



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PROSES PENGERINGAN, ANIL, DAN
HIDROTHERMAL TERHADAP KRISTALINITAS
NANOPARTIKEL TiO₂ HASIL PROSES SOL-GEL**

SKRIPSI

**REZA RAHMAN
0404040607**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PROSES PENGERINGAN, ANIL, DAN
HIDROTERMAL TERHADAP KRISTALINITAS
NANOPARTIKEL TiO₂ HASIL PROSES SOL-GEL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**REZA RAHMAN
0404040607**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Reza Rahman

NPM : 04 04 04 060 7

Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Desember 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Reza Rahman
NPM : 04 04 04 060 7
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul Skripsi : Pengaruh Proses Pengeringan, Anil dan
Hidrotermal Terhadap Kristalinitas Nanopartikel
TiO₂ Hasil Proses Sol-Gel

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. A. Herman Yuwono, M. Phil. Eng. ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M. Phil. Eng. ()
Penguji : Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Metalurgi dan Material pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. A. Herman Yuwono, M. Phil.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Ibuku tercinta dan Bapak yang telah memberikan bantuan dukungannya, “kalian memang yang terbaik”;
- (3) Aulia Anggriani yang telah dengan sabar dalam ketidakpastian;
- (4) Beni Muchtar sebagai sahabat sekaligus rekan kerjaku dalam penelitian ini yang telah banyak membantu, berdiskusi, dan menyelesaikan skripsi ini;
- (5) Alfian, Lukman, Fadli, Apif, Ananta, Hatta, Bilal, Ricky dan rekan – rekan kehidupan yang telah memberikan semangat dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini; dan
- (6) Nenekku di Palembang, terimakasih atas segala dukungannya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 30 Desember 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Rahman
NPM : 04 04 04 060 7
Program Studi : Polimer
Departemen : Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pengaruh Proses Pengeringan, Anil dan Hidrotermal Terhadap Kristalinitas Nanopartikel TiO₂ Hasil Proses Sol-Gel

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 30 Desember 2008
Yang menyatakan

(REZA RAHMAN)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
2. LANDASAN TEORI	5
2.1 Teknologi Nano	5
2.2 Material Nanopartikel	6
2.3 Titanium Dioksida (TiO ₂)	7
2.3.1 Alasan Penggunaan TiO ₂	7
2.3.2 Struktur Kristal TiO ₂	8
2.4 Metode Sol-Gel	9
2.4.1 Tahapan Proses Sol-Gel	10
2.5 Hidrotermal	11
2.5.1 Sejarah	11
2.5.2 Kegunaan	12
2.6 <i>X-RAY POWDER DIFFRACTION (XRD)</i>	12
2.6.1 Prinsip Kerja XRD	13
2.6.2 Produksi	13
2.6.3 Difraksi	14
2.6.4 Deteksi	14
2.6.5 Interpretasi	15
2.6.6 Perhitungan Besar Kristalit Hasil Uji XRD	15
3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Diagram Alir Penelitian	18
3.2 Peralatan dan Bahan	19
3.2.1 Peralatan	19

3.2.2 Bahan-bahan.....	19
3.3 Proses Sintesis Nanopartikel TiO ₂	19
3.3.1 Titanium iso-propoksida, Air dan HCl	19
3.3.2 Proses Sintesis	19
3.4 Proses Pengeringan.....	21
3.5 Proses Anil	21
3.6 Proses Hidrotermal	22
3.7 Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	23
3.8 Pengolahan Data Dengan Peakfit.....	24
4. DATA DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pengujian XRD Hasil Pengeringan	29
4.2 Pengujian XRD Hasil Anil.....	33
4.3 Pengujian XRD Hasil <i>post</i> -Hidrotermal.....	36
4.4 Perbandingan Proses Pengeringan, Anil, dan <i>post</i> -Hidrotermal.....	39
5. KESIMPULAN.....	41
DAFTAR REFERENSI	43
LAMPIRAN.....	45

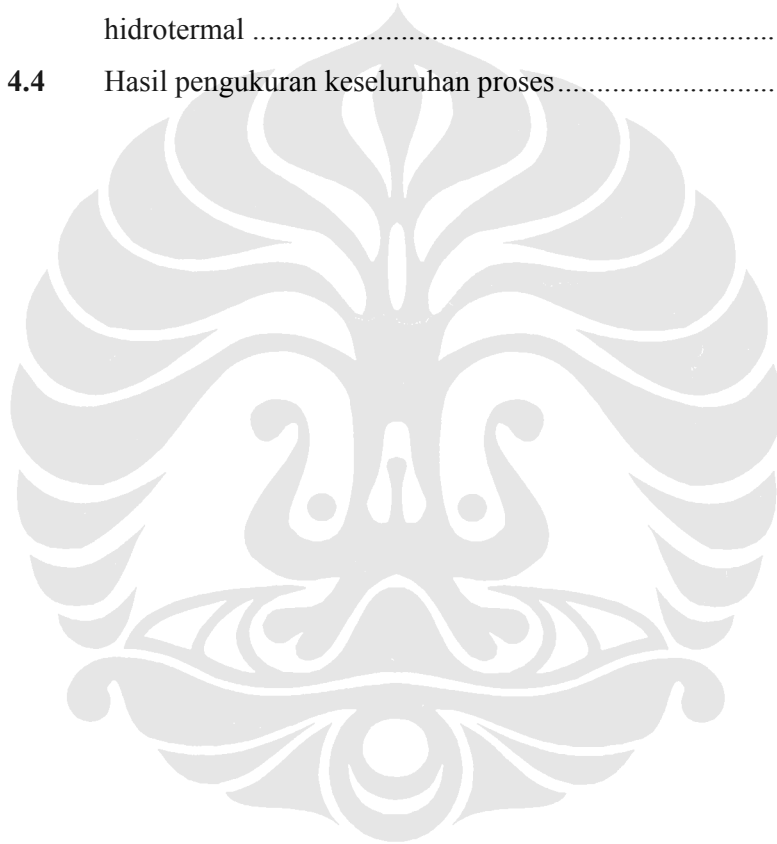
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur kristal <i>anatase</i> TiO ₂	8
Gambar 2.2	Struktur kristal <i>rutile</i> TiO ₂	9
Gambar 2.3	Tahapan preparasi dengan metode sol-gel.....	10
Gambar 2.4	Komponen-komponen <i>X-ray diffraction</i> (XRD)	13
Gambar 2.5	Tabung sinar-X	13
Gambar 2.6	Difraksi radiasi sinar-X dalam struktur kristal	14
Gambar 2.7	Deteksi dan interpretasi difraksi sinar-X.....	15
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 3.2	<i>Magnetic Stirrer</i>	21
Gambar 3.3	Oven Memmert yang digunakan pada proses anil dan hidrotermal.....	22
Gambar 3.4	<i>Container</i> yang digunakan pada proses hidrotermal	23
Gambar 3.5	Peralatan Analisa XRD	23
Gambar 3.6	Proses Peakfit 1.....	24
Gambar 3.7	Proses Peakfit 2.....	24
Gambar 3.8	Proses Peakfit 3.....	25
Gambar 3.9	Proses Peakfit 4.....	25
Gambar 3.10	Proses Peakfit 5.....	26
Gambar 3.11	Proses Peakfit 6.....	26
Gambar 3.12	Proses Peakfit 7.....	27
Gambar 3.13	Proses Peakfit 8.....	27
Gambar 3.14	Proses Peakfit 9.....	28
Gambar 4.1	Hasil Pengujian XRD Partikel TiO ₂ Hasil Proses Pengeringan Rasio 2 (atas) dan 3,5 (bawah) Pada Molaritas 0,1 dan 0,4 menunjukkan kristal anatase yang terbentuk dan intensitas yang berbeda pada tiap molaritas	30
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Partikel TiO ₂ Hasil Proses Pengeringan Molaritas 0,1(atas) dan 0,4 Pada Rasio 2 dan 3,5 (bawah) menunjukkan kristal anatase yang terbentuk dan perbedaan intensitas pada tiap hidrolisis rasio	32

Gambar 4.3	Hasil Pengujian XRD Partikel TiO ₂ Hasil Proses Anil Rasio 2 (atas) dan 3,5 (bawah) Pada Molaritas 0,1 dan 0,4 menunjukkan kristal anatase yang terbentuk dan intensitas yang berbeda pada tiap molaritas	34
Gambar 4.4	Hasil Pengujian Partikel TiO ₂ Hasil Proses Anil Molaritas 0,1 (atas) dan 0,4 Pada Rasio 2 dan 3,5 (bawah) menunjukkan kristal anatase yang terbentuk dan perbedaan intensitas pada tiap hidrolisis rasio.....	35
Gambar 4.5	Hasil Pengujian XRD Partikel TiO ₂ Hasil Proses Hidrotermal Rasio 2 (atas) dan 3,5 (bawah) Pada Molaritas 0,1 dan 0,4 menunjukkan kristal anatase yang terbentuk dan intensitas yang berbeda pada tiap molaritas	38
Gambar 4.6	Hasil Pengujian Partikel TiO ₂ Hasil Proses Hidrotermal Molaritas 0,1(atas) dan 0,4 Pada Rasio 2 dan 3,5 (bawah) menunjukkan kristal anatase yang terbentuk dan perbedaan intensitas pada tiap hidrolisis rasio.....	38
Gambar 4.7	Perbandingan Ukuran Kristal Tiap Perlakuan Proses	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Komposisi bahan-bahan yang digunakan untuk 0,1 M.....	20
Tabel 3.2	Sifat- Komposisi bahan-bahan yang digunakan untuk 0,4 M.....	20
Tabel 4.1	Hasil pengukuran besar kristal proses sol-gel pengeringan	33
Tabel 4.2	Hasil pengukuran besar kristal proses sol-gel perlakuan anil.....	35
Tabel 4.3	Hasil pengukuran besar kristal proses sol-gel perlakuan hidrotermal	36
Tabel 4.4	Hasil pengukuran keseluruhan proses.....	39



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Hasil XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 2 M= 0,1.....	45
Lampiran 2	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 2 M= 0,1.....	46
Lampiran 3	Data Hasil XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 2 M= 0,4.....	47
Lampiran 4	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 2 M= 0,4.....	48
Lampiran 5	Data Hasil XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 3,5 M=0,1.....	49
Lampiran 6	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 3,5 M= 0,1...	50
Lampiran 7	Data Hasil XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 3,5 M= 0,4.....	51
Lampiran 8	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Pengeringan Rw= 3,5 M= 0,4...	52
Lampiran 9	Data Hasil XRD TiO ₂ Anil Rw= 2 M= 0,1	53
Lampiran 10	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Anil Rw= 2 M= 0,1	54
Lampiran 11	Data Hasil XRD TiO ₂ Anil Rw= 2 M= 0,4.....	55
Lampiran 12	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Anil Rw= 2 M= 0,4	56
Lampiran 13	Data Hasil XRD TiO ₂ Anil Rw= 3,5 M= 0,1	57
Lampiran 14	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Anil Rw= 3,5 M= 0,1	58
Lampiran 15	Data Hasil XRD TiO ₂ Anil Rw= 3,5 M= 0,4	59
Lampiran 16	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Anil Rw= 3,5 M= 0,4	60
Lampiran 17	Data Hasil XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 2 M= 0,1	61
Lampiran 18	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 2 M= 0,1	62
Lampiran 19	Data Hasil XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 2 M= 0,1	63
Lampiran 20	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 2 M= 0,1	64
Lampiran 21	Data Hasil XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 2 M= 0,4.....	65
Lampiran 22	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 2 M= 0,4	66
Lampiran 23	Data Hasil XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 3,5 M= 0,4	67
Lampiran 24	Kurva Hasil Mesin XRD TiO ₂ Hidrotermal Rw= 3,5 M= 0,4 ...	68

DAFTAR SINGKATAN

DSSC	:	<i>dye-sensitized solar cell</i>
Ti-iP	:	Titanium iso-propoksida
XRD	:	<i>X-Ray Diffraction</i>
FWHM	:	<i>full-width at half maximum</i>



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
M	Molaritas	Molar
n	jumlah mol	mol
V	volume	Liter
λ	Panjang gelombang	m
θ	besar sudut	
d	Jarak antara bidang kristal	m
Rw	Rasio hidrolisis	
t	besar kristalit	nm
B	besar pelebaran	m

