

# PEMBUATAN KERAMIK TERMISTOR NTC Fe<sub>2-x-y-z</sub>CuAl<sub>x</sub>SiyTizO<sub>4</sub> (FCASTO) BERBAHAN DASAR MINERALYAROSIT

Oleh :

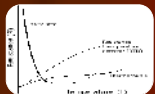
Dra. Wiendartun, M.Si. Dkk.



Kerjasama  
Jurusan Fisika UPI - PTNBR BATAN

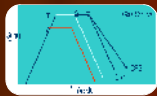
## PENDAHULUAN

- Swasembada produk dan memberi nilai tambah dari bahan yang melimpah di dalam negeri.
- Alih teknologi.
- Mendapatkan peluang untuk memperoleh paten.
- Substitusi impor.
- Memperoleh kemampuan dalam pembuatan keramik termistor dari bahan mineral.
- Thermistor → Thermally Sensitive Resistor.
- karakteristik NTC :

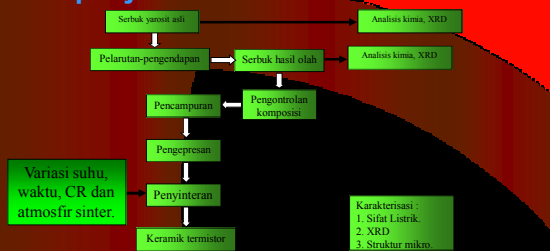


## SASARAN TAHAP II

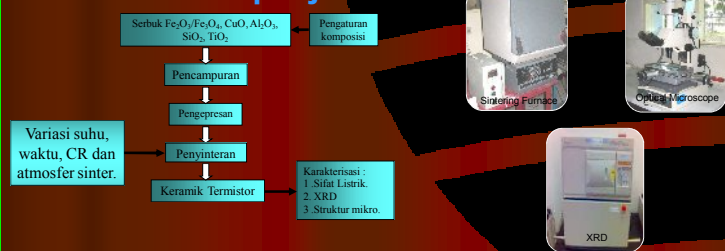
- Optimasi Proses : Parameter : Suhu, waktu, "cooling rate", atmosfer sinter.
- Proses Sintering



## EKSPERIMEN Tahap II jalur 1

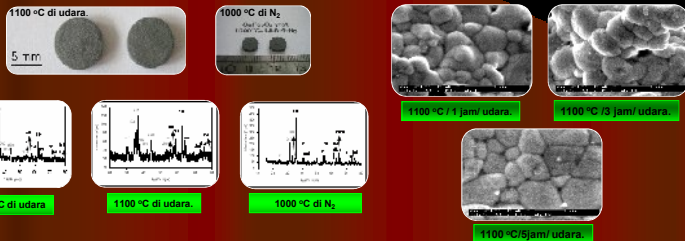


## EKSPERIMEN Tahap II jalur 2

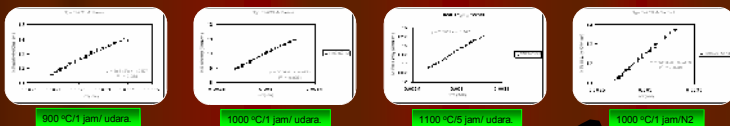


## HASIL

- Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari serbuk Yarosit. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



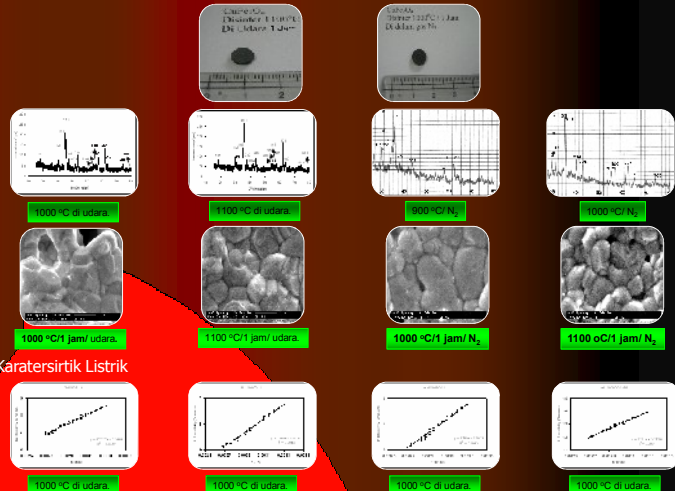
- Karakteristik Listrik



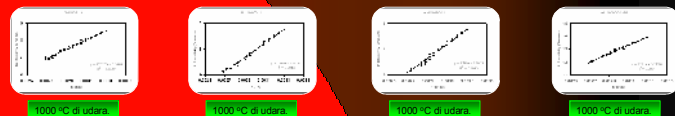
Tabel 1. Karakteristik listrik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Yarosit.

No.	Suhu/Waktu °C/Jam	Atmosfir	B (K)	α(A) (%/K)	ρSR(ρSR) (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3962	4,40	1558706
2.	1100/1	Udara	3325	3,69	66999
3.	1100/5	Udara	2852	3,17	313326
4.	1000/1	N <sub>2</sub>	4249	4,72	1127749

- Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Bahan Impor. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



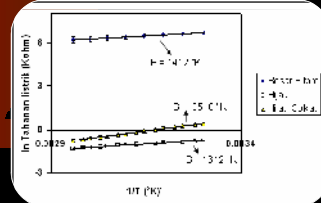
- Karakteristik Listrik



Tabel Data karakteristik listrik keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dari Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> impor.

No.	Suhu/Waktu °C/Jam	Atmosfir	B (K)	α (%/K)	Ro (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3725	4,14	812632
2.	1000/1	Udara	2703	3,00	11573
3.	1100/1	Udara	2749	3,05	351
4.	1100/3	Udara	2926	3,25	679
5.	1000/1	N <sub>2</sub>	3231	3,59	1263758

- Termistor Pasaran (Bandung)



PERSYARATAN PASAR

- B ≥ 2000°K
- α ≥ 2,2%/°K
- ρSR = 10 ohm-cm - 106 ohm-cm

Perbandingan Termistor NTC dengan Termokopel Lebih Peka

- Ketelitian Termistor : 0,1 °C
- Ketelitian Termokopel : 1 °C

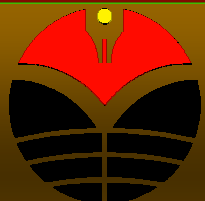
## KESIMPULAN

- Peningkatan suhu sinter menyebabkan penurunan resistivitas listrik and konstanta termistor (B) keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, baik yang dibuat dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> asal yarosit maupun yang dibuat dari Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> impor.
- Penyinteran keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> di dalam gas nitrogen (N<sub>2</sub>) menyebabkan perubahan fase-fase yang ada di dalam keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan peningkatan resistivitas listrik keramik tersebut.
- Keramik berbasis CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (FCASTO) yang dibuat pada penelitian ini umumnya memiliki konstanta termistor (B) dan resistivitas listrik suhu ruang (ρSR) yang baik dan memenuhi harga kebutuhan pasar yaitu ≥ 2000 °K untuk B dan antara 10 ohm-cm – 106 ohm-cm untuk ρSR.
- Suhu sinter yang dikombinasi dengan waktu sinter dan atmosfer sinter dapat digunakan untuk mengatur karakteristik listrik keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> sesuai dengan kebutuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Yoshihiro Matsuo, Takuaki Hata, Takayuki Kuroda, "Oxide thermistor composition", US Patent 4,324,702, April 13, 1982.
2. K. Park, "Microstructure and electrical properties of Ni<sub>1.0</sub>Mn<sub>2-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>4</sub> (0 ≤ x ≤ 1.0) negative temperature coefficient thermistors", Materials Science and Engineering, B104, pp. 9-14, 2003.
3. DANI GUSTAMAN SYARIF, GUNTUR D.S., M. YAMIN, *Studi awal pembuatan keramik termistor berbahan dasar mineral yarosit dan evaluasi karakteristiknya*, PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK NUKLIR, P3TKN – BATAN Bandung , 2005.
4. WIENDARTUN, DANI GUSTAMAN SYARIF *The Effect of TiO<sub>2</sub> addition on the Characteristics of CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ceramics for NTC thermistors*, Proceeding of The International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) ISBN: 979-3507-91-8 ITB November 29-30, 2006.
5. WIENDARTUN Dkk, *Karakterisasi Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang ditambah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk thermistor NTC dengan menggunakan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Yarosit*, Proceeding pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, ISSN:1658-3601, BATAN Bandung 17-18 juli 2007.

TERIMA KASIH. HIBAH DIKTI NO 032/SP2H/PP/DP2M/III/2007



# PEMBUATAN KERAMIK TERMISTOR NTC Fe<sub>2-x-y-z</sub>CuAl<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>Ti<sub>z</sub>O<sub>4</sub> (FCASTO) BERBAHAN DASAR MINERALYAROSIT

Oleh :

Kerjasama  
Jurusan Fisika UPI - PTNBR BATAN  
Dra. Wiendartun, M.Si. Dkk.



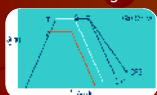
## PENDAHULUAN

- Swasembada produk dan memberi nilai tambah dari bahan yang melimpah di dalam negeri.
- Alih teknologi.
- Mendapatkan peluang untuk memperoleh paten.
- Substitusi impor.
- Memperoleh kemampuan dalam pembuatan keramik termistor dari bahan mineral.
- Thermistor → Thermally Sensitive Resistor.
- karakteristik NTC :

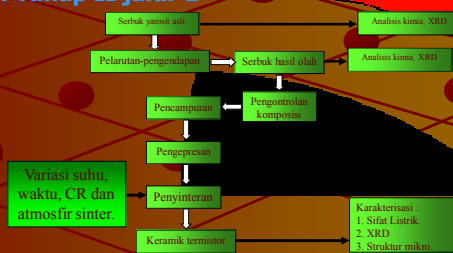


## SASARAN TAHAP II

- Optimasi Proses : Parameter : Suhu, waktu, "cooling rate", atmosfer sinter.
- Proses Sintering

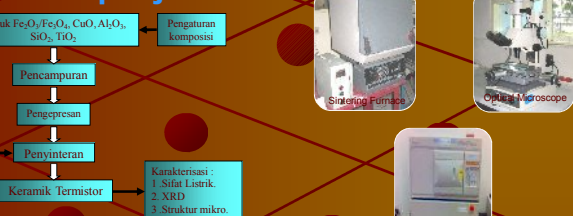


## EKSPERIMEN Tahap II jalur 1



Variasi suhu, waktu, CR dan atmosfer sinter.

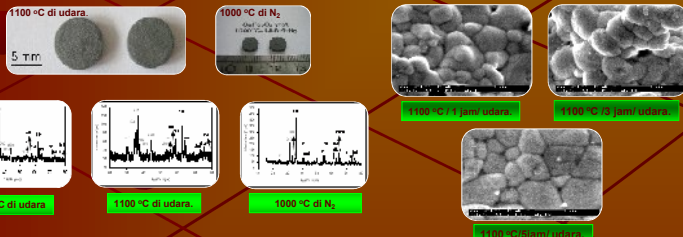
## EKSPERIMEN Tahap II jalur 2



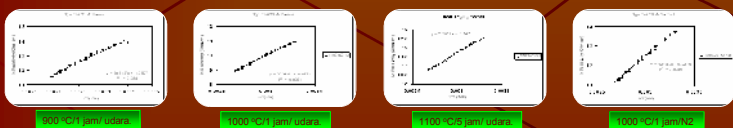
Variasi suhu, waktu, CR dan atmosfer sinter.

## HASIL

- Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari serbuk Yarosit. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



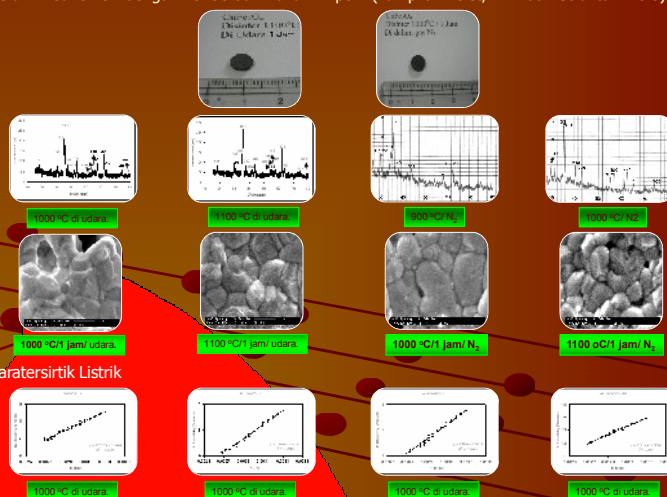
- Karakteristik Listrik



Tabel 1. Karakteristik listrik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Yarosit

No.	Suhu/Waktu °C/jam	Atmosfir	B (K)	α(A) (%/K)	ρSR(ρSR) (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3982	4,40	1558706
2.	1100/1	Udara	3325	3,69	69999
3.	1100/5	Udara	2852	3,17	313326
4.	1000/1	N <sub>2</sub>	4249	4,72	1127749

- Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Bahan Impor. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



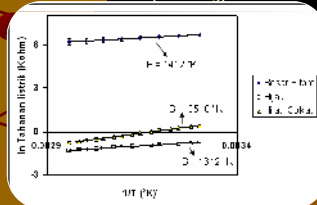
- Karakteristik Listrik



Tabel Data karakteristik listrik keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dari Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> impor.

No.	Suhu/Waktu °C/jam	Atmosfir	B (K)	α (%/K)	Ro (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3725	4,14	812632
2.	1000/1	Udara	2703	3,00	11673
3.	1100/1	Udara	2749	3,05	351
4.	1100/3	Udara	2928	3,25	679
5.	1000/1	N <sub>2</sub>	3231	3,59	1263758

- Termistor Pasaran (Bandung)



### PERSYARATAN PASAR

- B ≥ 2000oK
- α ≥ 2,2%/oK
- ρSR = 10 ohm-cm - 106 ohm-cm

Perbandingan Termistor NTC dengan Termokopel Lebih Peka

- Ketelitian Termistor : 0,1 OC
- Ketelitian Termokopel : 1 OC

## KESIMPULAN

- Peningkatan suhu sinter menyebabkan penurunan resistivitas listrik and konstanta termistor (B) keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> baik yang dibuat dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> asal yarosit maupun yang dibuat dari Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> impor.
- Penyinteran keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> di dalam gas nitrogen (N<sub>2</sub>) menyebabkan perubahan fase-fase yang ada di dalam keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan peningkatan resistivitas listrik keramik tersebut.
- Keramik berbasis CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (FCASTO) yang dibuat pada penelitian ini umumnya memiliki konstanta termistor (B) dan resistivitas listrik suhu ruang (ρSR) yang baik dan memenuhi harga kebutuhan pasar yaitu ≥ 2000oK untuk B dan antara 10 ohm-cm - 106 ohm-cm untuk ρSR.
- Suhu sinter yang dikombinasi dengan waktu sinter dan atmosfer sinter dapat digunakan untuk mengatur karakteristik listrik keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> sesuai dengan kebutuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Yoshihiro Matsuo, Takuoki Hata, Takayuki Kuroda, "Oxide thermistor composition", US Patent 4,324,702, April 13, 1982.
2. K. Park, "Microstructure and electrical properties of Ni<sub>1.0</sub>Mn<sub>2-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>4</sub> (0 ≤ x ≤ 1.0) negative temperature coefficient thermistors", Materials Science and Engineering, B104, pp. 9-14, 2003.
3. DANI GUSTAMAN SYARIF, GUNTUR D.S., M. YAMIN, *Studi awal pembuatan keramik termistor berbahan dasar mineral yarosit dan evaluasi karakteristiknya*, PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK NUKLIR, P3TKN - BATAN Bandung , 2005.
4. WIENDARTUN, DANI GUSTAMAN SYARIF *The Effect of TiO<sub>2</sub> addition on the Characteristics of CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ceramics for NTC thermistors*, Proceeding of The International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) ISBN: 979-3507-91-8 ITB November 29-30, 2006.
5. WIENDARTUN Dkk, *Karakterisasi Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang ditambah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk thermistor NTC dengan menggunakan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Yarosit*, Proceeding pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, ISSN:1658-3601, BATAN Bandung 17-18 Juli 2007.

TERIMA KASIH. HIBAH DIKTI NO 032/SP2H/PP/DP2M/III/2007



# PEMBUATAN KERAMIK TERMISTOR NTC $Fe_{2-x-y-z}CuAl_xSi_yTi_zO_4$ (FCASTO) BERBAHAN DASAR MINERALYAROSIT

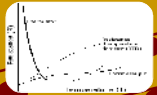
Oleh :

Kerjasama  
Jurusan Fisika UPI - PTNBR BATAN  
Dra. Wiendartun, M.Si. Dkk.



## PENDAHULUAN

- Swasembada produk dan memberi nilai tambah dari bahan yang melimpah di dalam negeri.
- Alih teknologi.
- Mendapatkan peluang untuk memperoleh paten.
- Substitusi impor.
- Memperoleh kemampuan dalam pembuatan keramik termistor dari bahan mineral.
- Thermistor  $\rightarrow$  Thermally Sensitive Resistor.
- karakteristik NTC :



Aplikasi



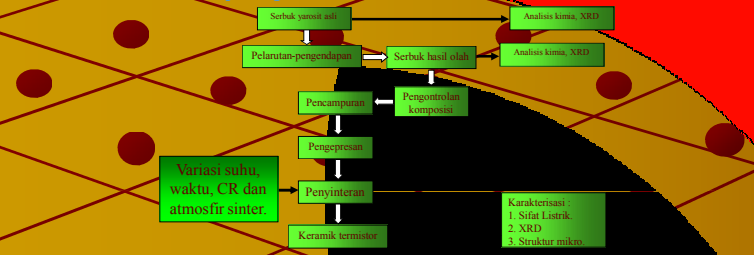
Inkubator Bayi

## SASARAN TAHAP II

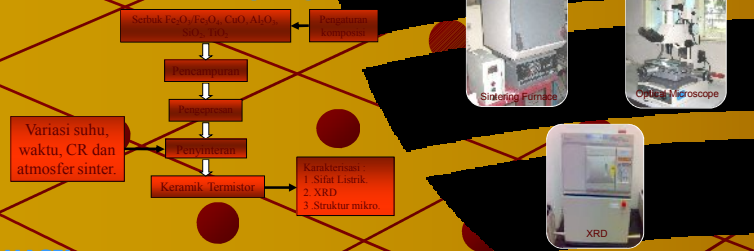
- Optimasi Proses : Parameter : Suhu, waktu, "cooling rate", atmosfer sinter.
- Proses Sintering



## EKSPERIMEN Tahap II jalur 1

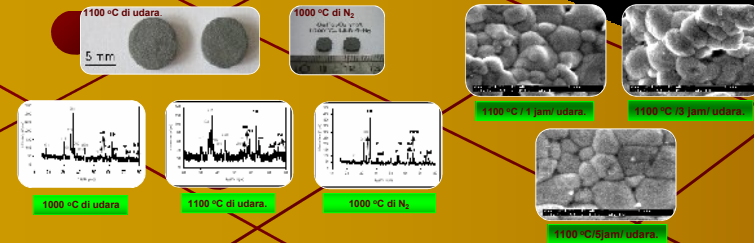


## EKSPERIMEN Tahap II jalur 2

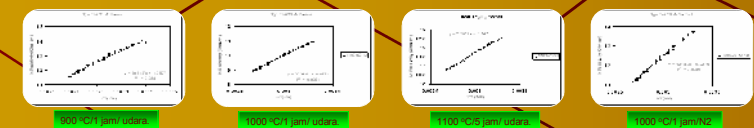


## HASIL

- Keramik  $CuFe_2O_4$  dengan  $Fe_2O_3$  dari serbuk Yarosit. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



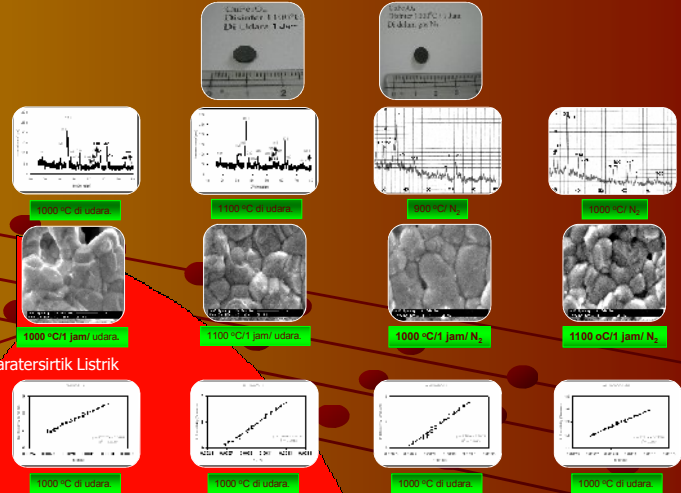
- Karakteristik Listrik



Tabel 1. Karakteristik listrik  $CuFe_2O_4$  dengan  $Fe_2O_3$  dari Yarosit

No.	Suhu/Waktu °C/jam	Atmosfir	B (K)	$\alpha$ (Alfa) (%/K)	$\rho$ SR/( $\rho$ SR) (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3982	4,40	1558706
2.	1100/1	Udara	3325	3,69	69999
3.	1100/5	Udara	2852	3,17	313326
4.	1000/1	N <sub>2</sub>	4249	4,72	1127749

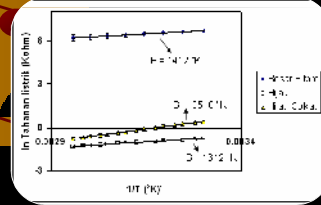
- Keramik  $CuFe_2O_4$  dengan  $Fe_2O_3$  dari Bahan Impor. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



Tabel Data karakteristik listrik keramik  $CuFe_2O_4$  dari  $Fe_2O_3$  impor.

No.	Suhu/Waktu °C/jam	Atmosfir	B (K)	$\alpha$ (%/K)	$R_0$ (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3725	4,14	812632
2.	1000/1	Udara	2703	3,00	11573
3.	1100/1	Udara	2749	3,05	351
4.	1100/3	Udara	2928	3,25	679
5.	1000/1	N <sub>2</sub>	3231	3,59	1263758

- Termistor Pasaran (Bandung)



PERSYARATAN PASAR

- $B \geq 2000^\circ K$
- $\alpha \geq 2,2\%/^\circ K$
- $\rho SR = 10 \text{ ohm-cm} - 106 \text{ ohm-cm}$

Perbandingan Termistor NTC dengan Termokopel Lebih Peka

- Ketelitian Termistor :  $0,1^\circ C$
- Ketelitian Termokopel :  $1^\circ C$

## KESIMPULAN

- Peningkatan suhu sinter menyebabkan penurunan resistivitas listrik and konstanta termistor (B) keramik  $CuFe_2O_4$ , baik yang dibuat dengan  $Fe_2O_3$  asal yarosit maupun yang dibuat dari  $Fe_2O_3$  impor.
- Penyinteran keramik  $CuFe_2O_4$  di dalam gas nitrogen ( $N_2$ ) menyebabkan perubahan fase-fase yang ada di dalam keramik  $CuFe_2O_4$ , dan peningkatan resistivitas listrik keramik tersebut.
- Keramik berbasis  $CuFe_2O_4$  (FCASTO) yang dibuat pada penelitian ini umumnya memiliki konstanta termistor (B) dan resistivitas listrik suhu ruang ( $\rho SR$ ) yang baik dan memenuhi harga kebutuhan pasar yaitu  $\geq 2000^\circ K$  untuk B dan antara  $10 \text{ ohm-cm} - 106 \text{ ohm-cm}$  untuk  $\rho SR$ .
- Suhu sinter yang dikombinasi dengan waktu sinter dan atmosfer sinter dapat digunakan untuk mengatur karakteristik listrik keramik  $CuFe_2O_4$ , sesuai dengan kebutuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Yoshihiro Matsuo, Takuaki Hata, Takayuki Kuroda, "Oxide thermistor composition", US Patent 4,324,702, April 13, 1982.
2. K. Park, "Microstructure and electrical properties of  $Ni_{1.0}Mn_{2-x}Zr_xO_4$  ( $0 \leq x \leq 1.0$ ) negative temperature coefficient thermistors", Materials Science and Engineering, B104, pp. 9-14, 2003.
3. DANI GUSTAMAN SYARIF, GUNTUR D.S., M. YAMIN, *Studi awal pembuatan keramik termistor berbasis dasar mineral yarosit dan evaluasi karakteristiknya*, PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK NUKLIR, P3TKN - BATAN Bandung , 2005.
4. WIENDARTUN, DANI GUSTAMAN SYARIF *The Effect of  $TiO_2$  addition on the Characteristics of  $CuFe_2O_4$  ceramics for NTC thermistors*, Proceeding of The International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) ISBN: 979-3507-91-8 ITB November 29-30, 2006.
5. WIENDARTUN Dkk, *Karakterisasi Keramik  $CuFe_2O_4$  yang ditambah  $Al_2O_3$  untuk termistor NTC dengan menggunakan  $Fe_2O_3$  dari Yarosit*, Proceeding pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, ISSN:1658-3601, BATAN Bandung 17-18 Juli 2007.

TERIMA KASIH. HIBAH DIKTI NO 032/SP2H/PP/DP2M/III/2007



# PEMBUATAN KERAMIK TERMISTOR NTC Fe<sub>2-x-y-z</sub>CuAl<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>Ti<sub>z</sub>O<sub>4</sub> (FCASTO) BERBAHAN DASAR MINERALYAROSIT

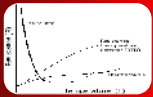
Oleh :

Kerjasama  
Jurusan Fisika UPI - PTNBR BATAN  
Dra. Wiendartun, M.Si. Dkk.



## PENDAHULUAN

- Swasembada produk dan memberi nilai tambah dari bahan yang melimpah di dalam negeri.
- Alih teknologi.
- Mendapatkan peluang untuk memperoleh paten.
- Substitusi impor.
- Memperoleh kemampuan dalam pembuatan keramik termistor dari bahan mineral.
- Thermistor → Thermally Sensitive Resistor.
- karakteristik NTC :



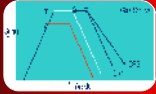
Aplikasi



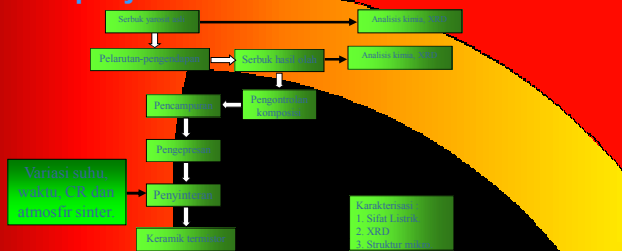
Inkubator Bayi

## SASARAN TAHAP II

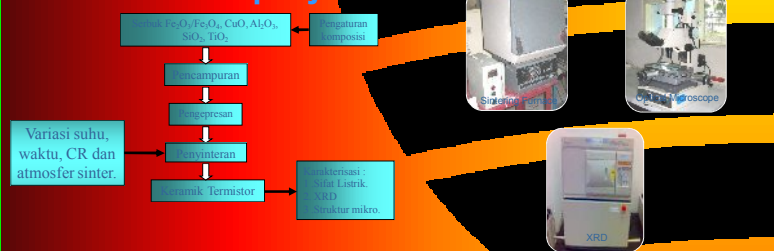
- Optimasi Proses :
- Parameter : Suhu, waktu, "cooling rate", atmosfer sinter.
- Proses Sintering



## EKSPERIMEN Tahap II jalur 1

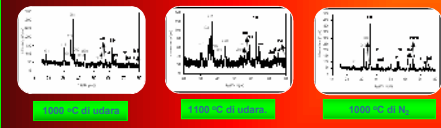


## EKSPERIMEN Tahap II jalur 2

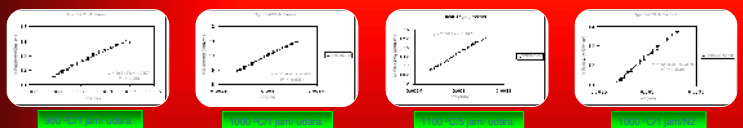


## HASIL

- Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari serbuk Yarosit. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



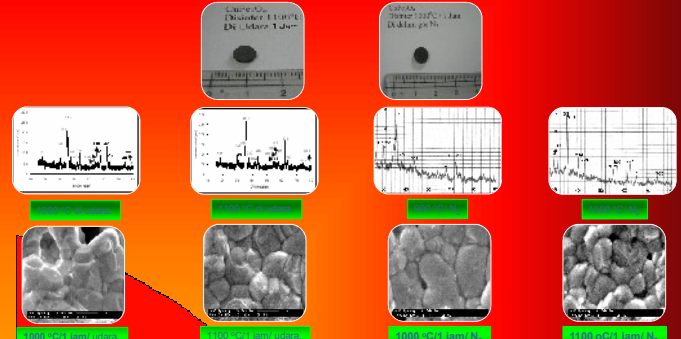
- Karakteristik Listrik



Tabel 4. Karakteristik listrik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Yarosit.

No.	Suhu/Waktu °C/jam	Atmosfir	B (K)	α(A/R) (%/K)	ρSR/ρ0SR (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3982	4,40	1558706
2.	1100/1	Udara	3325	3,69	69999
3.	1100/5	Udara	2852	3,17	313326
4.	1000/1	N <sub>2</sub>	4240	4,72	1127740

- Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Bahan Impor. (Tampilan Pelet, XRD dan Struktur Micro)



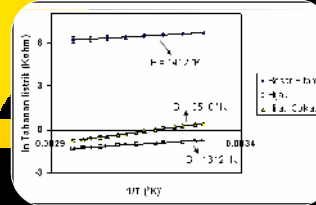
- Karakteristik Listrik



Tabel Data karakteristik listrik keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dari Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> impor.

No.	Suhu/Waktu °C/jam	Atmosfir	B (K)	α (A/R)	ρ <sub>0</sub> (Ohm-cm)
1.	900/1	Udara	3725	4,14	812632
2.	1000/1	Udara	2703	3,00	41573
3.	1000/5	Udara	3200	3,50	106375
4.	1000/1	N <sub>2</sub>	3231	3,59	1203758

- Termistor Pasaran (Bandung)



PERSYARATAN PASAR

- B ≥ 2000°K
- α ≥ 2,2%/°K
- ρSR = 10 ohm-cm - 106 ohm-cm

Perbandingan Termistor NTC dengan Termokopel  
*Lebih Peka*

- Ketelitian Termistor : 0,1 °C
- Ketelitian Termokopel : 1 °C

## KESIMPULAN

- Peningkatan suhu sinter menyebabkan penurunan resistivitas listrik and konstanta termistor (B) keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, baik yang dibuat dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> asal yarosit maupun yang dibuat dari Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> impor.
- Penyinteran keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> di dalam gas nitrogen (N<sub>2</sub>) menyebabkan perubahan fase-fase yang ada di dalam keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan peningkatan resistivitas listrik keramik tersebut.
- Keramik berbasis CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (FCASTO) yang dibuat pada penelitian ini umumnya memiliki konstanta termistor (B) dan resistivitas listrik suhu ruang (ρSR) yang baik dan memenuhi harga kebutuhan pasar yaitu > 2000 °K untuk B dan antara 10 ohm-cm - 106 ohm-cm untuk ρSR.
- Suhu sinter yang dikombinasi dengan waktu sinter dan atmosfer sinter dapat digunakan untuk mengatur karakteristik listrik keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> sesuai dengan kebutuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Yoshihiro Matsuo, Takuaki Hata, Takayuki Kuroda, "Oxide thermistor composition", US Patent 4,324,702, April 13, 1982.
2. K. Park, "Microstructure and electrical properties of Ni<sub>1.0</sub>Mn<sub>2-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>4</sub> (0 ≤ x ≤ 1.0) negative temperature coefficient thermistors", Materials Science and Engineering, B104, pp. 9-14, 2003.
3. DANI GUSTAMAN SYARIF, GUNTUR D.S., M. YAMIN, *Studi awal pembuatan keramik termistor berbasah dasar mineral yarosit dan evaluasi karakteristiknya*, PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK NUKLIR, P3TKN - BATAN Bandung , 2005.
4. WIENDARTUN, DANI GUSTAMAN SYARIF *The Effect of TiO<sub>2</sub> addition on the Characteristics of CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ceramics for NTC thermistors*, Proceeding of The International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) ISBN: 979-3507-91-8 ITB November 29-30, 2006.
5. WIENDARTUN Dkk, *Karakterisasi Keramik CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang ditambah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk thermistor NTC dengan menggunakan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Yarosit*, Proceeding pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, ISSN:1658-3601, BATAN Bandung 17-18 Juli 2007.