

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR
UNIVERSITAS LAMPUNG**



**OPTIMALISASI KEMURNIAN TiO_2 DARI HASIL EKSTRAKSI
PASIR BESI LAMPUNG UNTUK PEMBUATAN LAPISAN TIPIS
SEBAGAI BAHAN SENSITIF SENSOR GAS**

TIM PENGUSUL

Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, M.Si. : 6115538

Iqbal Firdaus, S.Si., M.Si. : 67066491

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DASAR UNIVERSITAS LAMPUNG

Judul Penelitian : Optimalisasi Kemurnian TiO_2 Dari Hasil Ekstraksi Pasir Besi Lampung Untuk Pembuatan Lapisan Tipis Sebagai Bahan Sensitif Sensor Gas

Manfaat sosial ekonomi : Pemanfaatan bahan alam untuk teknologi

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : **Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, S.Si., M.Si.**
b. Sinta ID : 6115538
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Fisika
e. Nomor HP : 0812 9752 2926
f. Alamat surel (e-mail) : roniyus.1977@fmipa.unila.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : **Iqbal Firdaus, S.Si., M.Si.**
b. Sinta ID : 6706491
c. Program Studi : Fisika FMIPA Unila

Jumlah mahasiswa yang terlibat : Diah Purwarini (NPM: 2027042001)
: Adi Sucipto (NPM: 1817041043)

Jumlah alumni yang terlibat : -

Jumlah staf yang terlibat : -

Lokasi kegiatan : Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA

Lama kegiatan : 6 Bulan

Biaya Penelitian : Rp. 20.000.000

Sumber dana : DIPA BLU Unila 2021

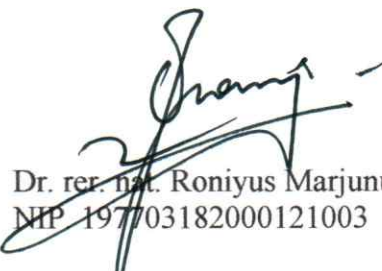
Bandar Lampung, 21 September 2021

Mengetahui,
Dekan FMIPA Universitas Lampung

Ketua Peneliti,




Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T.
NIP. 197407052000031001



Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, M.Si.
NIP. 197703182000121003

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Lampung




Dr. Ir. Lusmelia Afriani, D.E.A.
NIP. 196505101990032008

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	2
DAFTAR ISI	3
RINGKASAN	4
1. PENDAHULUAN	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	10
3. METODE PENELITIAN	12
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
5. KESIMPULAN	29
DAFTAR PUSTAKA	30

RINGKASAN

Dalam kehidupannya, manusia tidak bisa terbebas dari banyak jenis gas beracun dan berbahaya yang ada di sekitarnya. Di antara gas-gas tersebut adalah CO, H₂, CO₂, NO₂, NH₄, SO₂ dan sebagainya. Oleh sebab itu diperlukan adanya sensor untuk mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut.

Di antara sekian banyak jenis sensor yang sudah ada, salah satunya adalah sensor zat padat. Ada dua sub jenis sensor zat padat yaitu sensor berbasis hambatan dan berbasis perubahan fungsi kerja. Terdapat beberapa kelemahan dari sensor berbasis hambatan tersebut: Alih-alih berhadapan dengan kelemahan-kelemahan yang ada pada sensor berbasis hambatan ini, jenis sensor zat padat yang kedua dapat dijadikan sebagai alternatif, yaitu *field effect gas sensor* (sensor gas berbasis efek medan) atau *work function change based sensor* (sensor berbasis perubahan fungsi kerja).

Salah satu bahan yang sudah banyak digunakan sebagai bahan sensitif untuk gas sensor namun dalam jenis sensor berbasis hambatan adalah TiO₂. Berdasarkan penelusuran literatur, TiO₂ sudah terbukti dapat menjadi bahan sensitif untuk berbagai sensor gas.

Dengan memperhatikan *state of the art* penelitian TiO₂ sebagai bahan sensitif untuk sensor gas tersebut di atas, maka upaya mencari bahan alami sebagai sumber TiO₂ menjadi hal yang penting untuk menunjang perkembangan teknologi sensor gas berdasarkan fungsi kerja menggunakan TiO₂ dalam bentuk lapisan tipis tersebut. Salah satu bahan alam yang melimpah di Provinsi Lampung tersebut adalah pasir besi. Pasir besi merupakan mineral yang banyak mengandung senyawa besi oksida, misalnya magnetit (Fe₃O₄), ilmenit (FeTiO₃), hematit (Fe₂O₃) dan mineral lain seperti alumina serta silika dalam jumlah sedikit. Ekstraksi ilmenit dari pasir besi dilakukan dengan cara *roasting* dan sintering. Selanjutnya TiO₂ dapat diperoleh dengan melakukan proses *leaching* (pelindian) pada ilmenit. Kemudian TiO₂ yang telah diperoleh didiposisikan menjadi lapisan tipis pada substrat kaca menggunakan metode *chemical bath deposition*.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka penelitian ini ditujukan untuk membuat lapisan tipis TiO₂ dari pasir besi yang ada di Provinsi Lampung. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan variasi durasi *leaching* yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6 jam. Dari variasi tersebut diperoleh hasil tingkat kemurnian tertinggi (60,701%) diperoleh pada durasi *leaching* selama 2 jam dan suhu *leaching* 110 °C. Dari hasil itu juga terbukti bahwa *leaching* HCl memang berperan besar dalam meningkatkan kemurnian TiO₂ yang diperoleh.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hasil sebagai berikut. Berdasarkan hasil analisis data XRF dan XRD, variasi konsentrasi HCl berpengaruh pada tingkat kemurnian TiO₂ yang diperoleh dari proses *leaching*. Tingkat kemurnian terbesar diperoleh dengan menggunakan 12 M HCl pada suhu 110°C yaitu sebesar 33,737%. Tingkat kemurnian yang diperoleh menggunakan 12 M HCl pada suhu 70°C belum bisa menyamai penelitian sebelumnya yaitu 60,701 %. Berdasarkan hasil analisis data XRF dan XRD, variasi konsentrasi NaHCO₃ berpengaruh pada tingkat kemurnian TiO₂ yang diperoleh dari proses *leaching*. Tingkat kemurnian terbesar diperoleh dengan menggunakan rasio antara pasir besi dan NaHCO₃ sebesar 1:10 pada suhu 110°C yaitu sebesar 30,946%. Variasi massa TiO₂ yang digunakan dalam penelitian ini tidak berpengaruh secara signifikan terhadap resistivitas lapisan tipis yang diperoleh. Nilai resistivitas lapisan tipis yang diperoleh masih sangat tinggi

dibandingkan dengan orde resistivitas TiO_2 sebagai semikonduktor karena masih rendahnya kadar TiO_2 yang didapatkan pada penelitian ini.

Adapun saran-saran untuk penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut. Untuk meningkatkan kemurnian TiO_2 , maka disarankan untuk menggunakan medan magnet sebelum proses *leaching* dilakukan. Metode pembuatan lapisan tipis hendaknya tidak lagi menggunakan metode CBD (*Chemical Bath Deposition*) karena tidak bisa menghasilkan lapisan tipis yang merata pada substrat. Metode lain yang bisa digunakan misalnya adalah menggunakan *spin coater*. Substrat yang digunakan hendaknya *silicon wafer*, karena akan memudahkan dalam proses pemotongan sampel untuk berbagai kepentingan lain.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupannya, manusia tidak bisa terbebas dari banyak jenis gas beracun dan berbahaya yang ada di sekitarnya. Di antara gas-gas tersebut adalah CO, H₂, CO₂, NO₂, NH₄, SO₂ dan sebagainya. Oleh sebab itu diperlukan adanya sensor untuk mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut.

Sensor yang terkategori bagus adalah sensor yang memiliki 4 “high” dan 3 “low” yaitu *high sensitivity* (sensitivitas tinggi), *high selectivity* (selektifitasnya tinggi), *high stability* (stabilitasnya tinggi), *high signal/noise ratio* (rasio *signal/noise*-nya tinggi), *low power consumption* (rendah konsumsi energinya), *low weight* (ringan massanya) dan *low price* (murah harganya (Senft et al, 2011)). Kriteria-kriteria ini selalu diupayakan untuk dapat dicapai dalam dunia riset sensor.

Di antara sekian banyak jenis sensor yang sudah ada, salah satunya adalah sensor zat padat. Ada dua sub jenis sensor zat padat yaitu sensor berbasis hambatan dan berbasis perubahan fungsi kerja (Capone et al, 2004). Terdapat beberapa kelemahan dari sensor berbasis hambatan tersebut yaitu (Eisele and Burgmair, 2000) yaitu:

1. Sensor jenis ini tidak dapat menggunakan logam sebagai bahan sensitifnya karena logam memiliki hambatan jenis yang rendah.
2. Sensor jenis ini tidak dapat mendeteksi penyerapan kimia (*chemisorbed*) atau penyerapan fisika (*physisorbed*) gas yang berikatan lemah pada suhu kamar hingga suhu tinggi.
3. Sensor jenis ini biasanya membutuhkan pemanasan. Kalau pun ada jenis bahan yang bisa digunakan pada suhu kamar, maka biasanya sensor tersebut hanya sensitif untuk konsentrasi tinggi, hal ini berakibat tidak terpenuhinya salah satu syarat dari sensor yang baik tadi yaitu *high sensitivity* (sensitifnya tinggi).
4. Tingginya suhu kerja sensor jenis ini berdampak pada tingginya energy yang dikonsumsi oleh sensor jenis ini.

Alih-alih berhadapan dengan kelemahan-kelemahan yang ada pada sensor berbasis hambatan ini, jenis sensor zat padat yang kedua dapat dijadikan sebagai alternative, yaitu *field effect gas sensor* (sensor gas berbasis efek medan) atau *work function change based sensor* (sensor berbasis perubahan fungsi kerja) (Capone et al., 2004). Sensor jenis ini membutuhkan transduser yang disebut *Floating Gate Field Effect Transistor* (FGFET) sebagai transdusernya (Senft et al, 2011), sehingga bahan sensitifnya haruslah berbentuk lapisan tipis dengan

ketebalan beberapa nano meter karena bahan sensitif tersebut akan diletakkan sebagai *gate* pada FGET tersebut.

Beberapa kelebihan dari sensor berbasis perubahan fungsi kerja ini adalah sebagai berikut (Eisele dan Burgmair, 2000):

1. Sensor jenis ini dapat menggunakan berbagai jenis material termasuk logam sebagai bahan sensitifnya.
2. Sensor jenis ini dapat mendeteksi penyerapan kimia (*chemisorbed*) atau penyerapan fisika (*physisorbed*) gas yang berikatan lemah pada suhu kamar hingga suhu tinggi.
3. Sensor jenis ini tidak membutuhkan pemanasan.
4. Sensor jenis ini mengkonsumsi energi yang cukup rendah.

Salah satu bahan yang sudah banyak digunakan sebagai bahan sensitif untuk gas sensor namun dalam jenis sensor berbasis hambatan adalah TiO_2 . Berdasarkan penelusuran literatur, TiO_2 sudah terbukti dapat menjadi bahan sensitif untuk sensor gas hidrogen / H_2 (Li et al, 2018), (Maziarz, 2016), (Tang et al, 1995), karbon monoksida / CO (Pozos et al, 2018), karbon dioksida / CO_2 (Raza et al, 2018), belerang dioksida / SO_2 (Nisar et al, 2013), oksigen / O_2 dan etanol / $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (Tang et al, 1995) dan lain sebagainya.

Dengan memperhatikan *state of the art* penelitian TiO_2 sebagai bahan sensitif untuk sensor gas tersebut di atas, maka upaya mencari bahan alami sebagai sumber TiO_2 menjadi hal yang penting untuk menunjang perkembangan teknologi sensor gas berbasis fungsi kerja menggunakan TiO_2 dalam bentuk lapisan tipis tersebut. Salah satu bahan alam yang melimpah di Provinsi Lampung tersebut adalah pasir besi. Cadangan pasir besi di Lampung, Aceh, Bengkulu, Jawa dan Bali adalah 158.893.645 ton dengan kandungan TiO_2 nya sebanyak 5,4 – 23,17% (Hilman dkk, 2014). Pasir besi merupakan mineral yang banyak mengandung senyawa besi oksida, misalnya magnetit (Fe_3O_4), ilmenit (FeTiO_3), hematit (Fe_2O_3) dan mineral lain seperti alumina serta silika dalam jumlah sedikit (Hilman dkk, 2014). Ekstraksi ilmenit dari pasir besi dilakukan dengan cara *roasting* dan sintering (Ermawati dkk, 2011). Selanjutnya TiO_2 dapat diperoleh dengan melakukan proses *leaching* (pelindian) pada ilmenit (Wahyuningsih et al, 2018). Kemudian TiO_2 yang telah diperoleh didiposisikan menjadi lapisan tipis pada substrat kaca menggunakan metode *chemical bath deposition* (Manurung et al, 2013).

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan variasi durasi *leaching* yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6 jam. Dari variasi tersebut diperoleh hasil bahwa ketergantungan tingkat kemurnian (*TK* dalam %) TiO_2 yang diperoleh terhadap durasi *leaching* (*t*) dapat didekati dengan polinomial pangkat tiga yaitu $TK = at^3 + bt^2 + ct + d$, dengan $a = 2,1 \text{ \%/jam}^3$; $b = -20,4 \text{ \%/jam}^2$; $c = 54,6 \text{ \%/jam}$ dan $d = 14,3 \text{ \%}$. Tingkat kemurnian tertinggi (60,701%) diperoleh pada durasi *leaching* selama 2 jam. Sedangkan pada variasi suhu *leaching* diperoleh tingkat kemurnian tertinggi pada suhu 110°C sebesar 60,701%. Dari hasil itu juga terbukti bahwa *leaching* HCl memang berperan besar dalam meningkatkan kemurnian TiO_2 yang diperoleh (Marjunus, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh sebelumnya, penelitian ini ditujukan untuk meningkatkan kemurnian TiO_2 yang diperoleh dari pasir besi Lampung tersebut dengan:

1. modifikasi menggunakan penangas berbasis *oil bath* untuk memaksimalkan proses pemanasan ketika ekstraksi TiO_2 dari pasir besi.
2. menutup beaker gelas saat proses *leaching* agar tidak ada HCl yang menguap dan menghilang dari beaker gelas.
3. pencucian bubuk TiO_2 yang lebih intensif pasca proses *leaching*.
4. memvariasi konsentrasi HCl.

1.2 Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini:

- a. Bagaimana kemurnian TiO_2 menggunakan penangas *oil bath* dan penutupan beaker gelas, kemudian membandingkannya dengan penelitian sebelumnya?
- b. Bagaimana ketergantungan kemurnian TiO_2 terhadap variasi konsentrasi HCl?
- c. Bagaimana karakteristik kristal, struktur mikro permukaan, komposisi senyawa dan hambatan jenis lapisan tipis TiO_2 yang terbentuk dibandingkan dengan penelitian sebelumnya?

1.3 Tujuan Khusus

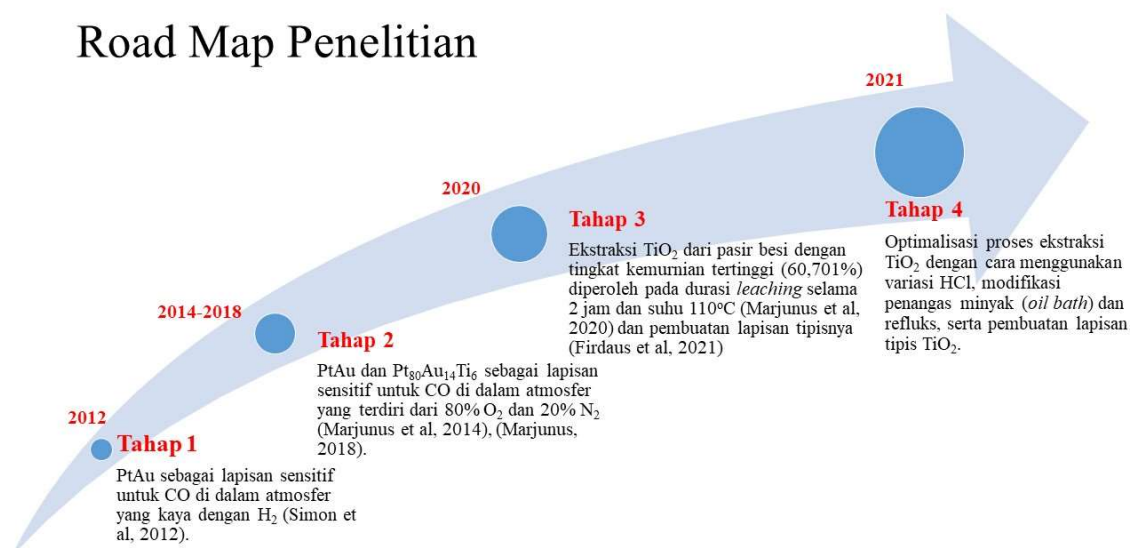
Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah meningkatnya kemurnian TiO_2 yang diperoleh dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (60,701%) dan mendapatkan lapisan tipis TiO_2 dengan hambatan jenis yang lebih rendah dari sebelumnya, $5 \times 10^5 \text{ } \Omega.\text{cm}$ (Marjunus, 2020).

1.4 Urgensi Penelitian

Urgensi penelitian ini adalah sebagai lanjutan penelitian dan pengembangan teknologi sensor gas berbasis fungsi kerja di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung dengan memanfaatkan bahan alam yang ada dan kemampuan peralatan yang dimiliki oleh Jurusan FMIPA Universitas Lampung.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Proposal penelitian ini merupakan kelanjutan dari *road map* penelitian yang dilakukan oleh Ketua Peneliti sebagaimana diberikan pada Gambar 2.1. Ketua Peneliti telah melakukan penelitian tentang karakteristik paduan PtAu (Platinum-Emas) sebagai lapisan sensitif untuk sensor CO berbasis fungsi kerja PtAu di dalam atmosfer yang terdiri dari 80% O₂ dan 20% N₂ (Marjunus et al, 2014), (Marjunus, 2018). Penelitian tersebut diilhami oleh penelitian sebelumnya tentang karakteristik PtAu sebagai lapisan sensitif untuk sensor CO berbasis fungsi kerja di dalam atmosfer yang kaya dengan H₂ (Simon et al, 2012). Dilanjutkan dengan penelitian tentang karakteristik paduan Pt₈₀Au₁₄Ti₆ (Platinum, Emas dan Titanium) sebagai lapisan sensitif untuk sensor CO berbasis fungsi kerja Pt₈₀Au₁₄Ti₆ di dalam atmosfer yang terdiri dari 80% O₂ dan 20% N₂ (Marjunus et al, 2014), (Marjunus, 2018).



Gambar 2.1. *Road Map* Penelitian

Lalu dilanjutkan dengan penelitian terkait sensor gas dari ekstraksi TiO₂ berbasis pasir besi telah dilakukan variasi durasi *leaching* yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6 jam. Dari variasi tersebut diperoleh hasil bahwa ketergantungan tingkat kemurnian (*TK* dalam %) TiO₂ yang diperoleh terhadap durasi *leaching* (*t*) dapat didekati dengan polinomial pangkat tiga yaitu $TK = at^3 + bt^2 + ct + d$, dengan $a = 2,1 \text{ \%/jam}^3$; $b = -20,4 \text{ \%/jam}^2$; $c = 54,6 \text{ \%/jam}$ dan $d = 14,3 \text{ \%}$. Tingkat kemurnian tertinggi (60,701%) diperoleh pada durasi *leaching* selama 2 jam. Sedangkan pada variasi suhu *leaching* diperoleh tingkat kemurnian tertinggi pada suhu 110 °C sebesar 60,701%. Dari hasil

itu juga terbukti bahwa *leaching* HCl memang berperan besar dalam meningkatkan kemurnian TiO₂ yang diperoleh (Marjunus, 2020).

Ekstraksi TiO₂ dari pasir besi telah dilakukan dengan cara *roasting* dan sintering (Ermawati dkk, 2011). Selanjutnya TiO₂ dapat diperoleh dari pasir besi dengan melakukan proses *leaching* (pelindian) (Wahyuningsih et al, 2018). Kemudian TiO₂ yang telah diperoleh didiposisikan menjadi lapisan tipis pada substrat kaca menggunakan metode *chemical bath deposition* (Manurung et al, 2013), (Elfanaoui et al, 2011).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, disertai dengan menyewa *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluoresence* (XRF), *furnace* dan *ball mill* di Balai Penelitian Teknologi Mineral (BPTM) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Tanjung Bintang dan menyewa *Scanning Electron Microscopy* (SEM) di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung. Total kegiatan penelitian ini akan menghabiskan waktu selama 8 bulan.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan - bahan yang digunakan untuk mengekstraksi TiO_2 dari pasir besi antara lain pasir besi diambil dari pesisir pantai barat Provinsi Lampung, NaHCO_3 , HCl , H_2O_2 , substrat gelas, air bidest dan aquades.

Adapun peralatan yang dipakai antara lain: *ball mill*, *furnace*, *hot plate*, pengaduk magnet (*magnetic stirrer*), gelas Beaker kapasitas 2 l, cawan petri, termometer, *ultrasonic bath*, *X-Ray Fluoresence* (XRF) dan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari karakterisasi pasir besi menggunakan XRF, ekstraksi TiO_2 dari pasir besi, *Chemical Bath Deposition* (CBD) dan karakterisasi menggunakan SEM, XRD dan XRF.

3.3.1. Karakterisasi Kandungan Senyawa di Pasir Besi

Kandungan senyawa di dalam pasir besi terlebih dahulu dikarakterisasi menggunakan XRF.

3.3.2. Ekstraksi TiO_2 dari Pasir Besi

Prosedur ekstraksi TiO_2 dari pasir besi menggunakan metode yang telah digunakan oleh Ermawati dkk (2011).

3.3.2.1. Preparasi Awal

Preparasi awal meliputi pencucian, pengeringan dan penyaringan. Pada tahap pencucian, pasir besi dicuci dengan menggunakan aquades dan diaduk selama 5 menit. Kemudian, aquades yang sudah digunakan dalam proses pencucian tersebut dibuang. Pencucian diulangi sekali lagi. Pasir besi yang telah bersih dikeringkan di bawah sinar matahari. Sesudah kering, kemudian dilakukan penyaringan untuk menghilangkan pengotor yang tidak larut dalam aquades seperti serpihan kayu dan batuan.

3.3.2.2. Penghalusan

Pasir besi dihaluskan dengan mortar, kemudian diayak dengan ayakan 200 mesh dan ditambahkan NaHCO_3 dengan perbandingan 1: 2.

3.3.2.3. Pemurnian (Ekstraksi)

Selanjutnya, pasir tersebut *roasting* pada suhu 700°C selama satu jam. Proses pelindian asam menggunakan HCl 12 M dengan perbandingan pasir besi: HCl = 1: 4. Kemudian sampel ditempatkan dalam beaker glass yang berada di *hot plate* dan diaduk dengan magnetic stirrer. Pada proses pemanasan dimodifikasi dengan pengangas *oil bath* agar proses transfer energy panas berjalan dengan baik. Setelah HCl mendidih, pasir besi ditambahkan secara perlahan selama 2 jam dengan suhu pelindian 110°C . Proses selanjutnya adalah *water leaching* menggunakan aquades pada suhu 80°C selama 30 menit. Sedimen yang diperoleh kemudian dicuci berkali-kali menggunakan aquades untuk menghilangkan residu asam pada sampel. Langkah selanjutnya adalah menyaring sedimen yang diperoleh dengan kertas saring dengan menambahkan aquadest hingga warna kuning sedimen menghilang. Selanjutnya endapan yang dihasilkan dikeringkan dalam oven dengan suhu 100°C selama 30 menit untuk menghilangkan kadar air. Setelah proses pengeringan, dilakukan kalsinasi pada suhu 480°C dengan total waktu dua jam. Sampel dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) dan XRF (*X-Ray Fluorescence*). Prosedur tersebut diulangi untuk berbagai variasi konsentrasi HCl .

3.3.3. Chemical Bath Deposition

Prosedur pembuatan lapisan tipis TiO_2 ini menggunakan prosedur yang sama seperti yang digunakan oleh Elfanaoui et al (2011). Tahap awalnya adalah bubuk TiO_2 dilarutkan menggunakan H_2O_2 dan diaduk dengan kecepatan konstan selama 25 menit sehingga didapatkan larutan merah yang jelas. Kemudian larutan disimpan dalam sebuah wadah di suhu kamar dan diaduk dengan kecepatan konstan. Lalu substrat gelas dibersihkan menggunakan

ultrasonic bath dengan cairannya adalah larutan aseton dan etanol, kemudian dicuci dengan air bidest dan akhirnya ditiup dengan gas nitrogen. Lalu substrat gelas dicelupkan secara vertikal ke dalam larutan TiO₂ tadi. Setelah 12 jam, substrat kemudian diangkat dari larutan, dicuci secukupnya dengan air bidest dan ditiup dengan gas nitrogen pada suhu ruang (25 °C). Lapisan tipis kemudian dikeringkan pada suhu 100°C selama jam lalu diannealing pada suhu 500 °C, 600 °C and 700 di udara selama 1 jam.

3.3.4. Karakterisasi Lapisan Tipis TiO₂

Lapisan tipis TiO₂ yang telah diperoleh dikarakterisasi mikro strukturnya dengan SEM, dikarakterisasi sifat kristal/amorfnya dengan XRD dan komposisi senyawanya dengan XRF.

3.4. Luaran Penelitian

Luaran penelitian yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laporan Penelitian;
2. Satu artikel ilmiah yang dimuat dalam Prosiding konferensi internasional yang terindeks SCOPUS;
3. Satu artikel yang dipresentasikan dalam pertemuan ilmiah yang diselenggarakan LPPM Unila.

3.5. Rencana Target Capaian

Adapun rencana target yang ingin dicapai pada penelitian ini seperti dituangkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rencana Target Capaian.

No	Jenis Luaran				Indikator Capaian
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	TS ¹⁾
1	Publikasi ilmiah ²⁾	Internasional			Tidak ada
		Nasional Terakreditasi			Tidak ada
		Nasional Tidak Terakreditasi			Tidak ada
2	Pemakalah dalam temu ilmiah ³⁾	Internasional		V	Sudah dilaksanakan
		Nasional		V	Sudah dilaksanakan
		Lokal			Tidak ada

3	<i>Invited speaker</i> dalam temu ilmiah ⁴⁾	Internasional			Tidak ada
		Nasional			Tidak ada
		Lokal			Tidak ada
4	<i>Visiting Lecturer</i> ⁵⁾	Internasional			Tidak ada
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI) ⁶⁾	Paten			Tidak ada
		Paten sederhana			Tidak ada
		Hak cipta			Tidak ada
		Merek dagang			Tidak ada
		Rahasia dagang			Tidak ada
		Desaian produk industri			Tidak ada
		Indikasi Geografis			Tidak ada
		Perlindungan varietas tanaman			Tidak ada
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu			Tidak ada
6	Teknologi Tepat Guna ⁷⁾				Tidak ada
7	Model/Prototip/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial ⁷⁾				Tidak ada
8	Buku Ajar (ISBN) ⁸⁾				Tidak ada
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ⁹⁾		V		3

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Ekstraksi TiO_2



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

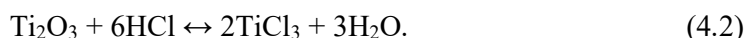
Gambar 4.1. (a) Pasir besi, (b) Pasir besi setelah diayak dengan ayakan 200 mesh, (c) Pasir besi setelah dicampur dengan NaHCO_3 dan di-*roasting* pada suhu 700°C dalam waktu 1 jam, (d) Pasir besi setelah *leaching* dan dikeringkan pada suhu 100°C selama 30 menit dan (e) Pasir besi setelah dikalsinasi pada suhu 480°C selama 5 jam.

Pada Gambar 4.1, ditunjukkan keadaan pasir besi sebagai *raw material* (a), pasir besi setelah diayak dengan ayakan 200 mesh (b), pasir besi setelah dicampur dengan NaHCO₃ dan di-*roasting* pada suhu 700°C dalam waktu 1 jam (c), pasir besi setelah *leaching* dan dikeringkan pada suhu 100°C selama 30 menit (d) dan pasir besi setelah dikalsinasi pada suhu 480°C selama 5 jam (e).

Adapun reaksi antara pasir besi dan NaHCO₃ sebagaimana disajikan pada Pers.(4.1), (Setiawati dkk, 2013),



Kemudian, reaksi yang terjadi saat titanium dioksida yang ada di dalam ilmenit bereaksi dengan HCl seperti disajikan pada Pers.(4.2) (Purwani dan Suyanti, 2016),



4.2. Variasi Konsentrasi HCl

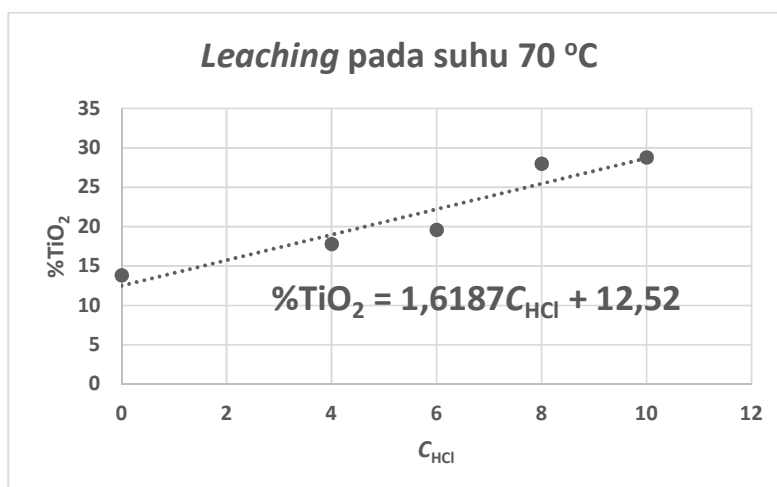
Penelitian pertama yang dilakukan adalah melakukan variasi konsentrasi HCl sebesar 4, 6, 8 dan 10 M pada suhu 70 °C. Suhu 70 °C digunakan pada langkah awal penelitian ini karena pada penelitian sebelumnya (Marjunus, 2020), digunakan suhu *hot-plate* sebesar 110 °C, namun setelah dilakukan re-investigasi, didapatkan suhu larutannya adalah 70 °C. Oleh sebab itu pada penelitian ini diawali dengan penggunaan suhu 70 °C. Hasil karakterisasi XRF dari pasir besi hasil *leaching* pada suhu 70 °C dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari Tabel 4.1 tampak bahwa TiO₂ yang terkandung dalam pasir besi sebelum dilakukan *leaching* sebesar 12.808% dan kandungan *hematite* (Fe₂O₃) pada pasir besi sebesar 65.852%. Setelah dilakukan *leaching* dengan HCl, kandungan TiO₂ cenderung naik dan kandungan *hematite* cenderung turun. Hal ini sesuai dengan penelitian Li dkk. (2008) yang menyatakan bahwa konsentrasi asam akan memiliki pengaruh yang signifikan dalam proses *leaching* baik pada titanium maupun besi dari *ilmenite*. Kadar TiO₂ mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi HCl yang digunakan. Kadar TiO₂ tertinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 10 M yaitu sebesar 28.787%.

Tabel 4.1. Hasil uji XRF pada *raw material* dan sampel yang di-*leaching* dengan variasi konsentrasi HCl sebesar 4, 6, 8 dan 10 M pada suhu 70 °C.

Senyawa	Satuan	Pasir Besi	Konsentrasi HCl			
			4 M	6 M	8 M	10 M
SiO ₂	%	11,876	9,590	10,370	16,055	29,068

TiO ₂	%	13,808	17,791	19,567	27,971	28,787
Fe ₂ O ₃	%	65,852	66,076	63,346	47,420	33,864
Sisa	%	8,464	6,543	6,717	8,554	8,281

Jika hasil pada Tabel 4.1. diplot pada grafik antara konsentrasi HCl (C_{HCl}) versus prosentase TiO₂ (%TiO₂) maka sebagaimana disajikan pada Gambar 4.2.

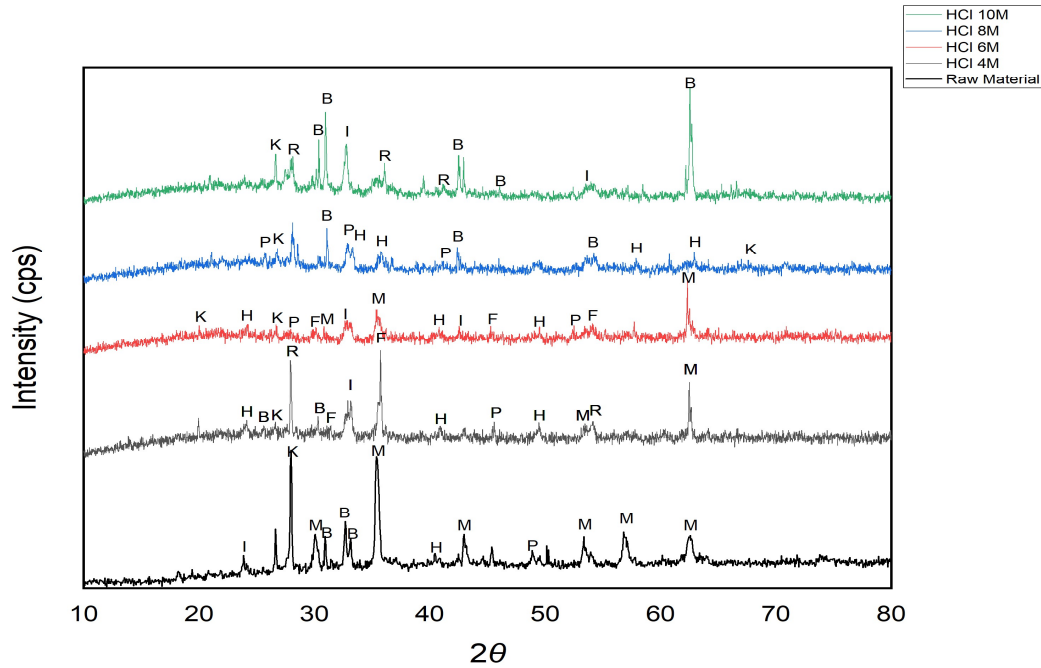


Gambar 4.2. Konsentrasi HCl (C_{HCl}) versus prosentase TiO₂ (%TiO₂) pada suhu 70 °C.

Dari Gambar 4.2. tampak bahwa adanya ketergantungan linear pada prosentase TiO₂ dengan konsentrasi HCl sebagaimana disajikan pada Pers. (4.3),

$$\%TiO_2 = 1,6187C_{HCl} + 12,52. \quad (4.3)$$

Kemudian, berdasarkan data XRD pada *raw material* dan pada sampel hasil *leaching* menggunakan 4 M, 6 M, 8 M dan 10 M HCl pada suhu 70°C, sebagaimana diberikan pada Gambar 4.3, tampak bahwa pada *raw material* ditemukan TiO₂ dalam fasa brokit. Setelah proses *leaching*, tampak adanya kemunculan fasa rutil. Kemunculan fasa rutil ini sejalan dengan hasil XRF yang menunjukkan bahwa tingkat kemurnian TiO₂ semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi HCl yang digunakan.

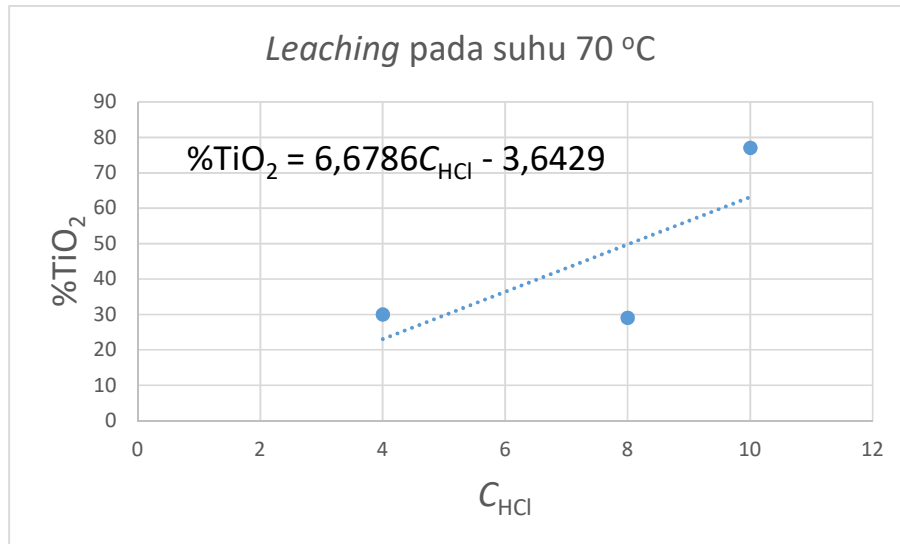


Gambar 4.3. Difraktogram pasir besi sebelum proses *leaching* (*raw material*) dan setelah proses *leaching* selama 2 jam pada suhu 70°C menggunakan 4 M, 6 M, 8 M dan 10 M HCl dengan K: Kuarsa, R: rutil, A: anatase, B: brukit, I: ilmenite, M: magnetit, m: maghemite, F: fayalit, H: hematit dan P: pseudobrukite.

Jika intensitas puncak-puncak brukit dan rutil pada Gambar 4.3 dihitung prosentasenya terhadap total intensitas, maka didapatkan grafik ketergantungan total prosentase fasa brukit dan rutil terhadap variasi konsentrasi HCl sebagaimana diberikan pada Gambar 4.4. Adapun bentuk ketergantungan total prosentase fasa brukit dan rutil terhadap variasi konsentrasi HCl sebagaimana diberikan oleh Pers.(4.4),

$$\%TiO_2 = 6,6786C_{HCl} - 3,6429. \quad (4.4)$$

Dari Pers. (4.3) dan Pers. (4.4) terlihat adanya perbedaan ketergantungan prosentase TiO_2 ($\%TiO_2$) yang diperoleh pada Pers.(4.3) dan Pers.(4.4). Perbedaan ini disebabkan karena analisis yang dilakukan pada data XRD masih merupakan analisis kualitatif. Walaupun Pers.(4.3) dan Pers.(4.4) tersebut berbeda namun keduanya memiliki kecenderungan yang sama yaitu seiring dengan penambahan konsentrasi HCl (C_{HCl}) maka mengakibatkan kenaikan prosentasi prosentase TiO_2 ($\%TiO_2$) pada hasil ekstraksi yang diperoleh.



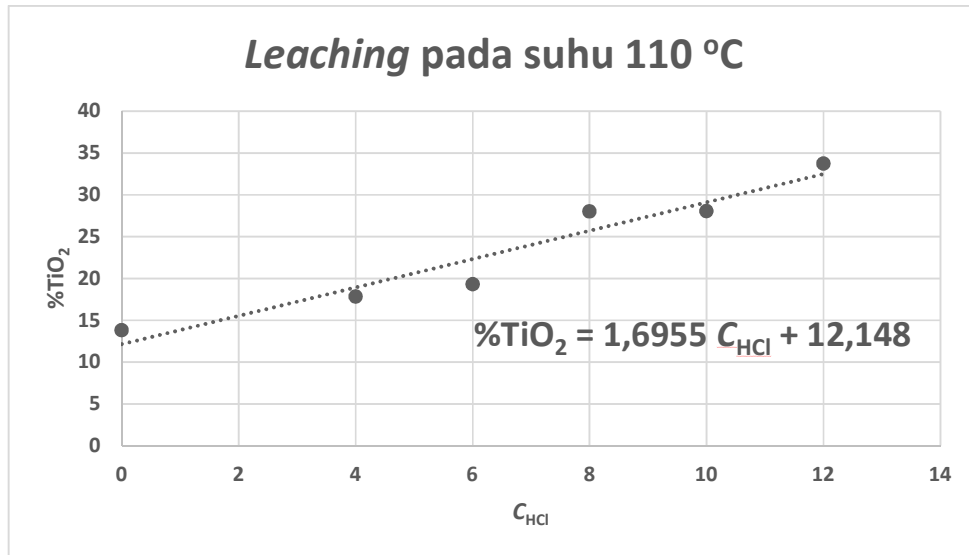
Gambar 4.4. Konsentrasi HCl (C_{HCl}) versus prosentase berbagai fasa TiO₂ (%TiO₂) pada suhu leaching 70 °C berdasar data XRD.

Selanjutnya dalam rangka menyempurnakan hasil penelitian pada suhu 70 °C, *leaching* juga dilakukan pada suhu 110 °C. Hasil XRF sampel pada suhu 110 °C dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dari Tabel 4.2 tampak bahwa kadar TiO₂ pada suhu 110 °C ini juga mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi HCl yang digunakan sebagaimana pada suhu 70 °C.

Tabel 4.2. Hasil uji XRF pada *raw material* dan sampel yang di-*leaching* dengan variasi konsentrasi HCl sebesar 4, 6, 8, 10 dan 12 M pada suhu 110 °C.

Senyawa	Satuan	Pasir	Konsentrasi HCl				
		Besi	4 M	6 M	8 M	10 M	12 M
SiO ₂	%	11,876	9,101	11,256	15,775	29,391	25,411
TiO ₂	%	13,808	17,833	19,294	27,999	28,036	33,737
Fe ₂ O ₃	%	65,852	66,967	62,617	47,798	34,112	33,429
Sisa	%	8,464	6,099	6,833	8,428	8,461	7,423

Jika hasil pada Tabel 4.2. diplot antara konsentrasi HCl (C_{HCl}) versus prosentase TiO₂ (%TiO₂) maka sebagaimana disajikan pada Gambar 4.5.



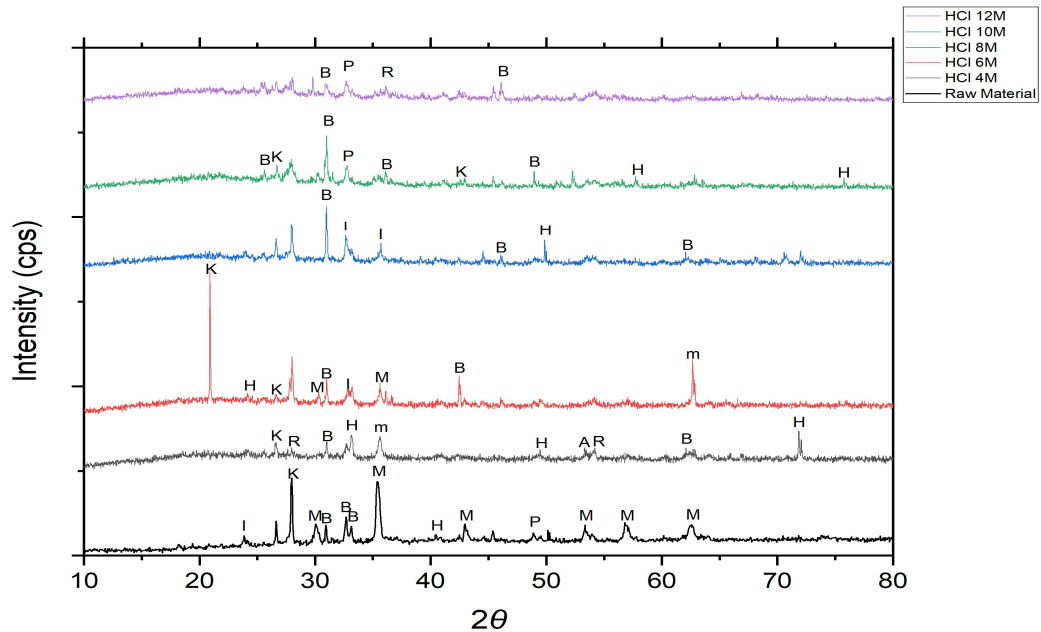
Gambar 4.5. Konsentrasi HCl (C_{HCl}) versus prosentase TiO₂ (%TiO₂) pada suhu 110 °C.

Dari Gambar 4.5. tampak bahwa adanya ketergantungan linear pada prosentase TiO₂ dengan konsentrasi HCl sebagaimana disajikan pada Pers.(4.5)

$$\%TiO_2 = 1,6955 C_{HCl} + 12,148. \quad (4.5)$$

Jika Pers. (4.5) dibandingkan dengan Pers. (4.3), dapat disimpulkan bahwa ketergantungan kemurnian TiO₂ terhadap variasi konsentrasi HCl tidak terlalu berpengaruh karena perubahan suhu *leaching*.

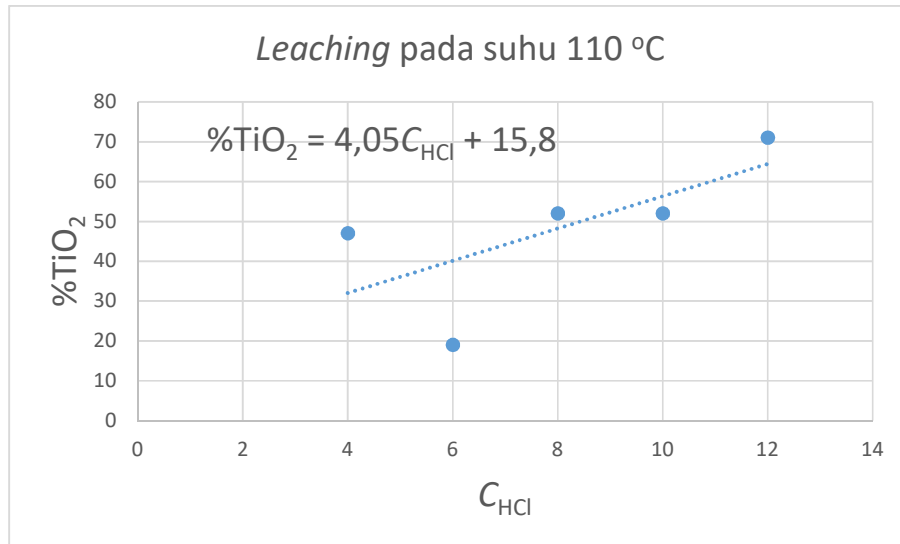
Adapun data XRD untuk sampel hasil *leaching* menggunakan 4 M, 6 M, 8 M, 10 M dan 12 M HCl pada suhu 110°C, sebagaimana diberikan pada Gambar 4.6, tampak bahwa pada *raw material* ditemukan TiO₂ dalam fasa brokit. Lalu setelah proses *leaching*, tampak adanya kemunculan fasa rutil.



Gambar 4.6. Difraktogram pasir besi sebelum proses *leaching* (*raw material*) dan setelah proses *leaching* selama 2 jam pada suhu 110°C menggunakan 4 M, 6 M, 8 M, 10 M dan 12 M HCl dengan dengan K: Kuarsa, R: rutil, A: anatase, B: brukit, I: ilmenite, M: magnetit, m: maghemite, F: fayalit, H: hematit dan P: pseudobrukite.

Jika intensitas puncak-puncak brukit dan rutil pada Gambar 4.6 dihitung prosentasenya terhadap total intensitas, maka didapatkan grafik ketergantungan total prosentase fasa brukit dan rutil terhadap variasi konsentrasi HCl sebagaimana diberikan pada Gambar 4.7. Dari Gambar 4.7 tersebut tampak ketergantungan total prosentase fasa brukit dan rutil terhadap variasi konsentrasi HCl sebagaimana disajikan pada Pers.(4.6),

$$\%TiO_2 = 4,05C_{HCl} + 15,8.. \quad (4.6)$$



Gambar 4.7. Konsentrasi HCl (C_{HCl}) versus prosentase berbagai fasa TiO₂ (%TiO₂) pada suhu *leaching* 110 °C berdasar data XRD.

Sebagaimana saat penggunaan suhu *leaching* sebesar 70 °C, pada penggunaan suhu *leaching* sebesar 110 °C juga terlihat memiliki karakteristik yang sama, yaitu dari Pers. (4.5) dan Pers. (4.6) terlihat adanya perbedaan ketergantungan prosentase TiO₂ (%TiO₂) yang diperoleh pada Pers.(4.5) dan Pers.(4.6). Walaupun Pers.(4.5) dan Pers.(4.6) tersebut berbeda namun keduanya memiliki kecenderungan yang sama yaitu seiring dengan penambahan konsentrasi HCl (C_{HCl}) maka mengakibatkan kenaikan prosentasi prosentase TiO₂ (%TiO₂) pada hasil ekstraksi yang diperoleh.

Satu hal yang belum dapat dipecahkan dalam penelitian ini adalah kemurnian TiO₂ yang diperoleh dalam penelitian ini (saat digunakan 12 M HCl) justru lebih rendah daripada penelitian sebelumnya (Marjunus, 2020) yaitu 60,701 %, padahal konsentrasi HCl dan *treatment* lainnya yang digunakan adalah sama dengan penelitian sebelumnya.

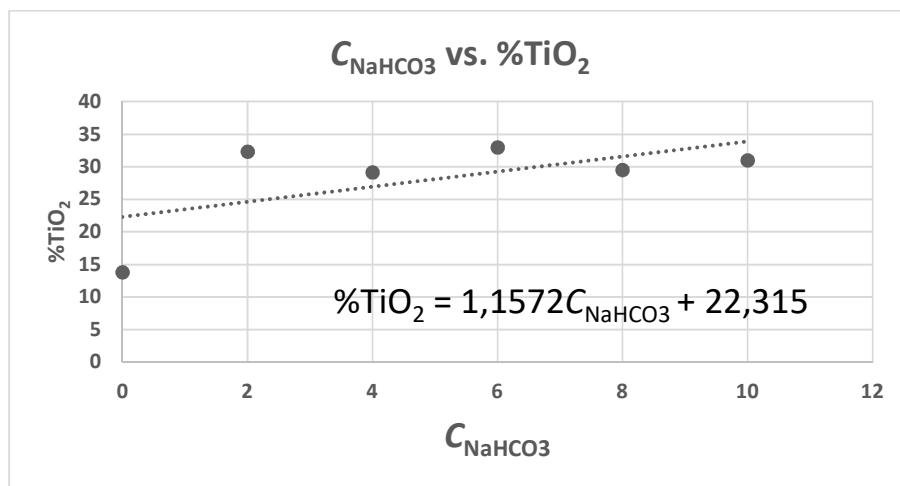
4.3. Variasi Rasio Pasir Besi dan NaHCO₃

Selain dilakukan variasi HCl, dilakukan juga variasi rasio pasir besi dan NaHCO₃. Hal ini dimaksudkan untuk mencari rasio yang optimum untuk mendapatkan tingkat kemurnian yang tinggi pada TiO₂. Berdasar hasil XRF sebagaimana disajikan pada Tabel 4.3 tampak bahwa prosentasi kemurnian TiO₂ tidak bergantung secara linear terhadap perubahan rasio antara pasir besi dan NaHCO₃. Kemurnian tertinggi terjadi pada rasio 1:6 yaitu sebesar 32,955%

Tabel 4.3. Hasil uji XRF pada *raw material* dan sampel yang di-*leaching* dengan variasi rasio antara pasir besi dan NaHCO₃ pada suhu 110 °C.

Senyawa	Satuan	Pasir	Pasir Besi : NaHCO ₃				
		Besi	1 : 2	1 : 4	1 : 6	1 : 8	1 : 10
SiO ₂	%	11,876	29,902	31,985	26,727	31,973	32,466
TiO ₂	%	13,808	32,324	29,099	32,955	29,477	30,946
Fe ₂ O ₃	%	65,852	29,911	32,604	33,443	30,729	28,190
Sisa	%	8,464	7,863	6,312	6,875	7,821	8,398

Jika hasil pada Tabel 4.3. diplot antara konsentrasi NaHCO₃ (C_{NaHCO_3}) versus prosentase TiO₂ (%TiO₂) maka sebagaimana disajikan pada Gambar 4.8.

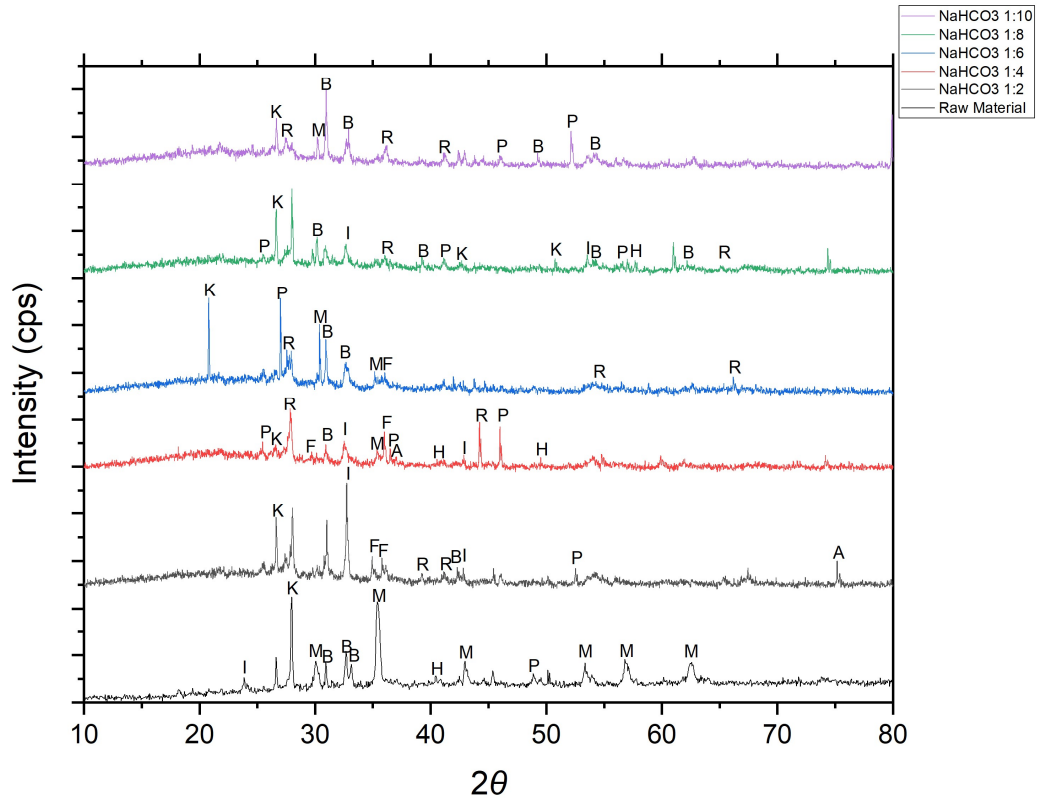


Gambar 4.8. Konsentrasi NaHCO₃ (C_{NaHCO_3}) versus prosentase TiO₂ (%TiO₂) pada suhu 110 °C.

Dari Gambar 4.8. tampak bahwa adanya ketergantungan linear pada prosentase TiO₂ dengan konsentrasi NaHCO₃ imana disajikan pada Pers.(4.7)

$$\% \text{TiO}_2 = 1,1572 C_{\text{NaHCO}_3} + 22,315.. \quad (4.7)$$

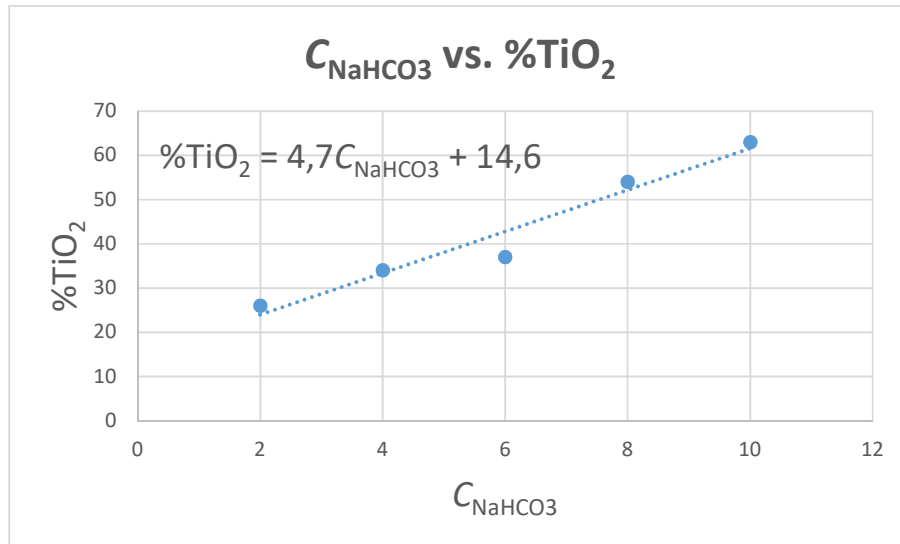
Adapun data XRD untuk sampel hasil *leaching* menggunakan rasio pasir besi dan NaHCO₃ sebesar 1:2, 1:4, 1:6, 1:8 dan 1:10 pada suhu 110°C sebagaimana diberikan pada Gambar 4.9, tampak bahwa pada *raw material* ditemukan TiO₂ dalam fasa brukit. Lalu setelah proses *leaching*, tampak adanya kemunculan fasa rutil dan anatase.



Gambar 4.9. Difraktogram pasir besi sebelum proses *leaching* (*raw material*) dan setelah proses *leaching* selama 2 jam pada suhu 110°C dengan variasi rasio pasir besi dan NaHCO₃ adalah 1:2, 1:4, 1: 6, 1:8, 1:10, dengan K: Kuarsa, R: rutil, A: anatase, B: brukit, I: ilmenite, M: magnetit, m: maghemite, F: fayalit, H: hematit dan P: pseudobrukite.

Jika intensitas puncak-puncak brukit, rutil dan anatase pada Gambar 4.9 dihitung prosentasenya terhadap total intensitas, maka didapatkan grafik ketergantungan total prosentase fasa brukit, rutil dan anatase tersebut terhadap variasi rasio pasir besi dan NaHCO₃ sebagaimana diberikan pada Gambar 4.10. Dari Gambar 4.10 tersebut tampak ketergantungan total prosentase fasa brukit, rutil dan anatase terhadap variasi rasio pasir besi dan NaHCO₃ sebagaimana disajikan pada Pers.(4.8),

$$\% \text{TiO}_2 = 4,7C_{\text{NaHCO}_3} + 14,6 \quad (4.8)$$



Gambar 4.10. Konsentrasi konsentrasi NaHCO_3 (C_{NaHCO_3}) versus prosentase TiO_2 (%TiO₂) pada suhu 110 °C berdasar data XRD.

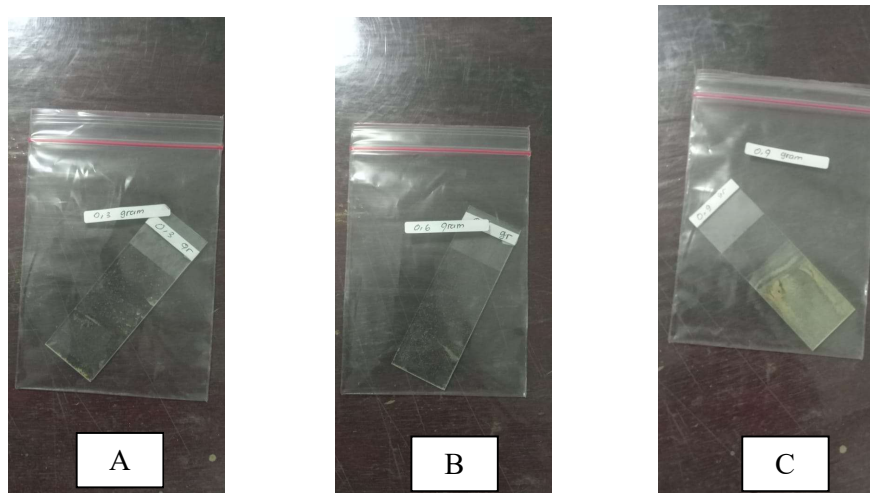
Sebagaimana pembahasan pada variasi HCl, pada hasil ini juga tampak adanya perbedaan ketergantungan prosentase TiO_2 (%TiO₂) yang diperoleh pada Pers.(4.7) dan Pers.(4.8). Walaupun Pers.(4.7) dan Pers.(4.8) tersebut berbeda namun keduanya memiliki kecenderungan yang sama yaitu seiring dengan penambahan konsentrasi NaHCO_3 (C_{NaHCO_3}) maka mengakibatkan kenaikan prosentasi prosentase TiO_2 (%TiO₂) pada hasil ekstraksi yang diperoleh.

Dengan memperhatikan capaian kadar kemurnian TiO_2 yang diperoleh dalam penelitian ini, maka untuk penelitian yang akan datang, sangat disarankan untuk menggunakan medan magnet sebelum proses *leaching* dilakukan. Tujuan penggunaan medan magnet ini adalah untuk menarik komponen-komponen pengotor dalam pasir besi yang dapat ditarik oleh medan magnet, sehingga hasil akhir yang diperoleh diharapkan akan lebih bersih dan lebih tinggi kadar kemurnian TiO_2 nya.

4.4. Hasil Penumbuhan Lapisan Tipis TiO_2

Hasil dari penumbuhan lapisan tipis TiO_2 sebagaimana disajikan pada Gambar 4.7. Pada penelitian ini dilakukan penumbuhan lapisan tipis TiO_2 diatas substrat kaca dengan metode *Chemical Bath Deposition* (CBD). Bahan utama yang digunakan adalah serbuk TiO_2 hasil ekstraksi pada waktu 2 jam dengan suhu 110°C yang dilarutkan dalam HNO_3 ditambah etanol

dan substrat kaca sebagai media penumbuhan lapisan tipis TiO_2 . Variasi yang digunakan selama penumbuhan adalah variasi massa TiO_2 sebesar 0,3 g, 0,6 g dan 0,9 g.



Gambar 4.7. Sampel lapisan tipis TiO_2 dengan variasi bubuk TiO_2 sebesar (A) 0,3 g, (B) 0,6 g, (C) 0,9 g.

Setelah proses pencelupan, substrat kaca dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Sampel selanjutnya dikalsinasi pada suhu 500°C selama 10 jam, kemudian dikarakterisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi massa TiO_2 mempunyai pengaruh yang sangat jelas terhadap pembentukan lapisan tipis TiO_2 . Pengaruh tersebut terlihat dengan jelas seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7. Pada Gambar 4.7, secara visual lapisan TiO_2 yang terbentuk memiliki ketebalan yang berbeda sesuai dengan variasi massa TiO_2 sebesar 0,3 g, 0,6 g dan 0,9 g, semakin banyak massa TiO_2 yang digunakan, semakin tebal dan semakin homogen lapisan tipis TiO_2 yang terbentuk. Namun demikian, tampak terlihat bahwa lapisan yang terbentuk tidak terlalu tebal walaupun proses deposisi sudah dilakukan 2 (dua) kali. Oleh sebab itu, pada penelitian yang akan datang, sangat dianjurkan agar metode pembuatan lapisan tipis hendaknya tidak lagi menggunakan metode CBD (*Chemical Bath Deposition*) karena tidak bisa menghasilkan lapisan tipis yang merata pada substrat. Metode lain yang bisa digunakan misalnya adalah menggunakan *spin coater*.

Kemudian dengan menggunakan metode *four probe* didapatkan resistivitas lapisan tipis untuk setiap variasi massa TiO_2 sebagaimana disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Resistivitas lapisan tipis uji XRF pada *raw material* dan sampel yang di-*leaching* dengan variasi rasio antara pasir besi dan NaHCO₃ pada suhu 110 °C.

No	Massa TiO ₂	$I (\times 10^{-6} \text{ A})$	$V (\text{Volt})$	$\rho (\times 10^6 \Omega \text{cm})$	
1	0.3 gram	0,02	0,1855	23,18	33,18
		0,02	0,2900	36,25	
		0,02	0,3209	40,11	
2	0.6 gram	0,02	0,3524	44,05	46,71
		0,02	0,3798	47,47	
		0,02	0,3888	48,6	
3	0.9 gram	0,02	0,1357	16,96	30,57
		0,02	0,2139	26,73	
		0,02	0,3842	48,02	

Berdasarkan Tabel 4.4, tampak bahwa nilai resistivitas ketiga lapisan hampir sama yaitu dengan nilai rata-rata $36,82 \times 10^6 \Omega \text{cm}$. Hal ini wajar, karena ketiga lapisan bersumber dari bahan yang sama hanya berbeda pada konsentrasi TiO₂ nya. Selanjutnya, berhubung diharapkan agar lapisan ini tergolong semikonduktor, maka nilai resistivitas ini masih sangat tinggi dibandingkan dengan orde resistivitas semikonduktor. Tingginya nilai resistivitas ini dikarenakan masih rendahnya kadar yang didapatkan pada penelitian ini.

Hal lain yang kiranya dapat disarankan untuk penelitian yang akan datang, sebaiknya substrat yang digunakan adalah *silicon wafer*, karena akan memudahkan dalam proses pemotongan sampel untuk berbagai kepentingan lain.

4.5. Luaran Penelitian

Luaran penelitian yang dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laporan Penelitian.
2. Presentasi makalah pada The 3rd *International Conference on Mathematics and Sciences (IMCs)* Tahun 2021 yang dilakukan secara online di Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur pada tanggal 12 – 13 Oktober 2021.
3. *Submit* artikel di Jurnal Ilmiah terakreditasi.

BAB 5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis data XRF dan XRD, variasi konsentrasi HCl berpengaruh pada tingkat kemurnian TiO_2 yang diperoleh dari proses *leaching*. Tingkat kemurnian terbesar diperoleh dengan menggunakan 12 M HCl pada suhu 110°C yaitu sebesar 33,737%.
2. Tingkat kemurnian yang diperoleh menggunakan 12 M HCl pada suhu 70°C belum bisa menyamai penelitian sebelumnya yaitu 60,701 %.
3. Berdasarkan hasil analisis data XRF dan XRD, variasi konsentrasi NaHCO_3 berpengaruh pada tingkat kemurnian TiO_2 yang diperoleh dari proses *leaching*. Tingkat kemurnian terbesar diperoleh dengan menggunakan rasio antara pasir besi dan NaHCO_3 sebesar 1:10 pada suhu 110°C yaitu sebesar 30,946%.
4. Variasi massa TiO_2 yang digunakan dalam penelitian ini tidak berpengaruh secara signifikan terhadap resistivitas lapisan tipis yang diperoleh.
5. Nilai resistivitas lapisan tipis yang diperoleh masih sangat tinggi dibandingkan dengan orde resistivitas TiO_2 sebagai semikonduktor karena masih rendahnya kadar TiO_2 yang didapatkan pada penelitian ini.

5.2. Saran

1. Untuk meningkatkan kemurnian TiO_2 , maka disarankan untuk menggunakan medan magnet sebelum proses *leaching* dilakukan.
2. Metode pembuatan lapisan tipis hendaknya tidak lagi menggunakan metode CBD (*Chemical Bath Deposition*) karena tidak bisa menghasilkan lapisan tipis yang merata pada substrat. Metode lain yang bisa digunakan misalnya adalah menggunakan *spin coater*.
3. Substrat yang digunakan hendaknya *silicon wafer*, karena akan memudahkan dalam proses pemotongan sampel untuk berbagai kepentingan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Capone, S., Forleo, A., Francioso, L., Rella, R., Siciliano, P., Spadavecchia, J., Presicce, D. S. and Taurino, A. M, 2004, Solid state gas sensors: State of the art and future activities, *ChemInform*, 35(29).
- Eisele I. and Burgmair, M., 2000, Work function based field effect devices for gas sensing in Optoelectronic and Microelectronic Materials and Devices, *Proceedings Conference on COMMAD 2000*, pp. 285 – 291.
- Elfanaoui, A., Ihlal, A., Taleb, A., Boulkaddat, L., Elhamri, E., Meddah, M., Bouabid, K. and Portier, X., 2011, The synthesis of TiO₂ thin film by Chemical Bath Deposition (CBD) method, *M. J. CONDENSED MATTER*, Vol. 13, No. 3, pp- 95 – 99.
- Ermawati, R., Naimah, S. dan Ratnawati, E., 2011, Monitoring dan Ekstraksi TiO₂ dari Pasir Mineral, *Jurnal Kimia Kemasan*, Vol. 33, No. 22, pp. 131 – 136.
- Hilman, P. M., Suprpto, S. J., Sunuhadi, D. N., Tampubolon, A., Wahyuningsih, R., Widhyatna, D., Pardiarto, B., Gunradi, R., Franklin, Yudawinata, K., Sutisna, D. T., Dinarsih, D., Sukaesih, Yuningsih, E. T., Candra, Oktaviani, P., Rahmawati, R., Ulfa, R. M., Sukmayana, I. dan Ostman, I., 2014, *Pasir Besi di Indonesia: Geologi, Eksplorasi dan Pemanfaatannya*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Republik Indonesia.
- Firdaus, I., Stevani, A., Handayani, Y. N., Febriyanti, N. Marjunus, R., Manurung, P., 2021, Synthesis and characterization of TiO₂ from Lampung's Iron Sand using leaching method with temperature variation, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, in press.
- Li, Z., Yao, Z. J., Haidry, A. A., Plecenik, T., Xie, L. J., Sun, L. C., Fatima, Q., 2018, Resistive-type hydrogen gas sensor based on TiO₂: A review, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 43, Issue 45, pp. 21114 – 21132, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.09.051>.
- Manurung, P., Putri, Y., Simanjuntak, W. and Low, I. M., 2013, Synthesis and characterisation of chemical bath deposited TiO₂ thin-films, *Ceramics International*, Vol. 39, Issue 1, pp. 255 – 259, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2012.06.019>.
- Marjunus, R., 2018, *Development of Pt-based Sensitive Layer for Carbon Monoxide Work Function Change Based Sensor in Air at Room Temperature*, Ph.D. Dissertation, Universität der Bundeswehr München. Germany.

- Marjunus, R., Simon, S., Wilbertz, Ch., and Hansch, W., 2014, Sensitivity improvement of Pt-based layer as work function based sensor for carbon monoxide in air at room temperature, *Proceeding of IMCS 2014 – The 15th International Meeting on Chemical Sensors*, Buenos Aires, Argentina.
- Marjunus, R., Handayani, Y. N., Stevani, A., Febriyanti, N., Firdaus, I., Manurung, P., 2020, Synthesis and characterization of TiO₂ from Lampung's ilmenite using leaching method with variation of time duration, *Proceeding of The 10th International Conference of Theoretical and Applied Physics (ICTAP) 2020*, Universitas Mataram, Mataram, in process.
- Marjunus, R., Febriyanti, N., Stevani, A., Handayani, Y. N., Firdaus, I., Manurung, P., 2020, Synthesis and Characterization of TiO₂ Thin Film Based on Iron Sand of Lampung Province - Indonesia, *Proceeding of The 1st International Symposium on Physics and Applications (ISPA) 2020*, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya, in process.
- Maziarz, W., Kusior, A. and Trenczek-Zajac, A., 2016, Nanostructured TiO₂-based gas sensors with enhanced sensitivity to reducing gases, *Beilstein J. Nanotechnol*, pp. 1718 – 1726, <https://doi.org/10.3762/bjnano.7.164>.
- Nisar, J., Topalian, Z., Sarkar, A. D., Österlund, L. and Ahuja, R., 2013, TiO₂-Based Gas Sensor: A Possible Application to SO₂, *ACS Applied Materials & Interfaces* 5 (17), pp. 8516 – 8522, <https://doi.org/10.1021/am4018835>.
- Purwani, M.V. dan Suyanti, 2016, Model Penyusutan Partikel Pada Pelindian Titanium Dalam Ilmenit Memakai HCl, *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah - Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir 2016 Pusat Sains dan Teknologi Akselerator*, BATAN - Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNS Surakarta.
- Pozos, H.G., Krishna, K.T.V. and de la Luz Olvera Amador, M., 2018, TiO₂ thin film based gas sensors for CO-detection, *Journal of Material Science: Mater Electron* 29, pp. 15829 – 15837, <https://doi.org/10.1007/s10854-018-9477-2>.
- Raza, M. A., Habib, A., Kanwal, Z., Hussain, S. S., Iqbal, M. J., Saleem, M., Riaz, S. and Naseem, S., 2018, Optical CO₂ Gas Sensing Based on TiO₂, *Advances in Materials Science and Engineering*, Volume 2018, <https://doi.org/10.1155/2018/2780203>.
- Senft, S., Iskra, P., Eisele, I., and Hansch, W., 2011, *Work function - based sensor: Schottky - and FET-based devices (in Chemical Sensors: Comprehensive Sensor Technologies, Editor: G. Korotchenkov)*, Volume 4, Momentum Press.

- Setiawati, L. D., Siswanto dan Rachman, N. T., 2013, Ekstraksi Titanium Dioksida (TiO₂) Berbahan Baku Pasir Besi dengan Metode Hidrometalurgi, *Prosiding Semirata Tahun 2013*, FMIPA Unila.
- Simon, S., Marjunus, R., Stimpel – Lindner, T., Wilbertz, Ch., Schmidt, I., Wartmann, J. and Hansch, W., 2012, Pt/Au based sensor with a PMMA–film for detecting CO in a hydrogen atmosphere, *Proceeding of IMCS 2012 – The 14th International Meeting on Chemical Sensors*, pp. 327 – 330.
- Tang, H., Prasad, K., Sanjinés, R., Lévy, F., 1995, TiO₂ anatase thin films as gas sensors, *Sensors and Actuators B: Chemical*, Volume 26, Issues 1–3, pp. 71 – 75, [https://doi.org/10.1016/0925-4005\(94\)01559-Z](https://doi.org/10.1016/0925-4005(94)01559-Z).
- Wahyuningsih, S., Ramelan, A. H., Pramono, E., Argawan, P., Djatisulistya, A., Firdiyono, F., Sulistiyono, E. and Sari, P. P., 2018, The Effects of Leaching Process to the TiO₂ Synthesis from Bangka Ilmenite, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 333 (2018) 012049, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/333/1/012049>.

PUBLIKASI

di

The 3rd International Conference on Mathematics and Sciences (ICMSc)

Universitas Mulawarman

Samarinda, 12 – 13 Oktober 2021



The 3rd International Conference on Mathematics and Sciences
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
UNIVERSITAS MULAWARMAN
Campus: Jl. Barong Tongkok No 4 Gn Kelua Samarinda
Phone (0541) 749140, 749152, 749153, 749156



No : 77-LoA/Phy/ICMSc/FMIPA-Unmul/2021

30/09/2021

Subject : Letter of Acceptance

Dear Roniyus Marjunus

Thank you for submitting your Abstract and we would like to formally inform you that your abstract entitled:

“Synthesis and characterization of TiO₂ from Lampung's iron sand using acid leaching method with variation of HCl concentration”

has been approved by our Editors and is accepted for presentation at **The 3rd International Conference on Mathematics and Sciences (ICMSc)**

which be held at **Science Learning Center, Universitas Mulawarman, Samarinda, East, Kalimantan, Indonesia**. The conference will be conducted hybrid (offline and online using Zoom Application) on October 12-13, 2021.

Please submit your full paper to <http://conference.fmipa.unmul.ac.id/index.php/icmsc/2021> no later than **06 November 2021**.

For further information regarding the specifics of the Conference or please contact us with any questions conference.fmipa@gmail.com and Contact Person +62 852 5032 6564 (Meiliyani Siringoringo, S.Si, M.Si)

Yours respectfully,

Chairperson 3rd ICMSc 2021



Dr. Yanti Puspita Sari, M.Si



The 3rd ICMSc
2021

International Conference on Mathematics,
and Science (ICMSc) 2021
Faculty of Mathematics and Natural Science
Mulawarman University

KWITANSI

Nomor : 442/ FMIPA/ 2021

Sudah terima dari : Roniyus Marjunus

Banyaknya uang : Dua ratus lima puluh ribu rupiah

Untuk pembayaran : Registrasi ICMSc 2021 FMIPA Universitas Mulawarman



Terbilang Rp. 250.000,-

Samarinda, Oktober 2021

Penerima,


Siti Aminah



The 3rd ICMSc
2021

International Conference On Mathematics
And Sciences

Number : 2360/UN17.7/PP/2021

CERTIFICATE

OF ACHIEVEMENT

The 3th International Conference on Mathematics and Sciences (ICMSc) 2021
proudly presents this certificate to

Roniyus Marjunus

as a

Presenter

in the conference that was held in Science Learning Center FMIPA, Mulawarman University,
Samarinda, East Borneo, Indonesia October 12th-13th 2021

Theme:

"A brighter future with tropical innovation
In the application of industry 4.0"

Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Mulawarman University



Dr. Eng. Idris Mandang, M.Si
Dean FMIPA Mulawarman University



Dr. Yanti Puspita Sari, M.Si
Chairman



FMIPA UNMUL

The 3rd ICMSc

2021

International Conference On Mathematics
And Sciences



**“A brighter future with tropical innovation
In the application of industry 4.0”**

International Conference on Mathematics and Sciences (ICMSc) 2021
Faculty of Mathematics and Natural Science
Mulawarman University

Abstract Book

The 3rd International Conference on Mathematics and Sciences ICMSc 2021

“A Brighter Future with Tropical Innovation in the Application of Industry 4.0”

Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University
Jl. Barong Tongkok No. 4, Gunung Kelua, Samarinda, East Borneo, Indonesia, 75123

Editor:
RR Dirgarini Julia Nurlianti Subagyo
Veliyana Londong Allo
Imam Rosadi

Cover Design and Picture Design:
Fajar Hadi Ramadana

Chairman:
Yanti Puspitasari

Contents

Foreword from the Dean of Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University.....	1
Foreword from the Chairman of Organizing Committee	3
Committee	4
Venue	5
Conference Schedule	6
Parallel Session Schedule	12
The List of Keynote Speakers	25
Biofuel from The Tropical Rainforest	26
Multiscale Methods and Analysis for The Highly Oscillatory Nonlinear Klein-Gordon Equation	27
Achieving Green and Sustainable Energy Systems: Techno-Economic Perspectives	28
Experiences from regional climate forecasts for the 21st century for the North Sea and its application to Asian waters.....	29
Application of molecular techniques to combat wildlife trade and population management of otters and hornbills in Thailand.....	30
The List of Invited Speakers.....	31
Total Vertex Irregularity Strength of Dodecahedral Graph	32
A Simulation Study on the Performance of Robust Lasso.....	33
Investigation of Fiber in the Phenomena Around Us and Its Application Potential in the Future	34
Bayesian Spatial and Spatio-Temporal Models on a Small Number of Areas.....	35
Extracting Information from Ocean Waves Statistics.....	36
Potential Use of Black Soldier Fly Larvae Oil	37
Degradation of Methylene Blue Using $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-ZnO/WO}_3$ Catalyst.....	38
Comparative Study of Physical and Chemical Properties of Magnetite Synthesized Using Co-Precipitation Method	39
A Kinetic Study of Co-Pyrolysis of <i>Botryococcus braunii</i> and Victorian Brown Coal	40
Abstracts: Oral Presentations.....	41
Abstracts: Poster Presentations	119
General Information.....	121
Sponsor	123

Foreword from the Dean of Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University



Assalamu'alaikum wr. wb.

First of all, let us praise and thank the Almighty God, because his blessings and helpings, we are able to gather here to attend this conference.

It is a great pleasure to welcome you all to the 3rd International Conference on Mathematics and Sciences (ICMSc 2021) with a theme "A Brighter Future with Tropical Innovation in the Application of Industry 4.0". I am delighted to see that the Faculty of Mathematics and Natural Sciences Mulawarman University has again organized the third international conference that capitalize on our strength and built on our commitment to promoting the researches on mathematics, statistics, physics, geophysics, chemistry, and biology, as well as their applications.

Unlike the previous two seminars, ICMSc 2021 is conducted using a hybrid method, by combining online and offline seminars. This is due to the COVID-19 pandemic which has impacted our lives, including in education and research. As researchers, lecturers and students, we do face many challenges in this pandemic condition and we find it difficult to carry out research in the laboratory due to limited access and the application of very strict health protocols.

I am very happy and proud of all the keynote speakers, invited speakers and oral and poster presenters who remain enthusiastic in carrying out research in the midst of this pandemic and presenting their research results in this seminar.

The conference proudly invites five keynote speakers coming from several countries. Therefore, on behalf of the committee, I would like to express my sincere thanks to them, specifically: Prof. Rizalman Mamat from University Malaysia Pahang; Prof. Bao Weizhu from National University of Singapore; Prof. Thomas Pohlmann from Universität Hamburg, Germany; Assoc. Prof. Dr. Eng. Muhammad Azis, University of Tokyo, and Worata Klinsawat, PhD from KMUTT, Thailand who have high reputation and commitment in their field.

I would also like to thank all invited speakers from different universities in Indonesia, Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si, Bagus Sartono, M.Si, PhD, Dr. Handika Dany Rahmayanti, M.Si, Aswi, M.Si., Ph.D, Dr. Muh. Alimuddin Hamzah Assagaf, M. Eng, Dr. Noor Hindryawati, M.Si, Dr. Soerja Koesnarpadi, M.Si, Rudy Agung Nugroho, M.Si, Ph.D, and Dr. RR Dirgarini J N Subagyo, MSc.

Furthermore, I would like to take this opportunity to thank the conference organizing committee who have shown great hard work and determination for this conference. They have all worked since the beginning of 2020 from the planning stage to the implementation stage in the middle of their busy lives as lecturers, laboratory assistants and administrative staff.

I would also like to thank participants, especially those of you coming from abroad, for joining us and sharing your valuable experiences. I do hope that this conference would bring a great

opportunity for all of us to share research experience and knowledge and this conference will give significant contribution to the advancement of our nation.

On this occasion, I would like to apologize to all of you when there are some inconveniences during the conference.

Finally, for all the speakers and participants listed in the 3rd ICMSC 2021, have a nice conference and I do hope we can all meet again in the 4th ICMSc in 2022.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Best Regards,

Dr. Eng. Idris Mandang, M.Si
Dean of Faculty of Mathematics and Natural Sciences Mulawarman University

Foreword from the Chairman of Organizing Committee



Assalamu'alaikum wr. wb.

Dear participants,

The 3rd International Conference on Mathematics and Sciences (ICMSc 2021) is an international hybrid conference organized by Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University (UNMUL), Samarinda, East Kalimantan, Indonesia. ICMSc 2021 with a theme "A Brighter Future with Tropical Innovation in the Application of Industry 4.0" will cover all key areas in mathematics, statistics, physics, geophysics, chemistry, and biology and the applications.

Previously, two ICMSc series were conducted offline where we could meet face-to-face and exchange information and experiences. In this third ICMSc, the conference is held with a hybrid method due to COVID-19 pandemic where most of us can only meet online. However, I believe that these limitations do not prevent us from sharing experiences, research results and information.

I am very pleased that we have renowned keynote speakers, Prof. Rizalman Mamat from University Malaysia Pahang; Prof. Bao Weizhu from National University of Singapore; Prof. Thomas Pohlmann from Universität Hamburg, Germany; Assoc. Prof. Dr. Eng. Muhammad Azis, University of Tokyo, and Worata Klinsawat, PhD from KMUTT. In this year conference, we also invite Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si, Bagus Sartono, M.Si, PhD, Dr. Handika Dany Rahmayanti, M.Si, Aswi, M.Si., Ph.D, Dr. Muh. Alimuddin Hamzah Assagaf, M. Eng, Dr. Noor Hindryawati, M.Si, Dr. Soerja Koesnarpadi, M.Si, Rudy Agung Nugroho, M.Si, Ph.D, and Dr. RR Dirgarini J N Subagyono, MSc from different universities in Indonesia. It is an honor and privilege to have them as speakers as I strongly believe that their contribution would be beneficial to the people working in this field.

For ICMSc 2021, we received 88 abstracts and there are 73 accepted abstract for 72 oral presentations and 1 poster presentation. All accepted articles will be published in a proceeding published by The American Institute of Physics (AIP) Publishing.

I would like to thank all the committee and students involved in this seminar. Thank you for the great teamwork and your time. I would also like to greatly thank PT Badak NGL for financial supports.

On behalf of the organizing committee, I would like to welcome all of speakers and participants. Please enjoy the conference.

Best regards,

Dr. Yanti Puspitasari
Chair of Organizing Committee

Committee

Honorary Board

Prof. Dr. H. Masjaya, M.Si
(Rector of Mulawarman University)
Dr. Eng. Idris Mandang, M.Si
(Dean of Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University)
Dr. Sri Wahyuningih, M.Si
(Vice Dean I of Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University)
Dr. Chairul Saleh, M.Si

Organizing Committee

Chairman

Dr. Yanti Puspita Sari, M.Si

Co-Chairman

Wasono, S.Si., M.Si

Secretary

Devina Rayzy P.S.P, S.Si., M.Sc
Widha Prahastika, S.Si

Mirna, SE.
Iin Yunarti, S.Pd

Treasury

Suprianto, ST
Rahmad Ramadhani Dey, S.IP
Siti Aminah, S.Kom

Member

Rudy Agung Nugroho, M.Si., Ph.D
Veliyana Londong Allo, S.Si., M.Si
Meiliyani Siringoringo, S.Si., M.Si
Irfan Ashari Hiyahara, S.Pd., M.Si
Rahmiati, S.Si., M.Sc
Surya Prangga, S.Si., M.Si
Wahidah, S.Si., M.T
Dr. R.R. Dirgarini Julia Nurlianti S, M.Sc
Dr. Sifriyani, M.Si
Dr. Noor Hindryawati, M.Si
Dr. Retno Aryani, M.Si
Imam Rosadi, M.Si
Dr. Nova Hariani, M.Si
Fajar Hadi Ramadana, A.Md
Kusnandar, M.Pd., M.Kom
Muhammad Fakhurrozi, S.Kom
Asmaidi, S.Pd., M.Si
Fidia Deny Tisna Amijaya, S.Si., M.Si

Gatot Afriyanto, S.Sos
Muhammad Nurul Huda, S.Si., M.Si
Rudianto, S.Si
Erlinda Ratnasari Putri, S.Si., M.Si
Fedy Harlanto, S.Si
Ruli Yuniarto, S.Si
M. Rasyid Rahman, S.Stat
Arif Sopian
Wasdub
Dr. Hetty Manurung, M.Si
Eko Kusumawati, S.Si., M.P
Qonita Qurrota A'yun, S.Si., M.Sc
Mukhlis, S.Pd., M.Sc
La Jahaja, SE
Triyono Widadi, A.Md
Ahmad Zarkasi, S.Si., M.Si
Dr. Rahmat Gunawan, M.Si
Dijan Sunar Rukmi, S.Si., M.Si
Riski Indah Wiyani, S.Si

Venue



Science Learning Center

Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University

Jl. Barong Tongkok No. 04 Mulawarman University Campus, Mount Kelua Samarinda
East Kalimantan, Indonesia 75123

Conference Schedule

Day 1:
12 October 2021

Time - Central Indonesia Time (WITA)	Agenda	Room/Zoom details
08.00 – 09.00	Registration Conference regulation (MC)	Theater Room, SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Topic: First session of The 3rd ICMSc, 12 Oct 2021 Join Zoom Meeting https://bit.ly/ICMSc2021-Day1-Session1 Meeting ID: 931 9785 2746 Passcode: ICMSc01
09.00– 09.45	Opening Ceremony: 1. Greeting by Master of Ceremony (Robiansyah & Qonita Qurrota A'yun, S.Si., M.Sc.) 2. Indonesian National Anthem: Indonesia Raya 3. Traditional dancing by Art Student Creativity Unit, Faculty of Mathematics and Natural Science, Mulawarman University 4. Opening remarks: a. Chairman (Dr. Yanti Puspitasari, M.Si) b. Dean of Faculty of Mathematics and Natural Sciences (Dr.Eng. Idris Mandang, M.Si) c. Rector of Mulawarman University (Prof. Dr. H. Masjaya, M.Si) 5. Chanting prayers (Irfan Ashari Hiyahara, M.Si) 6. Photo session	
09.45 – 10.00	Break – Interactive Quiz	www.menti.com
10.00-11.00 (10.00-11.00 MYT)	Plenary Session 1 Keynote Speaker 1: Prof. Rizalman Mamat, University Malaysia Pahang Moderator: Dr. Noor Hindryawati, M.Si Handover of certificates to keynote speakers	Theater Room, SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Topic: First session of The 3rd ICMSc, 12 Oct 2021 Join Zoom Meeting https://bit.ly/ICMSc2021-Day1-Session1

Time – Central Indonesia Time (WITA)	Agenda			Room/Zoom details	
11.00-12.00 (11.00-12.00 SGT)	Plenary Session 1 Keynote Speaker 2: Prof. Bao Weizhu, National University of Singapore Moderator: Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si Handover of certificates to keynote speakers			Meeting ID: 931 9785 2746 Passcode: ICMSc01	
12.00 - 12.05	Plenary and parallel session sharing information by MC				
12.00 – 13.30	BREAK				
13.30 – 14.30 (07.30-08.30 CEST)	Plenary Session 1 Keynote Speaker 3: Prof. Thomas Pohlmann, Universität Hamburg, Germany Moderator: Dr. Mustaid, M.Si Handover of certificates to keynote speakers			SLC (Offline) Theatre Room, SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Topic: Second session of The 3rd ICMSc, 12 Oct 2021 Join Zoom Meeting https://bit.ly/ICMSc2021-Day1-Session2 Meeting ID: 980 0072 8064 Passcode: ICMSc02	
14.30-16.30	Parallel Session				
	Room 1 Mathematics SLC (Offline), Zoom virtual room (Online) Moderator: Fidia Deny Tisna, M.Si Invited Speaker: Prof. Dr. Nurdin, S.Si, M.Si (14.30-14.50)	Room 2 Statistics SLC (Offline), Zoom virtual room (Online) Moderator: Meiliyani Siringoringo, M.Si Invited Speaker: Bagus Sartono, M.Si, PhD (14.30-14.50)	Room 3 Chemistry SLC (Offline), Zoom virtual room (Online) Moderator: Irfan Ashari Hiyahara, M.Si Invited Speaker: Dr. Noor Hindryawati, M.Si (14.30-14.50)	Room 4 Physics & Geophysics SLC (Offline), Zoom virtual room (Online) Moderator: Dr. Rahmawati, M.Si Invited Speaker: Dr. Muh. Alimuddin Hamzah Assagaf, M. Eng	Room 5 Biology SLC (Offline), Zoom virtual room (Online) Moderator: Dr. Dijan Sunar Rukmi, M.Si Invited Speaker: Rudy Agung Nugroho, M.Si, Ph.D

Time - Central Indonesia Time (WITA)	Agenda			Room/Zoom details	
	Operator: Fedy Harlanto, S.Si	Operator: Ruli Yuniarto, S.Si	Operator: M. Fakhrurrozy, S.Kom	(14.30-14.50) Operator: M. Rasyid Rahman, S.Si	(14.30-14.50) Operator: Rudianto, S.Si
19.00 – 21.00	Gala dinner			Midtown Hotel, Samarinda	

Day 2:
13 October 2021

Time – Central Indonesia Time (WITA)	Agenda	Room/Zoom details
08.00 – 08.55	Registration Conference regulation (MC)	Theatre Room, SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Topic: First session of The 3rd ICMSc 13 Oct 2021 Join Zoom Meeting https://bit.ly/ICMSc2021-Day2-Session1 Meeting ID: 949 0912 6864 Passcode: ICMS03 Interactive Quiz www.menti.com (the code will be informed prior to the Quiz)
08.55-09.00	Opening by MC	
09.00-10.00 (10.00-11.00 JST)	Plenary Session 2 Keynote Speaker 1: Assoc. Prof. Dr. Eng. Muhammad Azis, University of Tokyo Moderator: Dr. RR Dirgarini Julia Nurlianti S., MSc Handover of certificates to keynote speakers	
10.00-11.00 (09.00-10.00 ICT)	Plenary Session 2 Keynote Speaker 2: Worata Klinsawat, PhD, KMUTT, Thailand Moderator: Rudy Agung Nugroho, PhD Handover of certificates to keynote speakers	
11.00 - 11.15	Break – Interactive Quiz	
11.15 - 11.45	Information session Publication in AIP Publishing (Dr. Rudy Agung Nugroho, M.Si)	
11.45 - 12.00	Parallel session sharing information by MC (Information on the best presenters)	
12.00 – 13.30	BREAK	SLC (Offline)

Time – Central Indonesia Time (WITA)	Agenda			Room/Zoom details	
13.30-15.15	Parallel Session				
	Theatre Room, SLC (Offline)				
	Zoom virtual room (Online) Topic: Second session of The 3rd ICMSc, Oct 13th 2021				
	Join Zoom Meeting https://bit.ly/ICMSc2021-Day2-Session2				
	Meeting ID: 916 4639 1087 Passcode: ICMSC04				
Room 1 Mathematics/ Statistics SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Moderator: Fidia Deny Tisna, M.Si	Room 2 Statistics 1 SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Moderator: Meiliyani Siringoringo, M.Si Invited Speaker: Aswi, M.Si., Ph.D (13.30-13.50) Operator: Ruli Yuniarto, S.Si	Room 3 Chemistry SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Moderator: Dr.NoorHindryawati,MSi Invited Speaker: Dr. RR Dirgarini J N Subagyono, MSc (13.30-13.50) Dr.Soerja Koesnarpadi,MSi (13.50-14.10) Operator: Muhammad Fakhrrurrozy, S.Kom	Room 4 Physics and Geophysics SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Moderator: Dr. Rahmawati, M.Si Invited Speaker: Dr. Handika Dany Rahmayanti, M.Si (13.30-13.50) Operator: M. Rasyid Rahman, S.Si	Room 5 Statistics 2 SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Moderator: Qonita Qurrota A'yun, S.Si., M.Sc Operator: Rudianto, S.Si	

Time - Central Indonesia Time (WITA)	Agenda	Room/Zoom details
15.15 – 16.00	Closing Ceremony 1. Greeting by Master of Ceremony (Muhammad Robiansyah & Qonita Qurrota A'yun, S.Si., M.Sc.) 2. Traditional dancing by Art Student Creativity Unit, Faculty of Mathematics and Natural Science, Mulawarman University 3. Announcement of the best speakers 4. Closing remarks: Dean of Faculty of Mathematics and Natural Sciences (Dr.Eng. Idris Mandang, M.Si) 5. Photo Session 6. Evaluation	Theatre Room, SLC (Offline) Zoom virtual room (Online) Topic: Second session of The 3rd ICMSc, Oct 13th 2021 Join Zoom Meeting https://bit.ly/ICMSc2021-Day2-Session2 Meeting ID: 916 4639 1087 Passcode: ICMSC04

Date : October 12, 2021 (Day 1)

Room : Science Learning Center, Floor 1, Theater Room (Physics and Geophysics)

Moderator : Dr. Rahmawati, M.Si

Operator : M. Rasyid Rahman, S.Si

No	Code	Authors	Title	Time
1	IVT4	Dr. Muh. Alimuddin Hamzah Assagaf, M. Eng	Extracting Information from Ocean Waves Statistics	14.30 - 14.50
2	343	Rahmawati - Munir, Nadya - Amalia, Rahmiati - Munir	Physics Laboratory by Video Tracker and Visual Basic for Application at Home During Covid-19 Pandemic: Material Elasticity Measurement	14.50 - 15.00
3	368	Diena Noviarini	The Future of Palm Tree Plantation Using Power Self Generation on Wiring Telecommunication As Outcome of Plant Output	15.00 - 15.10
4	369	Diena Noviarini, Eko Arif Syaefuddin	SNI Standard Freight Software Design With Social Platform Media For Cost Efficiency And Effectiveness For Product Advantages For Cooperative Found MSME Products	15.10 - 15.20
5	390	Diena Noviarini	Integration Of Indonesian Regional Head Election General Election Information System Using Online Real Time Basis Ssystem With Touchscreen Fingerprint	15.20 - 15.30
6	408	Irvin Dayadi	The Effect Of Wood Width, Thickness, And Length On Static Bending Of Red Meranti (Shorea Sp.)	15.30 - 15.40
7	430	Mislan Mislan, Devina Rayzy Perwitasari Sutaji Putri, Piter Lepong, Djayus Djayus, Asmaidi Asmaidi	Utilization of 3-Dimensional Watershed Model to Support Disaster Mitigation Learning System	15.40 - 15.50
8	423	Rahmawati - Munir, Ahmad - Zarkasi, Erlinda Ratnasari Puteri, Wahidah - Wahidah, Idris - Mandang	Improvement Physical Science Interest for Elementary Students in SDN 22 Samarinda by Basic Measurement Learning	15.50 - 16.00

No	Code	Authors	Title	Time
9	427	Rani Chahyani, Abdul Manan	The effect of truncating the Taylor series terms toward derivative results of the Complex Conjugate Approach and its applications in Geophysics and Statistics	16.00 - 16.10
10	442	Roniyus Marjunus	Synthesis and characterization of TiO_2 from Lampung's iron sand using acid leaching method with variation of HCl concentration	16.10 – 16.20



KWITANSI

Nomor : 2-ICMSc/Pub/2021

Sudah terima dari : Dr. rer. nar. Roniyus Marjunus, S.Si., M.Si.

Banyaknya uang : Satu Juta Lima Ratus Ribu Rupiah

Untuk pembayaran : Pembayaran Biaya Publikasi Proceeding ICMSc 2021



Terbilang Rp.

Rp. 1.500.000,-

Samarinda,
Penerima, 11/10/2021



Meiliyani Siringoringo, M.Si

RENCANA PUBLIKASI

di

**Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni
Universitas Islam Negeri Radin Inten Lampung**



No. 9699

Telah terima dari RONIYUS MARJUNUS

Uang sejumlah SATU JUTA RUPIAH

Untuk pembayaran PUBLIKASI PADA JIPF AL-BIRUNI
VOL 10 NO2 TAHUN 2021

BANDAR LAMPUNG, 11 OKTOBER 2021

Rp. 1.000.000,-



RAHMA DIANI

PAPERLINE