_3 disintering 950 °C	31
Gambar 21. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi_2O_3 disintering 1000 °C	32
Gambar 22. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi_2O_3 disintering 1050 °C	32

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1. Pola hubungan arus I dan tegangan V dari varistor	5
Gambar 2. Kurva hubungan arus I dan tegangan V dari varistor ZnO	8
Gambar 3. Mikrostruktur dari ZnO	10
Gambar 4. Varistor ZnO yang digunakan di jaringan listrik tegangan tinggi	11
Gambar 5. Skema rangkaian aplikasi varistor	12
Gambar 6. Proses difusi selama proses sintering	14
Gambar 7. Diagram fase sistem biner dari ZnO – Bi ₂ O ₃	15
Gambar 8. Hubungan suhu sintering terhadap sifat-sifat keramik	15
Gambar 9. Difraksi dari bidang kristal	17
Gambar 10. Skema peralatan pada SEM	18
Gambar 11. Diagram alir pelaksanaan penelitian pembuatan varistor ZnO	20
Gambar 12. Skema rangkaian listrik pengukuran hubungan arus dan tegangan	23
Gambar 13. Kurva hubungan densitas terhadap suhu sintering	26
Gambar 14. Kurva hubungan porositas terhadap suhu sintering	26
Gambar 15. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 900 °C	28
Gambar 16. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 950 °C	29
Gambar 17. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 1000 °C	29
Gambar 18. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO tanpa aditif disintering 1050 °C	29
Gambar 19. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 900 °C	31
Gambar 20. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 950 °C	31
Gambar 21. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 1000 °C	32
Gambar 22. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 2.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 1050 °C	32

Gambar 23. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah

5 % Bi ₂ O ₃ disintering 900 °C	34
Gambar 24. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 5 % Bi ₂ O ₃ disintering 950 °C	34
Gambar 25. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 5 % Bi ₂ O ₃ disintering 1000 °C	35
Gambar 26. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 5 % Bi ₂ O ₃ disintering 1050 °C	35
Gambar 27. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 7.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 900 °C	37
Gambar 28. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 7.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 950 °C	37
Gambar 29. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 7.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 1000 °C	38
Gambar 30. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 7.5 % Bi ₂ O ₃ disintering 1050 °C	38
Gambar 31. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 10 % Bi ₂ O ₃ disintering 900 °C	40
Gambar 32. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 10 % Bi ₂ O ₃ disintering 950 °C	40
Gambar 33. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 10 % Bi ₂ O ₃ disintering 1000 °C	41
Gambar 34. Kurva hubungan V/cm terhadap $\mu A/cm^2$ untuk ZnO ditambah 10 % Bi ₂ O ₃ disintering 1050 °C	41
Gambar 35. Pola difraksi sinar x sampel ZnO tanpa aditif dan disintering 1050 °C	43
Gambar 36. Pola difraksi sinar x sampel ZnO dengan aditif 2.5 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	43
Gambar 37. Pola difraksi sinar x sampel ZnO dengan aditif 5 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	44
Gambar 38. Pola difraksi sinar x sampel ZnO dengan aditif 7.5 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	45
Gambar 39. Pola difraksi sinar x sampel ZnO dengan aditif 10 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	45

Gambar 40. Foto SEM sampel ZnO tanpa aditif dan disintering 1050 °C . . .	46
Gambar 41. Foto SEM sampel ZnO dengan aditif 2.5 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	47
Gambar 42. Foto SEM sampel ZnO dengan aditif 5 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	49
Gambar 43. Foto SEM sampel ZnO dengan aditif 7.5 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	50
Gambar 44. Foto SEM sampel ZnO dengan aditif 10 % mole Bi ₂ O ₃ dan disintering 1050 °C	50
Gambar 45. Foto sampel uji varistor yang dibuat sendiri dan produk varistor yang ada dipasaran	53
Gambar 46. Bentuk / model varistor yang akan dibuat	54