

**ANALISIS SEBARAN DAN POTENSI PASIR SILIKA DI
PULAU HALANG BAGIAN UTARA, MENGGUNAKAN
METODE XRD DAN PENGINDERAAN JAUH,
KABUPATEN ROKAN HILIR,
PROVINSI RIAU**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru**



Disusun Oleh:

**DAFFA AKHILLAH
213610128**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SEBARAN DAN POTENSI PASIR SILIKA DI
PULAU HALANG BAGIAN UTARA, MENGGUNAKAN
METODE XRD DAN PENGINDERAAN JAUH
KABUPATEN ROKAN HILIR,
PROVINSI RIAU**

Disusun Oleh :



Daffa Akhillah
213610128

Diperiksa dan disetujui Oleh:

Pekanbaru, 17 April 2026

Dosen Pembimbing



Prof. Ir. H. Husnul Kausarian, B.Sc(Hons), M.Sc, Ph.D

NIDN: 1014028602

Mengetahui Ka Prodi Teknik Geologi



Budi Prayitno S.T.,M.T

NIDN: 1010118403

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah di ajukan untuk mendapat gelar akademik (strata satu), baik di Universitas Islam Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas di cantumkan sebagai acuan dalam naskah, dengan di sebutkan nama pengarang dan dicatumkan sebagai acuan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “software” komputer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah saya peroleh, serta sanksi lainnya dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 17 April 2026
Penulis



Daffa Akhillah
213610128

**ANALISIS SEBARAN DAN POTENSI PASIR SILIKA DI PULAU
HALANG BAGIAN UTARA, MENGGUNAKAN METODE
XRD DAN PENGINDERAAN JAUH
KABUPATEN ROKAN HILIR,
PROVINSI RIAU**

DAFFA AKHILLAH

Program Studi Teknik Geologi

SARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran dan potensi pasir silika di Pulau Halang bagian Utara, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau, dengan mengintegrasikan metode penginderaan jauh dan analisis laboratorium X-Ray Diffraction (XRD). Identifikasi awal dilakukan menggunakan citra Sentinel-2A resolusi 10 meter melalui perhitungan Indeks Silika (SI) berbasis kanal NIR dan SWIR. Hasil pengolahan menunjukkan nilai SI berkisar antara 0,2 hingga >0,6, dengan klasifikasi potensi sedang sebesar 0,125%, tinggi sebesar 73,61%, dan sangat tinggi sebesar 26,26%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah penelitian didominasi oleh material kaya silika. Validasi lapangan dilakukan melalui analisis XRD terhadap tiga sampel pasir silika (S1, S2, dan S3) yang diambil pada zona SI tinggi dan sangat tinggi. Hasil XRD menunjukkan bahwa seluruh sampel didominasi oleh mineral kuarsa (SiO_2) dengan puncak utama pada sudut 2θ sekitar $26,6^\circ$. Perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Scherrer menunjukkan bahwa sampel pada zona SI (Indeks Silika) sangat tinggi memiliki ukuran kristal sekitar 62,9 nm, sedangkan sampel pada zona SI (Indeks Silika) tinggi memiliki ukuran kristal sekitar 35,9 nm. Hasil ini menunjukkan adanya hubungan yang konsisten antara nilai Indeks Silika dan tingkat kristalinitas kuarsa. Integrasi antara data penginderaan jauh dan XRD menghasilkan peta zona potensi pasir silika tervalidasi, yang menunjukkan bahwa daerah pesisir dan dataran aluvial Pulau Halang bagian Utara memiliki potensi tinggi hingga sangat tinggi untuk pengembangan pasir silika.

Kata Kunci: Indeks Silika; Remote Sensing, Sentinel-2, *X-Ray Diffraction* (XRD), Kuarsa, Pasir Silika.

**ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION AND POTENTIAL OF SILICA
SAND IN THE NORTHERN PART OF PULAU HALANG USING
XRD AND REMOTE SENSING METHODS
ROKAN HILIR REGENCY,
RIAU PROVINCE**

DAFFA AKHILLAH

Department of Geological Engineering

ABSTRACT

This study aims to analyze the distribution and potential of silica sand in the northern part of Pulau Halang, Rokan Hilir Regency, Riau Province, by integrating remote sensing and X-Ray Diffraction (XRD) methods. Initial identification was conducted using Sentinel-2A satellite imagery with a spatial resolution of 10 meters through the calculation of the Silica Index (SI) based on NIR and SWIR bands. The results show that SI values range from 0.2 to >0.6, with 0.125% classified as moderate, 73.61% as high, and 26.26% as very high potential. These findings indicate that most of the study area is dominated by silica-rich materials. Field validation was carried out through XRD analysis of three silica sand samples (S1, S2, and S3) collected from high and very high SI (Silica Index) zones. The XRD results indicate that all samples are dominated by quartz (SiO₂), characterized by a main diffraction peak at approximately 2θ 26.6°. Crystallite size calculation using the Scherrer equation shows that samples from very high SI (Silica Index) zones have an average crystallite size of approximately 62.9 nm, while samples from high SI (Silica Index) zones have a smaller crystallite size of about 35.9 nm. This result demonstrates a consistent relationship between Silica Index values and quartz crystallinity. The integration of remote sensing data and XRD analysis produces a validated silica sand potential map, indicating that coastal and alluvial areas in the northern part of Pulau Halang have high to very high potential for silica sand development.

Keywords: Silica Index, Sentinel-2, X-Ray Diffraction (XRD), Quartz, Silica Sand, Pulau Halang.

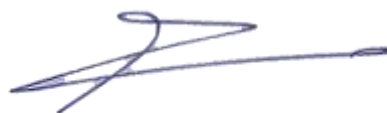
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat yang diberikan baik dalam bentuk ilmu pengetahuan, kesehatan, kebaikan, dan kekuatan dalam menyusun tugas akhir ini dengan judul **“ANALISIS SEBARAN DAN POTENSI PASIR SILIKA DI PULAU HALANG BAGIAN UTARA, MENGGUNAKAN METODE XRD DAN PENGINDERAAN JAUH, KABUPATEN ROKAN HILIR, PROVINSI RIAU”**. Terima kasih penulis ucapkan kepada keluarga besar yang sudah memberikan dukungan penuh kepada penulis, dan juga kepada bapak Prof. Ir. H. Husnul Kausarian, B.Sc(Hons), M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

Dan juga tidak lupa pula, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Budi Prayitno, S.T.,M.T selaku Ka.Prodi Teknik Geologi, Universitas Islam Riau atas segala bantuan dan dukungannya.
2. Bapak / Ibu Dosen dan Staff Program Studi Teknik Geologi, Universitas Islam Riau.
3. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan.
4. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini belum sempurna, saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat diharapkan. Semoga kita semua selalu berada dalam lindungan Allah SWT.

Pekanbaru, 17 April 2026



Daffa Akhillah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iii
SARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	4
1.7 Jadwal Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Fisiografi Regional.....	7
2.2 Geologi Regional	8
2.3 Silika (SiO_2)	11
2.3.1 Silika Kristalin	12
2.3.2 Silika amorf.....	12
2.4 Pasir Silika	13
2.5 Sifat Fisika dan Kimia Pasir Silika	14
2.6 Pemanfaatan Pasir Silika.....	15
2.7 XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	16
2.8 Penginderaan jauh	18
2.9 Integrasi Penginderaan jauh dan XRD	19
2.10 Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21

3.1 Objek Penelitian	21
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.3 Peralatan yang digunakan	21
3.4 Metode Pengumpulan Data	24
3.5 Metode Analisis Data	26
3.6 Alur Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Distribusi dan Zonasi Indeks Silika Berdasarkan Citra Sentinel-2	31
4.2 Sebaran Titik Sampel berdasarkan Zona Indeks Silika.....	32
4.3 Hasil Analisis XRD Pasir Silika.....	33
4.3.1 Sampel 1 (S1).....	34
4.3.2 Sampel 2 (S2).....	35
4.3.3 Sampel 3 (S3).....	36
4.4 Korelasi Data XRD dan Silika Indeks.....	36
4.5 Peta Zona Potensi Pasir Silika Tervalidasi	38
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Administrasi Daerah Penelitian	5
Gambar 2. 1 Fisiografi Regional Sumatra	8
Gambar 2. 2 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian.....	10
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Hukum Bragg	17
Gambar 3. 1 Peta Perencanaan titik sampling pasir silika.....	25
Gambar 3. 2 Diagaram Alur Penelitian	30
Gambar 4. 1 Peta titik sampel pasir silika	33
Gambar 4. 2 Grafik Hasil XRD S1, S2, S3	34
Gambar 4. 3 Peta Potensi Pasir Silika Sangat Tinggi Tervalidasi	39
Gambar 4. 4 Peta Potensi Pasir Silika Tervalidasi.....	40
Gambar 4. 5 Peta Potensi Pasir Silika Tinggi Tervalidasi	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jadwal Penelitian	6
Tabel 2. 1 Karakteristik Silika Amorf dan Kristalin.....	13
Tabel 3. 1 Alat Lapangan.....	22
Tabel 3. 2 Alat Laboratorium	23
Tabel 3. 3 Klasifikasi Jenis – jenis band Sentinel 2A resolusi 10 meter	24
Tabel 3. 4 Tabel Klasifikasi Indeks silika (Awawdeh et al., 2023); Bakri et al., 2023).....	27
Tabel 4. 1 Titik sampel silika.....	32
Tabel 4. 2 Korelasi XRD dan Silika Indeks.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasir silika merupakan salah satu sumber daya mineral non-logam strategis yang memiliki peranan penting dalam berbagai sektor industri modern. Secara global, pasir silika menjadi komoditas mineral industri dengan permintaan yang terus meningkat, terutama pada industri kaca, konstruksi, pengecoran logam, serta teknologi berbasis silikon seperti panel surya dan semikonduktor. Pertumbuhan industri energi terbarukan dan perkembangan manufaktur elektronik mendorong kebutuhan silika berkualitas tinggi di pasar internasional, sehingga menjadikan pasir silika sebagai bahan baku yang memiliki nilai ekonomi strategis.

Mineral utama penyusun pasir silika adalah kuarsa (SiO_2) yang memiliki kestabilan termal tinggi, kekuatan mekanik yang baik, serta sifat kimia yang inert. Karakteristik tersebut menyebabkan kuarsa sangat dibutuhkan dalam industri kaca, keramik, filtrasi, hingga material berteknologi tinggi (Wuletaw & Mihret, 2024). Kualitas pasir silika sangat dipengaruhi oleh kemurnian dan tingkat kristalinitas kuarsa, sehingga diperlukan kajian mineralogi yang akurat untuk menentukan tingkat potensinya.

Di Indonesia, pasir silika dimanfaatkan secara luas sebagai bahan baku industri kaca, semen, bahan bangunan, serta industri pengecoran. Beberapa wilayah seperti Bangka Belitung, Kalimantan Barat, dan pesisir Sumatra diketahui memiliki sumber daya pasir silika yang cukup signifikan. Dengan meningkatnya kebutuhan industri dalam negeri serta peluang ekspor, pemetaan sebaran dan evaluasi kualitas pasir silika menjadi penting sebagai dasar perencanaan eksplorasi dan pemanfaatan sumber daya mineral secara optimal dan berkelanjutan.

Wilayah pesisir timur Sumatra, termasuk Provinsi Riau, berkembang di atas cekungan sedimen Kuartar yang tersusun oleh endapan aluvial dan pantai yang kaya material kuarsa hasil pelapukan batuan Bukit Barisan. Proses transportasi oleh sungai-sungai besar serta pemilahan oleh gelombang laut menghasilkan endapan

pasir yang kaya kuarsa, sehingga wilayah ini berpotensi sebagai sumber daya pasir silika (Bemmelen, 1949; Kausarian dkk., 2016).

Pulau Halang di Kabupaten Rokan Hilir secara geologi berada pada Paparan Sunda dan tersusun oleh endapan aluvial muda serta sedimen pantai yang mendukung terbentuknya endapan pasir silika. Namun hingga saat ini belum tersedia peta sebaran dan data kualitas mineralogi pasir silika yang sistematis untuk wilayah Pulau Halang bagian utara. Padahal, informasi tersebut penting untuk mengetahui tingkat potensi dan kualitas sumber daya yang ada.

Penginderaan jauh menggunakan citra Sentinel-2A memungkinkan pemetaan sebaran silika secara regional melalui analisis spektral kanal NIR dan SWIR, namun hasil tersebut perlu divalidasi secara mineralogi. X-Ray Diffraction (XRD) mampu mengidentifikasi fase kuarsa dan tingkat kristalinitas silika secara akurat. Oleh karena itu, integrasi kedua metode ini diperlukan untuk menghasilkan peta potensi pasir silika yang tidak hanya bersifat spasial, tetapi juga tervalidasi secara ilmiah. (Awawdeh dkk., 2023a; Kruse, t.t.; Lillesand dkk., 2015)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang ini, pada penelitian akan mengkaji mengenai potensi sumber daya pasir silika pada daerah Pulau Halang, Kabupaten Rokan Hilir, Rumusan masalah yang akan dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sebaran pasir silika di daerah penelitian menggunakan penginderaan jarak jauh?
2. Bagaimana kualitas pasir silika di daerah penelitian menggunakan XRD?
3. Bagaimana hasil korelasi Interpretasi citra satelit dengan hasil XRD pasir silika yang ada di daerah penelitian?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian berikut ini antara lain:

1. Penelitian ini difokuskan pada wilayah Pulau Halang bagian utara, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau, dengan menggunakan data citra satelit Sentinel-2A resolusi 10 meter sebagai sumber utama analisis spasial.

2. Pengolahan data citra dibatasi pada perhitungan indeks silika (*Silica Index*), *resampling*, dan *reclassify raster* menggunakan ArcGIS Pro.
3. Validasi hasil interpretasi citra dilakukan melalui analisis laboratorium *X-Ray Diffraction* (XRD) terhadap sampel pasir untuk mengetahui kandungan dan kemurnian SiO₂.
4. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi sebaran dan potensi pasir silika berdasarkan integrasi data citra satelit dan hasil XRD.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian pada daerah penelitian, yaitu:

1. Mendeteksi sebaran pasir silika di daerah penelitian dengan metode penginderaan jarak jauh.
2. Mengetahui kualitas sumber daya alam pasir silika di daerah penelitian.
3. Mengetahui hasil interpretasi citra satelit dengan data dilapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini di berbagai aspek baik itu

Aspek Keilmuan, Aspek Pemerintah, dan Aspek Masyarakat diantaranya:

1. Bagi Keilmuan

- Memberikan metode analisis spasial dalam identifikasi dan pemetaan potensi pasir silika.
- Menjadi dasar untuk penelitian lanjutan, misalnya analisis kualitas pasir silika menggunakan *XRD*.

2. Bagi Pemerintah

- Menyediakan data spasial untuk perencanaan tata ruang dan pengelolaan sumber daya mineral.
- Membantu pemerintah dalam penyusunan kebijakan terkait zonasi pertambangan dan pemanfaatan pasir silika secara berkelanjutan.
- Mendukung strategi pemerintah dalam pengembangan ekonomi daerah melalui optimalisasi industri berbasis silika.
- Menjadi acuan dalam penyusunan regulasi agar seimbang antara pemanfaatan ekonomi dan pelestarian lingkungan.

3. Bagi Masyarakat

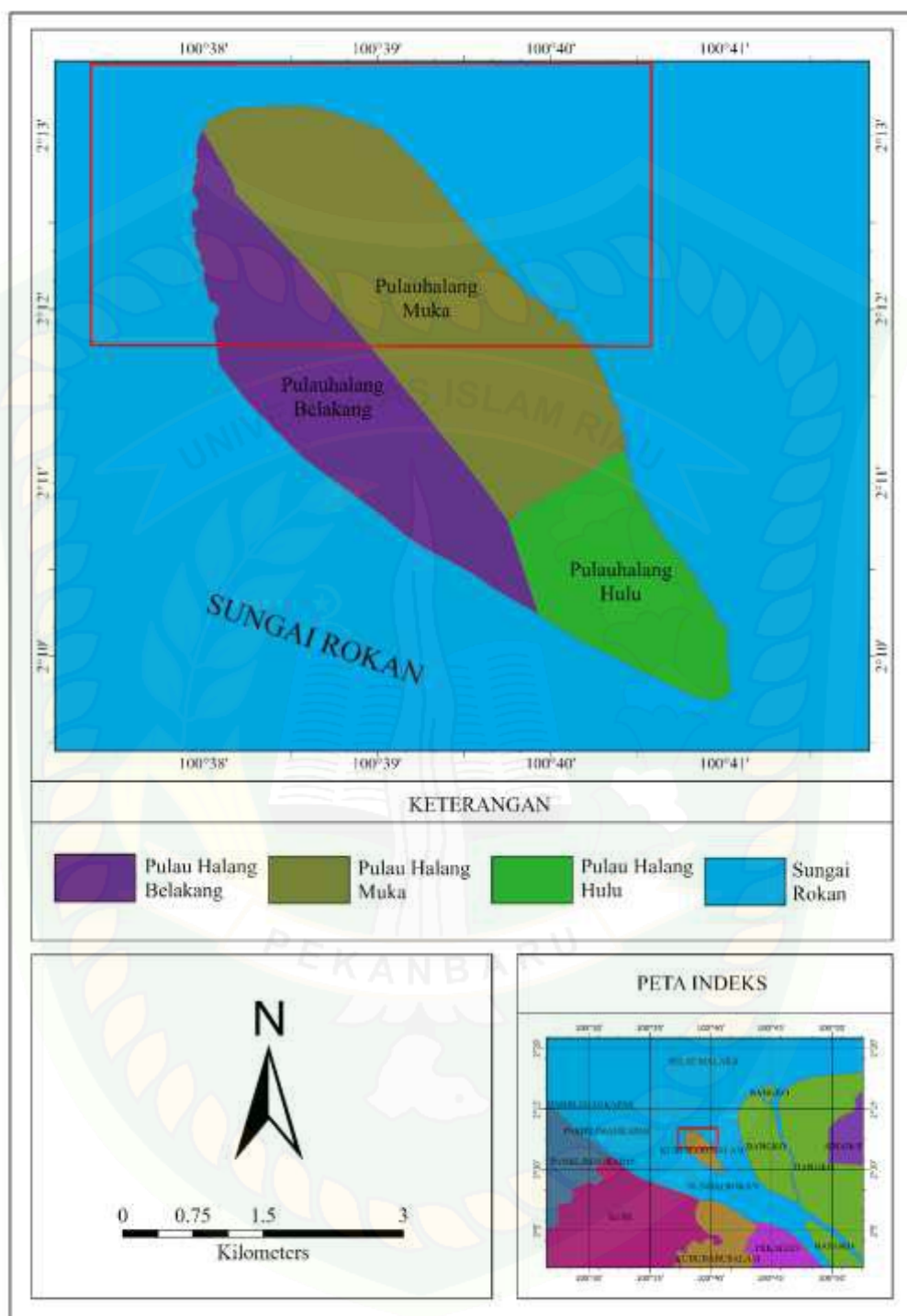
- Membuka peluang keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan pasir silika.
- Meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui penciptaan lapangan kerja
- Memberikan jaminan keberlanjutan lingkungan karena pengelolaan sumber daya dilakukan dengan perencanaan yang lebih baik.
- Meminimalkan dampak negatif seperti kerusakan lahan dan pencemaran melalui pemanfaatan data yang akurat.

1.6 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Daerah penelitian ini terletak di Kecamatan Kubu Babusalam, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau. Daerah penelitian ini berjarak ± 240 Km dari Kota Pekanbaru, yang dapat ditempuh dengan kendaraan roda 2 dan menyebrang menggunakan kapal dengan total waktu tempuh ± 7 jam perjalanan. Adapun Daerah penelitian ini berbatasan dengan beberapa desa diantaranya:

- 1) Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Pulau Halang Muka Bagian Utara.
- 2) Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Pulau Halang Muka Bagian Barat.
- 3) Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Pulau Halang Muka Bagian Selatan.
- 4) Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Pulau Halang Belakang Bagian Timur.

Secara geografis daerah penelitian berada pada koordinat $2^{\circ}13'24.93''$ LU - $100^{\circ}37'21.02''$ BT dan $2^{\circ}11'40.51''$ LU - $100^{\circ}40'34.83''$ BT, daerah penelitian ini dapat dilihat pada Peta Administrasi Pulau Halang bagian Utara **Gambar 1.1**.



Gambar 1. 1 Peta Administrasi Daerah Penelitian

1.7 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dimulai dari tahap Studi literatur yang dimana juga melakukan identifikasi masalah pada bulan Agustus 2025, dan dilanjutkan dengan melakukan pembuatan proposal dibulan September hingga Oktober dan setelah itu dilanjutkan dengan seminar Proposal dibulan November, pada bulan November dilakukan pengambilan data, lalu dilanjutkan dengan analisis dan pengolahan dibulan Desember, dan pembuatan peta hingga laporan dilakukan pada bulan Januari hingga Maret, dan seminar hasil dilakukan dibulan April 2026. Jadwal dan tahap penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1. 1 Jadwal Penelitian

NO	KETERANGAN	BULAN									
		2025					2026				
		AGUST	SEPT	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APRIL	
1.	Identifikasi Masalah										
2.	Pembuatan Proposal										
3.	Seminar Proposal										
4.	Pengambilan Data Lapangan										
5.	Pengambilan Data Laboratorium										
6.	Analisis dan Pengolahan Data										
7.	Pembuatan Peta dan Laporan										
8.	Seminar Hasil Skripsi										

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

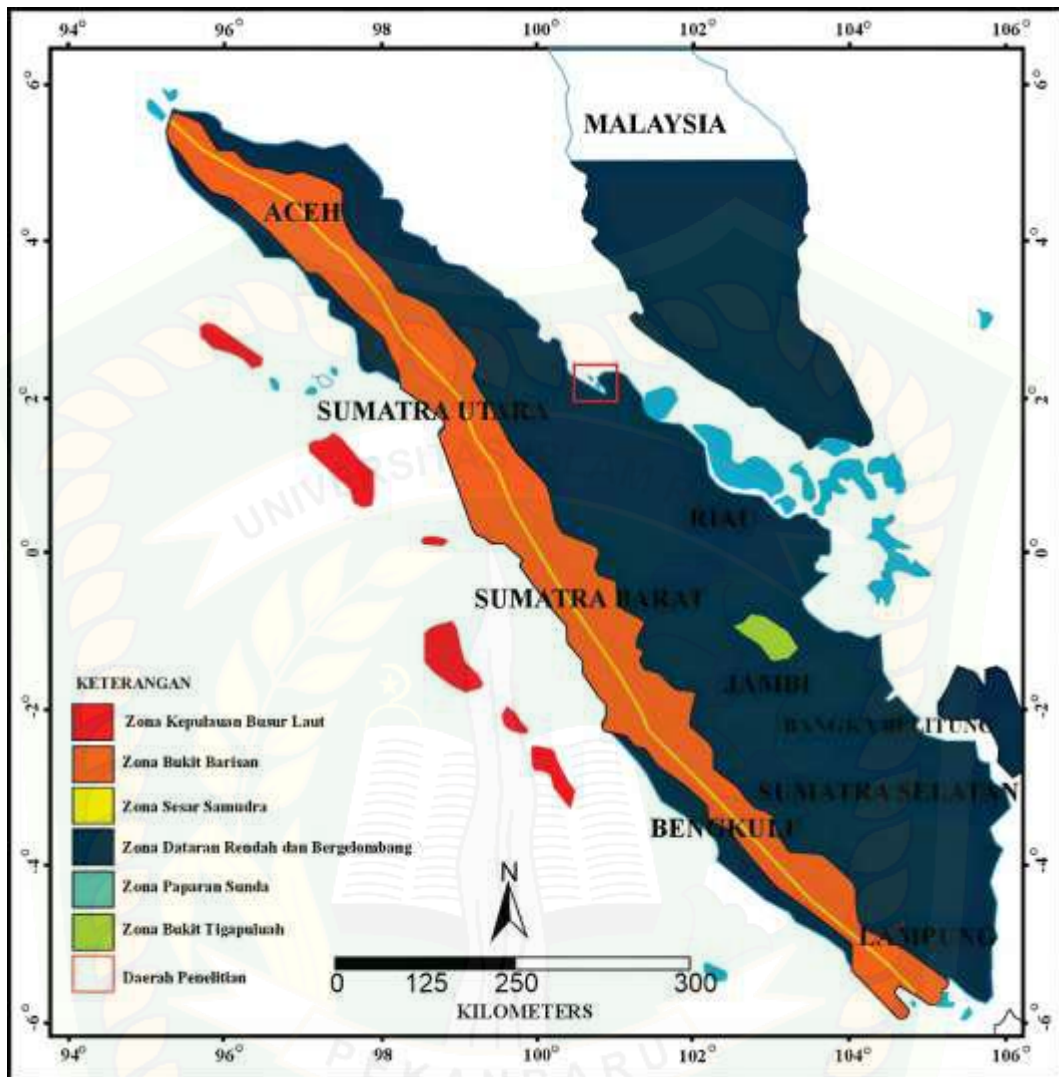
2.1 Fisiografi Regional

Wilayah Sumatra Tengah menurut (Bemmelen, 1949) Pulau Sumatra secara fisiografis dibedakan ke dalam tujuh zona utama, yaitu Zona Busur Luar, Palung Sumatra, Zona Busur Vulkanik atau Bukit Barisan, Zona Depresi Tengah, Zona Antiklinorium Timur, Zona Cekungan Sumatra Timur, serta Zona Paparan Sunda. Klasifikasi fisiografi tersebut menunjukkan adanya variasi kondisi tektonik, bentuklahan, dan proses geologi yang bekerja di sepanjang Pulau Sumatra.

Secara fisiografis, daerah penelitian berada pada Zona Paparan Sunda yang menempati bagian timur Pulau Sumatra. Zona ini dicirikan oleh tingkat aktivitas tektonik yang relatif rendah, morfologi yang didominasi oleh bentanglahan datar hingga berlereng landai, serta proses geologi yang lebih dikontrol oleh mekanisme sedimentasi dibandingkan deformasi tektonik. Pada skala lokal, morfologi daerah penelitian tersusun oleh satuan dataran aluvial dan dataran banjir sungai dengan kemiringan lereng kecil serta elevasi yang relatif rendah terhadap muka laut.

Karakter fisiografi tersebut mendukung terbentuknya endapan sedimen muda berumur Kuarter yang berasal dari hasil pelapukan batuan sumber di bagian barat Pulau Sumatra, terutama dari Zona Bukit Barisan, yang kemudian mengalami proses transportasi dan pengendapan. Aktivitas fluvial yang berlangsung secara terus menerus berperan dalam pemusatan butiran kuarsa berukuran halus hingga sedang, sedangkan mineral berat dan material yang kurang resisten mengalami pemisahan selama proses transportasi.

Berdasarkan kondisi tersebut, daerah penelitian secara fisiografis memiliki lingkungan yang mendukung terbentuknya endapan pasir silika, khususnya pada satuan dataran aluvial dan teras sungai yang berkembang di Zona Paparan Sunda. Peta fisiografi Pulau Sumatra beserta lokasi daerah penelitian disajikan pada **Gambar 2.1**.



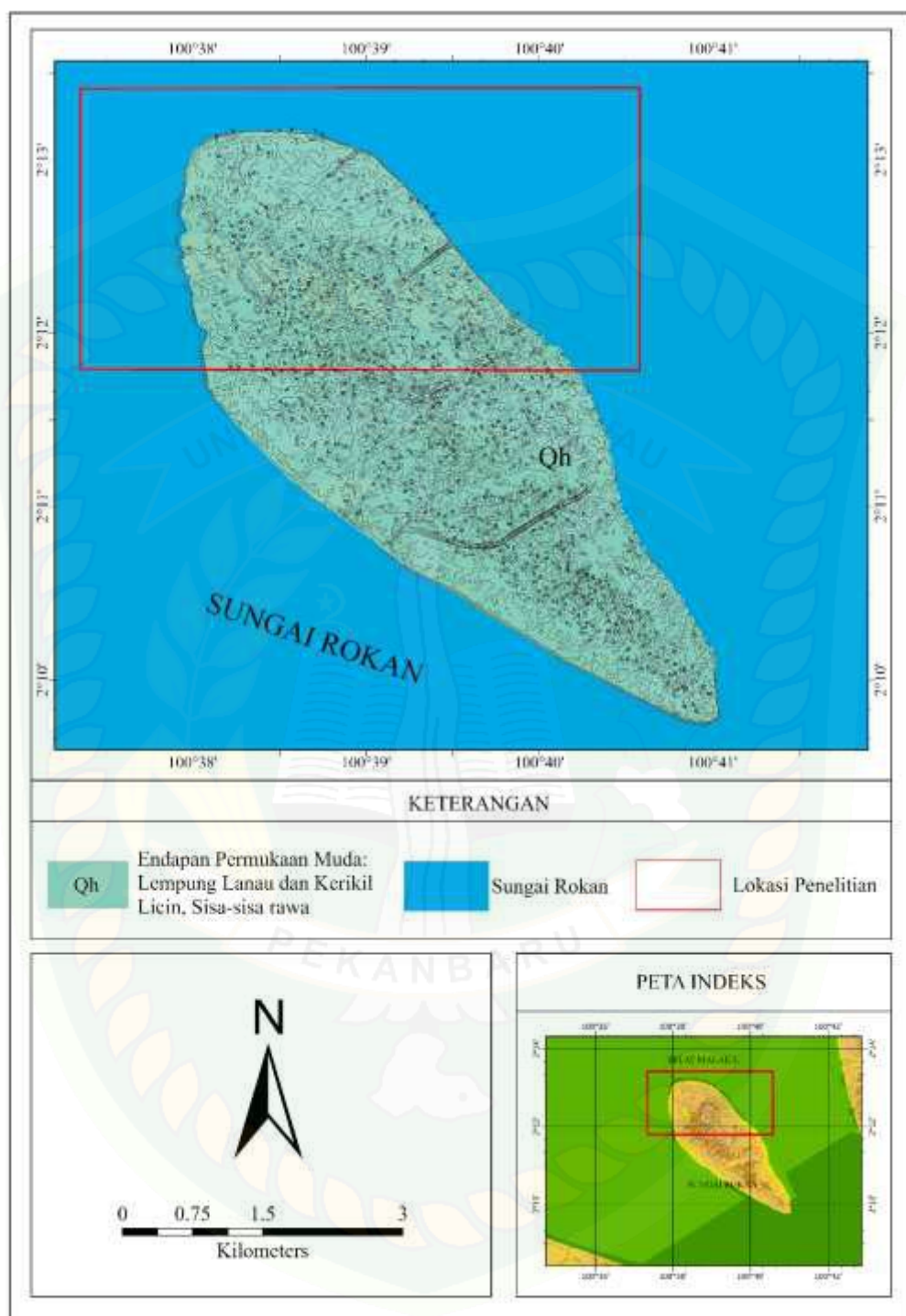
Gambar 2. 1 Fisiografi Regional Sumatra

2.2 Geologi Regional

Secara Geologi Pulau Halang bagian Utara terletak pada Cekungan Sumatra Tengah yang dimana merupakan bagian busur belakang (*back arc basin*) yang berada disepanjang pantai sebelah Timur Kecamatan Kubu Babusalam, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau, posisi ini menempatkan daerah penelitian pada zona pengendapan utama yang dimana merupakan zona yang memiliki potensi terhadap sumber daya alam termasuk hidrokarbon dan mineral non-logam seperti pasir silika.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Dumai dan Bagan Siapi-api yang dibuat oleh (Cameron dkk., 1982) dengan skala peta 1 : 250.000 daerah penelitian termasuk kedalam Cekungan Sumatra Tengah yang dimana berada pada Endapan

Aluvium Muda (Qh) yang berumur Kuartar (Holosen – Plistosen akhir) yang nerumur (0 – 10.000 tahun lalu). Daerah penelitian ini memiliki Endapan berupa Lempung, Lanau, Kerikil licin dan sisa – sisa tumbuhan rawa, yang mana lapisan ini umumnya diendapkan pada sungai – sungai besar (Sungai Kampar, Sungai Siak dan Sungai Indragiri) yang bermuara ke Selat Malaka, kondisi ini menjadikan daerah penelitian mempunyai karakteristik berupa Aluvial dengan potensi bahan galian seperti pasir silika yang terakumulasi akibat adanya proses sedimentasi pada sungai – sungai besar tersebut. Peta Geologi Regional ini dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2. 2 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

2.3 Silika (SiO_2)

Senyawa Silika (SiO_2) merupakan hasil ikatan antara atom silikon dan oksigen yang secara alami banyak ditemukan di kerak bumi. Umumnya Silika dijumpai dalam bentuk Kristalin dan bentuk amorf yang jarang dijumpai. Pasir Silika umumnya tersusun dari mineral Kuarsa yang merupakan bentuk kristalin dari Silika, Pasir dengan kandungan Silika yang tinggi dapat digunakan dalam berbagai sektor seperti industri (Ahmed, 2013) .

Menurut (G"otze, 2018), silika hadir dalam berbagai bentuk polimorf kristalin seperti kuarsa, tridimit, dan kristobalit, serta dalam bentuk amorf seperti opal. Kuarsa merupakan bentuk silika yang paling stabil dan paling umum dijumpai di alam, dengan sifat fisik berupa kekerasan tinggi dan kestabilan kimia yang baik pada berbagai kondisi lingkungan, baik pada suhu tinggi maupun rendah, sehingga menjadikannya mineral utama dalam pembentukan pasir silika.

Silika tersusun atas unit Tetrahedral SiO_4 yang dimana terdapat satu atom Silikon yang terkait pada empat atom Oksigen, dengan struktur inilah terciptanya suatu jaringan yang stabil dan teratur. Kondisi inilah yang melahirkan silika Polimorf dengan kondisi kestabilan yang berbeda – beda seperti Kuarsa dengan kondisi stabil pada kondisi permukaan bumi, berbeda dengan Silika lain dengan jenis Tridimit dan Kristobalit yang lebih stabil pada suhu tinggi.

Dalam konteks Provinsi Riau, keberadaan silika terutama dalam bentuk kuarsa sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi wilayah yang didominasi oleh cekungan sedimen Kuartar dan endapan aluvial serta pantai di sepanjang pesisir timur Sumatra. Material kuarsa yang berasal dari hasil pelapukan batuan di bagian barat Sumatra akan tertransport oleh sungai-sungai besar seperti Sungai Siak, Kampar, dan Indragiri, kemudian terendapkan di lingkungan delta, dataran aluvial, dan pantai, sehingga membentuk endapan pasir silika yang relatif murni.

Penelitian di Pulau Rupat, Riau, menunjukkan bahwa endapan pantai dan aluvial di wilayah pesisir Riau memiliki kandungan kuarsa yang tinggi dan membentuk lapisan pasir silika dengan ketebalan yang signifikan, sehingga menunjukkan potensi sumber daya silika yang besar di kawasan pesisir timur

Sumatra, termasuk wilayah yang memiliki karakteristik geologi serupa seperti Pulau Halang (Kausarian dkk., 2016).

2.3.1 Silika Kristalin

Silika kristalin memiliki keteraturan atom yang jelas dalam bentuk polimorf seperti Kuarsa, Tridimit, dan Kristobalit. Jenis ini bersifat lebih keras, stabil, dan cenderung sulit larut atau bereaksi dibanding silika amorf. Kuarsa, misalnya, mempunyai struktur Kristal yaitu trigonal dan dikenal dengan sifat piezoelektriknya yang banyak digunakan dalam industri elektronik, sedangkan pasir kuarsa banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku kaca, keramik, maupun bahan bangunan. Sedangkan Tridimit terbentuk pada suhu yang lebih tinggi, memiliki struktur kristal heksagonal atau ortorombik, densitas lebih, dan stabil pada rentang suhu antara 870°C hingga 1470°C memiliki manfaat utama sebagai bahan keramik dan refraktori, Kristobalit adalah bentuk kristalin silika yang stabil pada suhu tertinggi, struktur kristalnya tetragonal dengan densitas sekitar, biasa ditemukan pada proses pemanasan silika hingga di atas 1470°C dan menampilkan perubahan fisika yang khas pada aplikasi termal tinggi sehingga banyak dimanfaatkan dalam industri kaca dan porselin. Dengan demikian, perbedaan mendasar antara silika amorf dan kristalin terletak pada keteraturan struktur atomnya, yang berimplikasi pada sifat fisik, kestabilan, serta pemanfaatannya dalam berbagai bidang.

2.3.2 Silika amorf

Silika amorf memiliki struktur atom yang tidak teratur atau acak sehingga tidak menampilkan keteraturan kristal jangka panjang. Bentuk ini umumnya dijumpai pada Opal, tanah diatom, *silica gel*, maupun *fumed silica*. Karena strukturnya yang tidak beraturan, silika amorf bersifat lebih reaktif, memiliki porositas tinggi, serta banyak mengandung gugus hidroksil ($-OH$) di permukaan, sehingga sering dimanfaatkan dalam industri sebagai katalis, bahan penyerap, maupun aditif. Karakteristik silika amorf dan kristalin dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Karakteristik Silika Amorf dan Kristalin

Karakteristik	Silika Amorf	Silika Kristalin
Susunan Struktur	Tidak beraturan (acak)	Teratur, membentuk kristal
Bentuk	Padat	Padat
Massa Jenis (g/cm ³)	2,6	2,65 (kuarsa), 2,27 (tridimit), 2,33 (kristobalit)
Titik Didih (°C)	2230	>2500 (umum pada silika kristalin)
Kekuatan Tarik (MPa)	110	Tinggi, bervariasi tergantung fasa
Kekerasan (kg/mm ²)	650	Tinggi
Modulus Elastisitas (GPa)	70–75	Lebih tinggi dari amorf
Resistivitas (m)	>10 ¹⁴	Sangat tinggi
Koordinasi Geometri	Tetrahedral	Tetrahedral
Luas Permukaan	Tinggi (>3 m ² /g)	Rendah, dibandingkan amorf

2.4 Pasir Silika

Pasir Silika merupakan salah satu sumber daya non-logam yang mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi dan menjadikan pasir ini banyak dimanfaatkan di dunia industri. Secara definisi pasir silika dapat dimaknai dengan material granular yang tersusun atas butiran Kuarsa dengan kadar silika (SiO₂) yang sangat tinggi dengan nilai umumnya diatas 90%, hal ini yang membedakan pasir silika dengan pasir biasa yang mempunyai kandungan mineral yang beragam (Chen dkk., 2024). Perbedaan mendasar lainnya yang membedakan pasir silika dan pasir biasa adalah pada ukuran butirnya, ukuran butir pasir silika cenderung lebih seragam sehingga menjadikan pasir ini mempunyai karakter lebih stabil dari sisi fisika dan kimia.

Pasir Silika terbentuk melalui proses yang panjang yang diawali dengan terjadinya pelapukan pada bebatuan yang memiliki mineral Kuarsa dan Felspar yang tinggi, umumnya berada pada batuan beku yang bersifat asam seperti Granit

dan lainnya. Pelapukan ini terjadi akibat adanya aktifitas secara fisika dan kimia, seperti terjadinya perubahan suhu, aktivitas tektonik, dan gaya mekanik, dan secara kimia pelapukan ini disebabkan oleh adanya interaksi terhadap air, oksigen, dan asam yang berada pada lingkungan sekitar.

Pada proses pelapukan material yang selain mineral kuarsa akan mengalami pengikisan serta akan hancur dan butiran kuarsa yang tersisa akan mengalami transportasi oleh agen seperti angin, air dan menjadikan material yang tersisa berbentuk granular dan berbutir seragam akibat proses transportasi, selama proses transportasi ini material – material yang memiliki sifat kurang stabil secara kimia akan terlapukkan dengan proses pelarutan, umumnya proses transportasi akan mengalami pengendapan pada lingkungan sedimen seperti Sungai, Delta, Pantai, Danau, dan Cekungan Sedimen lainnya. Pada daerah pantai atau delta umumnya akan menghasilkan Pasir Silika dengan kadar SiO_2 yang tinggi, dikarenakan aktivitas ombak laut yang memurnikan butiran Kuarsa dengan proses *Reworking* yang mengeliminasi pengotor pada mineral (Ahmed, 2013).

Proses reworking di lingkungan pesisir berperan penting dalam meningkatkan kemurnian kuarsa melalui mekanisme seleksi hidrodinamik. Butiran kuarsa yang lebih resisten terhadap pelapukan kimia dan abrasi mekanik akan terakumulasi, sedangkan mineral yang kurang stabil akan tereliminasi selama proses transportasi dan deposisi berulang (Morton & Hallsworth, 1999).

2.5 Sifat Fisika dan Kimia Pasir Silika

Pasir Silika atau Pasir Kuarsa merupakan hasil dari pelapukan dari batuan yang kaya akan mineral kuarsa, sehingga mempunyai karakteristik sifat fisika dan kimia (Fairus dkk., 2018), diantaranya yaitu:

A. Sifat fisika Pasir Silika

Secara umum pasir silika ini mempunyai sifat fisika yang dapat dilihat dari warna yang dimiliki seperti putih bening dan juga ada beberapa warna lain yang diakibatkan oleh pengotor yang ada seperti oksidasi besi atau oksidasi tembaga, tingkat kekerasan silika ini berada pada angka 7 pada Skala Mosh, dengan berat jenisnya sekitar $2,65 \text{ g/cm}^3$, serta mempunyai titik lebur yang tinggi dengan kisaran nilai $\pm 1.715^\circ\text{C}$, dengan kristalnya yang

berbentuk heksagonal, dengan spesifikasi panas 0,185 kJ/(kg·K) dan nilai konduktivitas panasnya berada dalam kisaran 12–100 W/m·K. dengan kombinasi sifat ini membuat pasir silika menjadi tahan panas, keras, stabil dan membuat pasir silika ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai keperluan dalam industri.

B. Sifat kimia Pasir Silika

Dari segi kimia Pasir Silika ini tersusun atas silika dioksida (SiO_2) dengan kadar yang tinggi berkisar antara 55.3% – 99.87%, dengan beberapa senyawa pengotor yang terdapat diantaranya seperti Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , dengan jumlah yang bervariasi. Secara umum silika ini mempunyai sifat inert pada suhu kamar terhadap hidrogen, halogen, akan tetapi pada suhu tinggi silika ini dapat bereaksi dengan oksida dasar, seperti karbon, dan logam tertentu sehingga menghasilkan senyawa silikat. Dengan kandungan dan reaktivitas kimia, inilah yang menjadikan pasir silika menjadi bahan baku penting didalam industri kaca, batrai, keramik, hingga material karbida dan tidak lagi difungsikan hanya untuk bahan konstruksi.

2.6 Pemanfaatan Pasir Silika

Pasir Silika akhir – akhir ini dimanfaatkan dalam beberapa industri penting dalam bidang energi dari penelitian yang dilakukan (Al dkk., 2023) melakukan penelitian berdasarkan sifat Fisika dan Kimia Pasir Silika yang mempunyai sifat baik dalam menjaga panas (*thermal energy storage*). Pasir Silika dengan tingkat kemurnian yang tinggi mempunyai kekuatan menahan panas hingga 1.200 °C dan tetap stabil tanpa mengalami degradasi yang signifikan. Ini menjadikan pasir silika ideal untuk mendukung operasi pembangkit listrik tenaga surya, Studi ini juga menunjukkan bahwa penggunaan pasir silika dapat membantu menghemat biaya produksi dibandingkan dengan metode sebelumnya yang menggunakan batrai *Lithium* untuk menyimpan energi.

Selain itu disisi lain pasir silika ini juga di gunakan dalam berbagai sektor industri menurut penelitian yang dilakukan oleh (Wuletaw & Mihret, 2024) pemanfaatan pasir silika paling utama yaitu dalam bidang industri kaca apapun itu jenisnya seperti kaca lembaran, kaca *container*, kaca hijau dan juga *fiberglass*,

dikarenakan sifat silika yang memiliki kadar SiO_2 yang tinggi menjadikannya mempunyai sifat kestabilan dan kekuatan tahan terhadap suhu tinggi dan sifat yang transparan. Selain itu juga dimanfaatkan dalam industri pengecoran karena pasir silika mempunyai distribusi ukuran butir dan bentuk yang seragam, dimana hal ini sangat membantu dalam ketahanan terhadap suhu tinggi dan akan menciptakan permukaan yang halus, hal ini menjadikan pasir silika berperan juga dalam industri metalurgi modern.

Dan pada bidang lain seperti dalam penyaringan pada air pasir silika ini mampu menjadi filter yang sangat bagus dalam menyaring partikel pengotor dan zat berbahaya, dikarenakan butir yang seragam dan tingkat kemurnian yang tinggi, hal ini menunjukkan bahwa pasir silika juga mempunyai peran dalam sistem salinitas dan pengelolaan lingkungan berkelanjutan, hal – hal diatas menjadikan pasir silika menjadi salah satu sumber daya non-logam yang paling strategis di masa depan.

2.7 XRD (*X-Ray Diffraction*)

X-Ray Diffraction (XRD) merupakan metode yang bekerja berdasarkan prinsip interferensi konstruktif dari sinar-X monokromatik yang diarahkan pada sampel kristal. Kristal dengan susunan atomnya yang teratur mampu membelokkan sinar-X sehingga membentuk pola difraksi. Pola ini kemudian dianalisis untuk memperoleh informasi mengenai struktur atom atau molekul penyusun material, sekaligus membantu mengidentifikasi jenis fasenya (Bragg, 1912).

XRD juga dikenal sebagai metode yang cepat, efektif, dan banyak dimanfaatkan dalam penelitian geosains maupun fisika, serta diaplikasikan secara luas di sektor industri. Kelebihan lain dari teknik ini adalah kebutuhan persiapan sampel yang relatif sederhana, sementara hasil data dapat diinterpretasikan dengan mudah.

Prinsip dasar XRD dijelaskan melalui Hukum Bragg, yang menyatakan bahwa difraksi sinar-X akan terjadi apabila gelombang sinar-X yang dipantulkan oleh bidang-bidang atom dalam kristal mengalami interferensi konstruktif. Ketika sinar-X mengenai bidang atom pada sudut tertentu, atom-atom dalam kristal akan memantulkan sinar-X dan menghasilkan radiasi sekunder. Jika perbedaan lintasan

sinar memenuhi syarat tertentu, maka sinar-sinar tersebut akan saling memperkuat dan membentuk puncak difraksi (Rietveld, 1969). Kondisi ini mengikuti persamaan hukum Bragg, yaitu:

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

Keterangan:

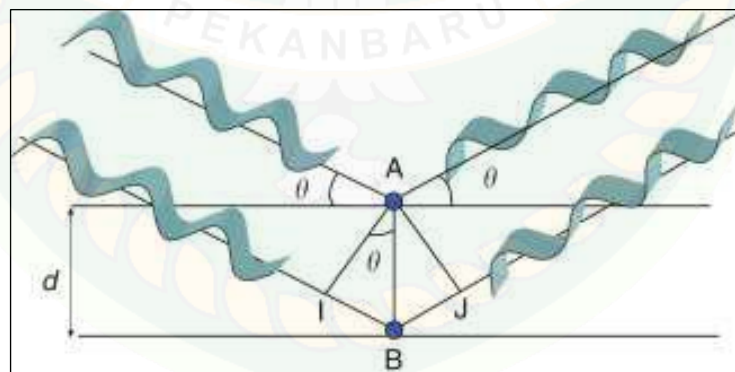
n = orde difraksi

λ = panjang gelombang sinar-X

d = jarak antar bidang kristal (interplanar spacing)

θ = sudut datang sinar-X (sudut Bragg)

W. L. Bragg menjelaskan bahwa fenomena ini dapat dianalogikan seperti pemantulan cahaya pada cermin, di mana sinar-X dipantulkan oleh bidang-bidang atom dalam kristal. Melalui analisis posisi dan intensitas puncak difraksi yang terbentuk, informasi mengenai struktur kristal, jenis mineral, serta parameter kisi dapat ditentukan. Karena panjang gelombang sinar-X sebanding dengan jarak antar atom dalam kristal (sekitar 1 Å), maka hukum Bragg sangat efektif digunakan dalam studi struktur atom dan mineral (Bragg, 1912). Prinsip kerja hukum Bragg ini dapat dilihat dibawah ini **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Hukum Bragg

Pada analisis silika menggunakan metode XRD ini dapat menghasilkan dua kategori utama, yaitu amorf dan kristalin. Silika amorf menunjukkan karakteristik khas berupa satu puncak lebar (broad hump) pada grafik difraksi XRD di rentang sudut 2θ sekitar 15° hingga 35° tanpa puncak-puncak tajam, menandakan susunan

atom yang acak dan tidak beraturan. Sebaliknya, silika kristalin seperti polimorf kuarsa, tridimit, atau kristobalit menghasilkan sejumlah puncak difraksi yang tajam dan intens pada sudut 2θ untuk setiap jenis polimorf silika, di mana kuarsa sering ditandai oleh puncak intens di sekitar $20,86^\circ$, $26,66^\circ$, dan $36,54^\circ$. Nilai kristalinitas tinggi dicirikan oleh banyak puncak tajam pada grafik XRD (Langford & Wilson, 1978; Setyaningrum & Anisa, 2025).

2.8 Penginderaan jauh

Penginderaan jauh (*Remote Sensing*) merupakan teknik untuk memperoleh informasi permukaan bumi tanpa kontak langsung, dengan memanfaatkan sensor yang dipasang pada satelit atau wahana udara. Sensor ini merekam pantulan atau pancaran energi elektromagnetik dari objek di permukaan bumi, yang kemudian diolah untuk mengetahui karakteristik fisik dan material penyusunnya (Lillesand et al., 2015)

Berdasarkan jenis sensornya, sistem penginderaan jauh dibedakan menjadi sensor optik (multispektral), radar, dan hiperspektral. Sensor optik merekam pantulan sinar matahari pada spektrum tampak hingga inframerah, sensor radar bekerja dengan memancarkan gelombang mikro sehingga dapat merekam data meskipun tertutup awan, sedangkan sensor hiperspektral merekam banyak kanal spektral sempit sehingga mampu memberikan informasi lebih rinci mengenai komposisi mineral di permukaan bumi (Lillesand dkk., 2015; Vincheh & Arfania, 2017). Kemampuan penginderaan jauh multispektral dan hiperspektral dalam kajian geologi didasarkan pada perbedaan karakteristik reflektansi spektral setiap mineral pada panjang gelombang tertentu, khususnya pada rentang Visible–Near Infrared (VNIR) dan Shortwave Infrared (SWIR) (Hunt, 1977). Perbedaan respon spektral tersebut memungkinkan identifikasi litologi dan distribusi mineral dilakukan secara regional, meskipun interpretasi hasil citra tetap memerlukan validasi lapangan atau analisis laboratorium untuk memastikan kesesuaian komposisi mineral sebenarnya (van der Meer dkk., 2012). Sensor multispektral Sentinel-2 memiliki resolusi spasial dan spektral yang optimal untuk analisis permukaan dan pemetaan mineral pada skala regional (Drusch dkk., 2012).

Pasir silika dapat dikenali dari karakteristik reflektansi tinggi pada kanal inframerah dekat (NIR) dan saluran SWIR (*Shortwave Infrared*), tergantung pada kelembaban, komposisi, dan tutupan lahan. Data satelit seperti Sentinel-2, Landsat-8, dan ALOS PALSAR telah banyak digunakan untuk memetakan area kaya silika secara spasial. Dengan analisis indeks spektral, klasifikasi citra, dan integrasi data spasial, informasi dari penginderaan jauh sangat berguna untuk delineasi zona prospek pasir silika (Kausarian dkk., 2016; Mars & Rowan, 2010).

2.9 Integrasi Penginderaan jauh dan XRD

Penggunaan integrasi antara metode XRD dan penginderaan jauh memberikan pendekatan eksplorasi yang lebih komprehensif dalam identifikasi potensi pasir silika. Penginderaan jauh berperan dalam mendeteksi anomali serta memetakan distribusi sebaran pasir silika secara regional berdasarkan karakteristik respon spektral permukaan, sedangkan analisis XRD digunakan untuk memverifikasi jenis mineral dan menentukan kandungan kuarsa pada sampel terpilih secara mineralogi. Pendekatan terpadu ini memungkinkan proses pengambilan sampel dilakukan secara lebih terarah sehingga meningkatkan efisiensi eksplorasi serta menghasilkan peta distribusi spasial yang tervalidasi. Studi terkini menunjukkan bahwa kalibrasi data spektral dengan data laboratorium, seperti analisis XRD maupun geokimia lainnya, mampu meningkatkan akurasi interpretasi geologi dan evaluasi potensi endapan mineral. Integrasi antara analisis spektral dan data laboratorium juga memungkinkan karakterisasi mineral dilakukan secara kualitatif hingga semi-kuantitatif terhadap distribusi mineral dalam suatu endapan (Prado dkk., 2016).

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan integrasi antara metode remote sensing dan analisis laboratorium (XRD) dalam mengidentifikasi serta memetakan sebaran pasir silika secara spasial dan mineralogis. Salah satu studi penting dilakukan oleh (Awawdeh et al., 2023) di wilayah Yordania, yang menggabungkan citra EO-1 Hyperion dan Sentinel-2 dengan uji lapangan XRD dan XRF. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi

citra multispektral dan hiperspektral mampu mengidentifikasi anomali silika berdasarkan respon spektral kuarsa, yang kemudian divalidasi oleh kandungan silika tinggi ($\geq 95\%$) berdasarkan hasil XRD. Hasil ini membuktikan efektivitas metode remote sensing dalam delineasi awal zona pasir silika sebelum eksplorasi lapangan dilakukan.

Penelitian serupa di Indonesia dilakukan oleh (Kausarian dkk., 2016) yang memanfaatkan ALOS PALSAR (radar L-band polarimetrik) di Pulau Rupat, Riau. Studi ini mengembangkan pendekatan identifikasi dan pemetaan ketebalan lapisan pasir silika melalui teknik *polarimetric decomposition* dan analisis koefisien *backscattering*. Validasi laboratorium menggunakan metode XRD dan XRF menunjukkan bahwa daerah dengan nilai *backscattering* rendah berkorelasi kuat dengan kandungan pasir silika yang tinggi. Penelitian ini menegaskan bahwa data radar sangat sensitif terhadap perubahan permukaan tanah dan dapat diandalkan dalam kondisi tutupan awan tinggi, terutama di daerah tropis seperti Indonesia.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Sholihah, 2025) dari Universitas Gadjah Mada yang mengintegrasikan metode penginderaan jauh dengan analisis X-Ray Diffraction (XRD) untuk identifikasi mineral alterasi. Penelitian tersebut menggunakan data citra satelit multispektral untuk mendelineasi zona mineralisasi yang kemudian divalidasi menggunakan analisis XRD di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi data spektral dan analisis mineralogi mampu meningkatkan akurasi interpretasi mineral permukaan. Pendekatan ini menunjukkan kesamaan metodologi dengan penelitian ini, namun diterapkan pada lingkungan geologi yang berbeda yaitu endapan pasir silika pesisir.

Secara umum, penelitian-penelitian tersebut membuktikan bahwa integrasi antara data penginderaan jauh dan analisis XRD mampu memberikan informasi yang lebih akurat mengenai sebaran, kemurnian, dan potensi pasir silika. Pendekatan ini efisien dari segi waktu dan biaya, serta sangat sesuai untuk digunakan sebagai dasar dalam eksplorasi dan pemetaan potensi pasir silika seperti pada penelitian ini.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini mempunyai beberapa fokus utama diataranya yaitu:

1. Sebaran Pasir Silika yang berada pada daerah penelitian
2. Karakteristik Pasir Silika menggunakan XRD didaerah penelitian
3. Kelayakan Pasir Silika untuk dilakukan eksploitasi

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pulau Halang bagian Utara, Kecamatan Kububabussalam, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau, yang diduga memiliki potensi pasir silika, pengambilan data dilakukan selama bulan Oktober 2025 sedangkan analisis laboratorium dan pemrosesan citra dilakukan di Universitas Islam Riau.

3.3 Peralatan yang digunakan

Adapun beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat lapangan dan laboratorium, diantaranya:

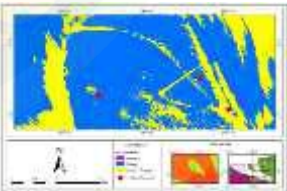
1. Alat Lapangan

Alat alat yang digunakan untuk pengambilan data lapangan berupa, GPS (*Global Positionig System*), Alat tulis kantor lengkap, Kamera, Meteran, Plastik sampel, Cangkul, dan Peta, dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

2. Alat Laboratorium

Alat – alat laboratorium yang digunakan dalam tahap analisis data diantaranya, Oven, Mesh, Mesin ayak (*sieve shaker*), Timbangan Digital dan alat XRD, dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 1 Alat Lapangan

Nama Alat	Fungsi	Gambar
GPS	Digunakan untuk menentukan posisi dan kordinat dilapangan, serta untuk plotting titik stasiun dilapangan.	
Kamera	Digunakan untuk pengambilan foto dilapangan.	
Meteran	Digunakan untuk pengukuran ketebalan pasir dilapangan.	
Plastik Sampel	Digunakan untuk menyimpan sampel agar tidak tertukar dan rusak, plastik yang digunakan adalah plastik sampel <i>ziplock</i>	
Cangkul	Digunakan untuk pengambilan sampel pasir dilapangan.	
Peta	Digunakan untuk Menentukan titik lokasi pengambilan sampel dilapangan.	
ATK (Alat tulis Kantor)	Digunakan untuk melakukan pencatatan data dilapangan.	

Tabel 3. 2 Alat Laboratorium

Nama Alat	Fungsi	Gambar
Laptop	Digunakan untuk pengolahan data.	
Bejana	Digunakan untuk melakukan pembersihan sampel dari material pengotor yang ada dilapangan.	
Oven	Oven digunakan untuk mengeringkan sampel pasir yang telah dibersihkan.	
Mesh	Mesh digunakan untuk memisahkan ukuran butir sehingga didapati ukuran butir halus untuk dianalisis.	
Mesin Ayak	Digunakan untuk membantu proses pemisahan ukuran butir pada mesh.	
Timbangan Digital	Digunakan untuk menimbang sampel yang akan dianalisis.	

Alat XRD	Digunakan untuk mengetahui Fraksi mineral menggunakan Sinar x	
----------	---	--

3.4 Metode Pengumpulan Data

1. Pengumpulan data citra satelit

Pada tahap ini, data penginderaan jauh yang digunakan berupa citra satelit Sentinel-2A dengan resolusi spasial 10 meter. Citra dipilih pada bulan Juli 2025 karena pada periode tersebut kondisi tutupan awan relatif rendah, sehingga kualitas reflektansi permukaan lebih optimal untuk analisis spektral. Data citra diperoleh dari platform Copernicus Open Access Hub. Sentinel-2A menyediakan berbagai kanal spektral yang mencakup spektrum tampak, inframerah dekat (NIR), dan inframerah gelombang pendek (SWIR), yang seluruhnya diperlukan untuk perhitungan indeks silika. Karakteristik masing-masing kanal yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 3.3**.

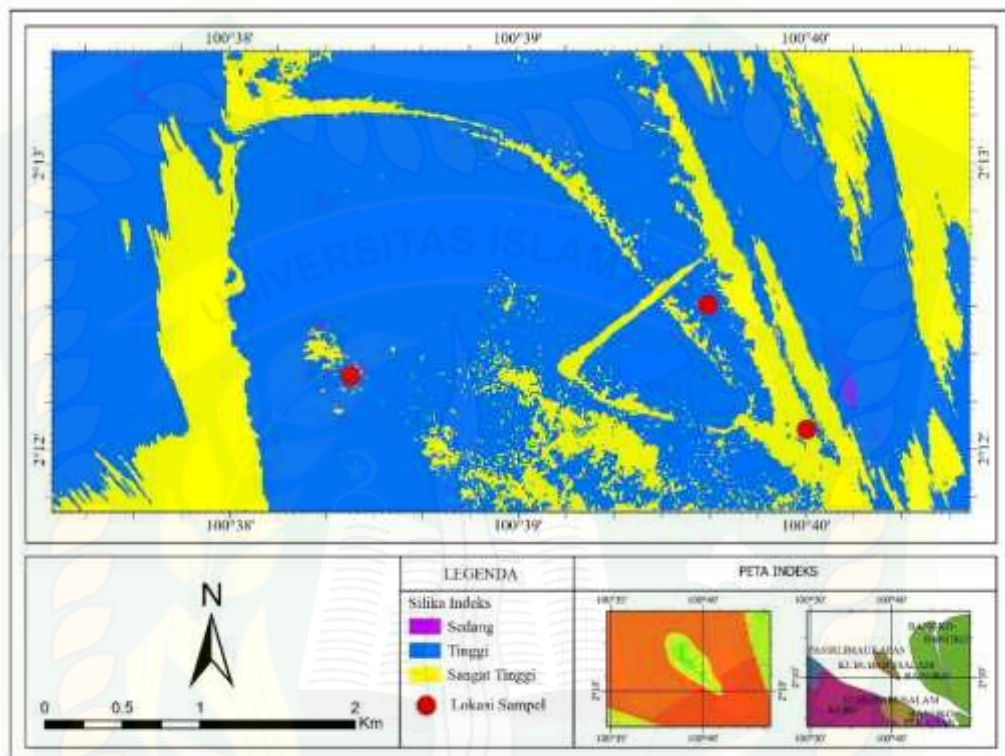
Tabel 3. 3 Klasifikasi Jenis – jenis band Sentinel 2A resolusi 10 meter

Band	Nama Kanal	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi (m)	Fungsi Utama
B8	NIR (Near Infrared)	842	10	Analisis vegetasi & permukaan non-vegetasi
B11	SWIR 1	1610	20	Deteksi mineral, kelembapan, silika

2. Pengumpulan data lapangan

Pengambilan sampel pasir silika di lapangan dilakukan berdasarkan peta kelas indeks silika hasil pengolahan citra Sentinel-2A. Titik-titik pengambilan sampel ditentukan secara stratified agar setiap kelas potensi silika, yaitu sedang,

tinggi, dan sangat tinggi, dapat terwakili. Pendekatan ini mengikuti prinsip sampling berbasis zona geologi untuk meningkatkan representativitas data (Kausarian et al., 2016; Awawdeh et al., 2023), dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Peta Perencanaan titik sampling pasir silika

Pada setiap titik, permukaan tanah terlebih dahulu dibersihkan, kemudian pasir diambil dari kedalaman sekitar 10–20 cm untuk menghindari pengaruh material organik dan pasir permukaan, sesuai dengan standar pengambilan sampel pasir dan agregat. Sampel pasir diambil dari beberapa sub-titik di sekitar lokasi utama dan dicampur secara merata sehingga diperoleh satu sampel komposit yang mewakili kondisi pasir di lokasi tersebut (*Standard Practice for Sampling Aggregates*, 2019). Setiap sampel kemudian diberi kode dan dicatat koordinatnya menggunakan GPS untuk keperluan analisis lebih lanjut dan korelasi dengan peta indeks silika serta hasil XRD.

3.5 Metode Analisis Data

1. Analisis Penginderaan Jauh

Analisis penginderaan jauh pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sebaran potensi pasir silika berdasarkan karakteristik spektral permukaan yang terekam oleh citra Sentinel-2A. Data yang digunakan berasal dari kanal inframerah dekat (NIR) dan inframerah gelombang pendek (SWIR1), karena kedua kanal tersebut memiliki respon yang berbeda terhadap tutupan vegetasi dan material mineral. Kanal SWIR1 lebih peka terhadap permukaan kering dan mineral silikat seperti kuarsa, sedangkan kanal NIR lebih sensitif terhadap vegetasi dan kelembaban, sehingga kombinasi keduanya dapat digunakan untuk membedakan area yang berpotensi mengandung silika (Rowan & Mars, 2003).

Untuk memperoleh nilai yang merepresentasikan kandungan silika secara relatif, digunakan indeks silika (Silica Index/SI) yang dihitung menggunakan rasio antara kanal SWIR1 dan NIR, sebagai berikut:

$$SI = \frac{SWIR1}{NIR}$$

SI = Silika Indeks

SWIR1 = Sinyal gelombang yang sensitif terhadap Mineral

NIR = Sinyal yang sensitif terhadap vegetasi

Nilai SI yang tinggi menunjukkan dominasi reflektansi SWIR yang lebih besar dibandingkan NIR, yang mengindikasikan keberadaan permukaan kaya mineral silikat dan minim vegetasi. Sebaliknya, nilai SI yang rendah menunjukkan dominasi reflektansi NIR yang biasanya berkaitan dengan tutupan vegetasi, tanah lembab, atau material non-mineral.

Hasil perhitungan indeks silika selanjutnya dipetakan secara spasial untuk menggambarkan variasi nilai SI di seluruh daerah penelitian. Peta ini kemudian diklasifikasikan menjadi beberapa kelas potensi silika, yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi yang dapat dilihat pada **Tabel 3.4**. Klasifikasi ini berfungsi sebagai zona hipotesis yang menunjukkan tingkat potensi pasir silika di setiap lokasi. Zona-zona tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penentuan

lokasi pengambilan sampel lapangan dan analisis XRD, sehingga hubungan antara nilai indeks silika dan kandungan kuarsa dapat diuji secara kuantitatif.

Tabel 3. 4 Tabel Klasifikasi Indeks silika (*Awawdeh et al., 2023; Bakri et al., 2023*)

Nilai Indeks Silika (SI)	Klasifikasi	Interpretasi
< 0.2	Rendah	Hampir tidak ada silika, didominasi oleh tanah liat atau organik
0.2 – 0.4	Sedang	Silika bercampur dengan mineral lain (feldspar, lempung)
0.4 – 0.6	Tinggi	Kandungan kuarsa/silika dominan, indikasi pasir silika cukup baik
> 0.6	Sangat Tinggi	Potensi pasir silika murni/kuarsa dominan

2. Analisis XRD

Sampel pasir silika yang diperoleh dari lapangan terlebih dahulu dikeringkan untuk menghilangkan kadar air, kemudian dihancurkan dan diayak agar ukuran butirnya lebih seragam sehingga dapat dianalisis dengan baik menggunakan XRD. Sampel yang telah dipreparasi selanjutnya dianalisis menggunakan alat X-Ray Diffraction (XRD) untuk memperoleh pola difraksi yang menunjukkan struktur kristal dari mineral penyusunnya.

Hasil analisis XRD digunakan untuk mengetahui jenis mineral yang terdapat dalam sampel, terutama keberadaan kuarsa sebagai mineral utama penyusun silika. Identifikasi kuarsa dilakukan berdasarkan posisi dan intensitas puncak difraksi, khususnya puncak utama pada sudut 2θ sekitar $26,6^\circ$, yang merupakan ciri khas kuarsa kristalin. Semakin tinggi intensitas puncak tersebut, maka semakin besar pula kandungan silika kristalin dalam sampel pasir (Fatimah dkk., 2021).

Selain identifikasi mineral, data XRD juga digunakan untuk menghitung ukuran kristal kuarsa dengan menggunakan persamaan Scherrer. Perhitungan

ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kristalinitas silika, karena ukuran kristal berhubungan dengan keteraturan dan kematangan struktur kristal mineral. Semakin besar ukuran kristal yang diperoleh, maka struktur kristalnya semakin berkembang dan stabil, sedangkan ukuran kristal yang kecil menunjukkan kristalinitas yang lebih rendah.

Perhitungan ukuran kristal dilakukan berdasarkan nilai lebar puncak pada setengah tinggi maksimum atau *Full Width at Half Maximum* (FWHM) dari puncak utama kuarsa. Persamaan Scherrer yang digunakan adalah:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

D = ukuran Kristal

K = konstanta bentuk kristal (0,9)

λ = panjang gelombang sinar-X (0,15406 nm)

β = nilai FWHM dalam satuan radian

θ = sudut Bragg.

Nilai ukuran kristal yang diperoleh dari persamaan ini digunakan sebagai parameter tambahan dalam menilai kualitas pasir silika di setiap lokasi penelitian.

Data XRD selanjutnya dimanfaatkan untuk menilai kualitas pasir silika dan dibandingkan dengan kelas indeks silika hasil pengolahan citra satelit. Dengan cara ini dapat diketahui apakah zona dengan nilai indeks silika tinggi pada peta benar-benar memiliki kandungan kuarsa dan tingkat kristalinitas yang lebih tinggi, sehingga analisis XRD berfungsi sebagai alat verifikasi terhadap hasil pemetaan berbasis penginderaan jauh.

3. Korelasi Data Remote Sensing dan XRD

Korelasi antara data citra satelit dan hasil analisis XRD dilakukan dengan cara membandingkan nilai indeks silika pada setiap lokasi sampel dengan data mineralogi dari sampel yang diambil di titik yang sama. Nilai indeks silika diperoleh dari peta hasil pengolahan citra Sentinel-2A, sedangkan hasil XRD berupa intensitas puncak kuarsa dan ukuran kristal

digunakan sebagai parameter untuk menilai kandungan serta kualitas silika pada masing-masing sampel.

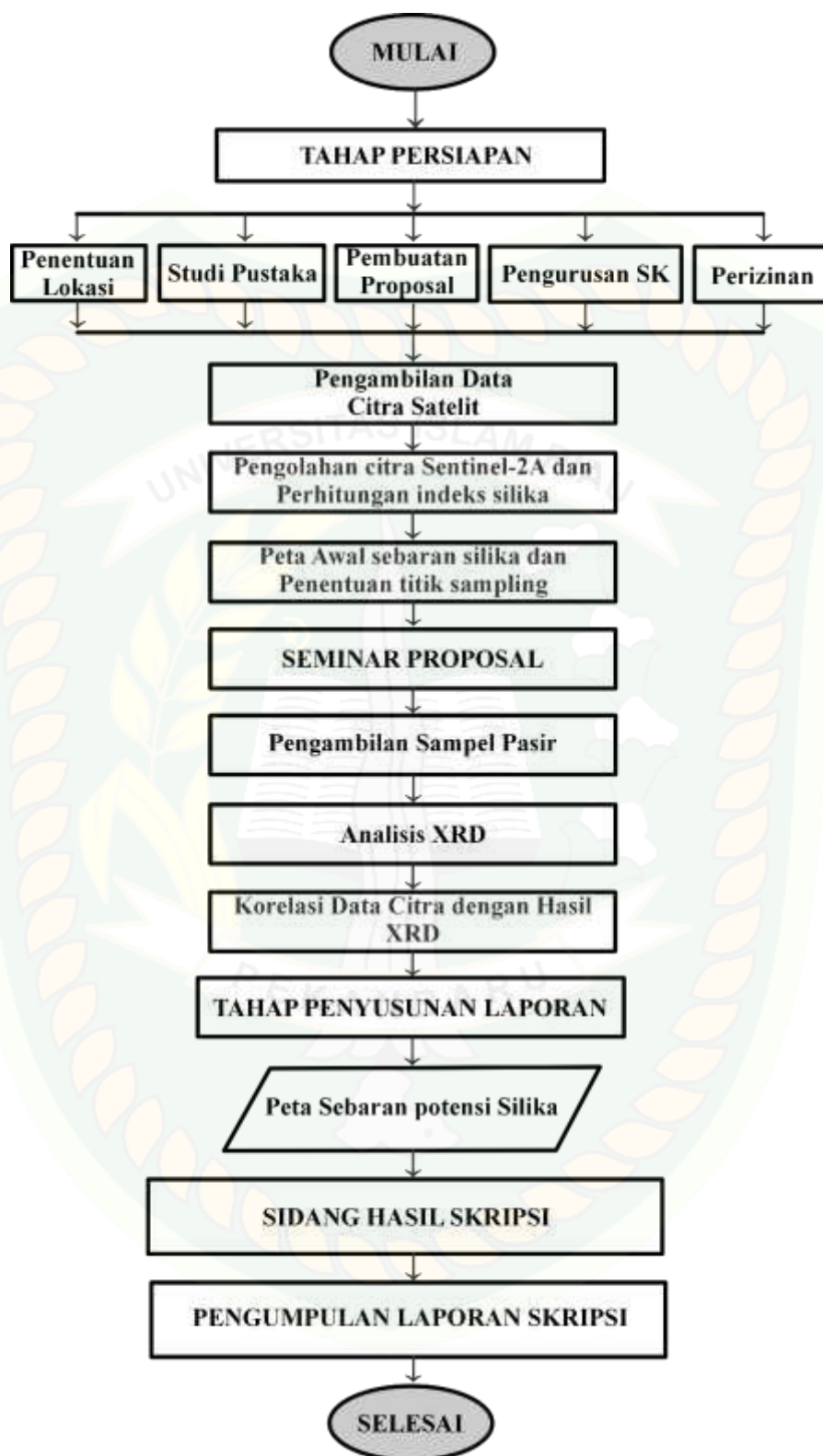
Setiap titik pengambilan sampel kemudian dikelompokkan kembali berdasarkan kelas indeks silika, yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi, lalu dibandingkan dengan hasil analisis XRD dari titik tersebut. Zona dengan nilai indeks silika tinggi dan sangat tinggi diharapkan memiliki kandungan kuarsa yang lebih besar serta ukuran kristal yang lebih berkembang dibandingkan zona dengan indeks rendah dan sedang. Melalui perbandingan ini dapat dievaluasi apakah variasi nilai indeks silika pada citra satelit benar-benar merepresentasikan kondisi mineralogi pasir silika di lapangan.

3.6 Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan kegiatan studi literatur dan penyusunan proposal. Setelah itu, dilakukan pengolahan dan interpretasi citra satelit Sentinel-2A untuk menghitung nilai indeks silika dan menyusun peta awal sebaran potensi pasir silika. Peta awal ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan lokasi pengambilan sampel di lapangan.

Setelah proposal disetujui melalui seminar, pengambilan sampel pasir silika dilakukan pada lokasi-lokasi yang mewakili setiap kelas indeks silika. Sampel yang diperoleh kemudian dianalisis di laboratorium menggunakan metode X-Ray Diffraction (XRD) untuk mengetahui jenis mineral, kandungan kuarsa, serta tingkat kristalinitas silika pada setiap sampel.

Hasil analisis XRD selanjutnya dibandingkan dengan nilai indeks silika dari citra satelit pada lokasi yang sama. Perbandingan ini dilakukan untuk menilai apakah respon spektral yang terekam pada citra benar-benar mencerminkan kondisi mineralogi pasir silika di lapangan. Berdasarkan hasil korelasi tersebut, peta awal kemudian dievaluasi dan diperbaiki sehingga diperoleh peta akhir sebaran dan potensi pasir silika yang lebih akurat. Seluruh hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk peta tematik dan laporan penelitian, yang selanjutnya dipresentasikan pada seminar hasil penelitian, diagram alir dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan hasil pengolahan data citra satelit Sentinel-2A resolusi 10m, hasil analisis laboratorium menggunakan X-Ray Diffraction (XRD), serta pembahasan integrasi kedua data tersebut untuk menentukan sebaran dan potensi pasir silika di daerah penelitian. Hasil yang diperoleh dianalisis secara spasial dan mineralogi untuk mengevaluasi keterkaitan antara nilai indeks silika dari citra satelit dengan kandungan dan kualitas kuarsa pada sampel pasir silika di lapangan.

4.1 Distribusi dan Zonasi Indeks Silika Berdasarkan Citra Sentinel-2

Nilai Indeks Silika (SI) pada daerah penelitian berkisar antara 0,20 hingga lebih dari 0,60, dan kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga kelas potensi, yaitu sedang (0,2–0,4), tinggi (0,4 –0,6), dan sangat tinggi (>0,6). Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa kelas potensi sedang hanya mencakup sekitar 0,125% dari luas wilayah penelitian, sedangkan kelas potensi tinggi mendominasi sebesar 73,61% dan kelas potensi sangat tinggi sebesar 26,26%.

Dominasi kelas potensi tinggi dan sangat tinggi yang mencapai hampir seluruh daerah penelitian menunjukkan daerah penelitian ini secara spasial didominasi oleh material kaya silika, hal ini berkaitan dengan sifat mineral silikat yang memiliki nilai reflektansi relatif tinggi pada kanal SWIR dan NIR, yang umum digunakan dalam identifikasi mineral melalui analisis penginderaan jauh (Mars & Rowan, 2010; van der Meer dkk., 2012). Dan secara geologi, kondisi ini konsisten dengan karakteristik daerah pesisir dan dataran aluvial yang tersusun oleh endapan pasir lepas hasil proses transportasi dan pemilahan alami oleh aktivitas fluvial dan gelombang laut, yang menyebabkan akumulasi butiran kuarsa yang lebih resisten dibandingkan mineral lainnya.

Klasifikasi berdasarkan nilai indeks silika ini masih merupakan interpretasi berbasis data penginderaan jauh dan memerlukan validasi melalui analisis mineralogi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD).

4.2 Sebaran Titik Sampel berdasarkan Zona Indeks Silika

Pengambilan sampel pasir silika ini didasarkan pada hasil dari klasifikasi indeks silika dari citra satelit Sentinel 2A, sampel diambil berdasarkan pada zona indeks silika tinggi dan sangat tinggi, karena pada zona tersebut dianggap sebagai area yang mempunyai potensi mengandung pasir silika, zona indeks silika sedang tidak bisa dijadikan lokasi pengambilan sampel dikarenakan adanya keterbatasan akses dan kondisi lapangan yang tidak mendukung.

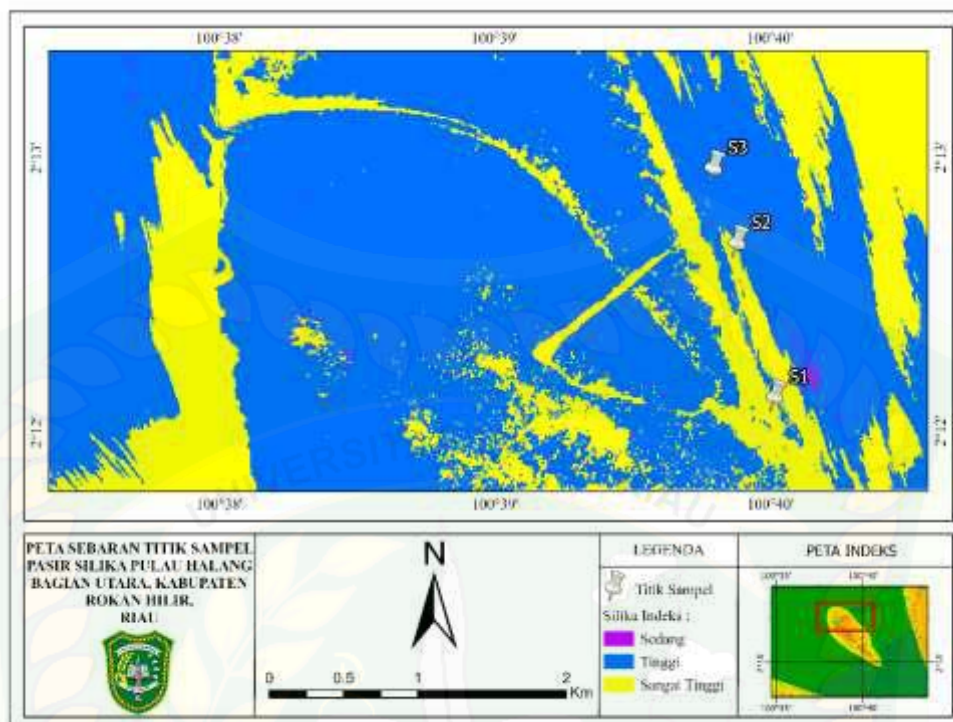
Pengambilan sampel dilakukan pada tiga lokasi yang berada pada zona indeks silika tinggi dan sangat tinggi, yang masing-masing diberi kode S1, S2, dan S3, seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Titik sampel silika

Kode Sampel	Zona SI	Keterangan
S1	Sangat tinggi	Pesisir (100°40'0.05"E, 2°12'4.53"N)
S2	Sangat tinggi	Pesisir (100°39'51.86"E, 2°12'38.31"N)
S3	Tinggi	Pesisir (100°39'46.74"E, 2°12'54.75"N)

Sebaran titik sampel menunjukkan bahwa seluruh lokasi pengambilan sampel berada pada zona indeks silika tinggi dan sangat tinggi. Hal ini dilakukan agar sampel yang dianalisis menggunakan XRD benar-benar mewakili area yang diduga memiliki kandungan silika yang tinggi berdasarkan hasil interpretasi citra satelit, seperti pada **Gambar 4.1**.

Meskipun zona indeks silika sedang tidak terwakili dalam pengambilan sampel, fokus pada zona dengan nilai SI tinggi dan sangat tinggi tetap sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu untuk mengkaji potensi pasir silika pada area yang paling prospektif serta menguji kesesuaian antara nilai indeks silika dan karakteristik mineralogi pasir di lapangan.



Gambar 4. 1 Peta titik sampel pasir silika

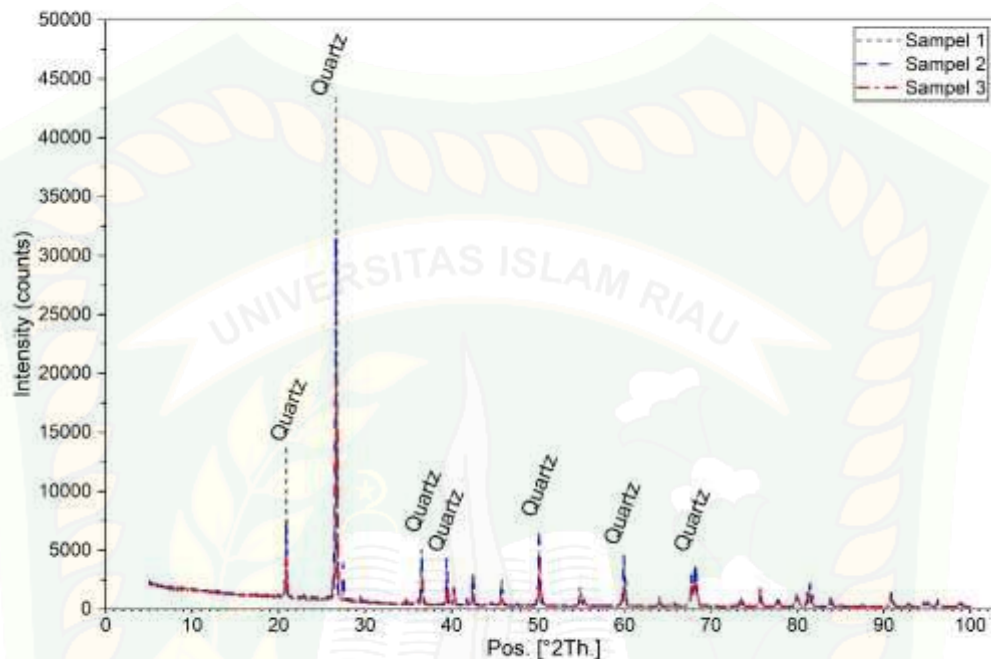
4.3 Hasil Analisis XRD Pasir Silika

Analisis XRD dilakukan untuk mengidentifikasi fase mineral penyusun pasir silika pada setiap titik sampel (S1, S2, dan S3) serta mengevaluasi dominasi kuarsa sebagai komponen utama penyusun silika. Pola difraksi XRD dari ketiga sampel tersebut ditampilkan pada **Gambar 4.2**. Secara umum, ketiganya menunjukkan pola difraksi yang relatif serupa, dengan puncak paling dominan muncul pada sudut 2θ sekitar $26,6^\circ$.

Puncak pada sudut 2θ sekitar $26,6^\circ$ ini merupakan karakteristik khas mineral kuarsa (SiO_2) karena merupakan puncak utama mineral kuarsa dengan intensitas tertinggi yang merepresentasikan bidang kristal, sehingga umum digunakan dalam identifikasi kuarsa serta perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Scherrer (Singh dkk., 2017). sehingga dapat diinterpretasikan bahwa kuarsa menjadi fase mineral utama pada seluruh sampel yang dianalisis.

Keseragaman pola difraksi ini juga mengindikasikan bahwa material pasir silika di daerah penelitian secara umum tersusun oleh mineral yang sama, yaitu

kuarsa, meskipun terdapat kemungkinan perbedaan tingkat kristalinitas antar sampel.



Gambar 4. 2 Grafik Hasil XRD S1, S2, S3

4.3.1 Sampel 1 (S1)

Pola difraksi XRD untuk Sampel S1 menunjukkan puncak utama yang sangat kuat pada sudut 2θ sebesar $26,65^\circ$, yang merupakan puncak khas mineral kuarsa (SiO_2). Dan selain puncak utama tersebut muncul juga beberapa puncak pendukung yang sesuai dengan pola difraksi kuarsa, sehingga dapat disimpulkan bahwa Sampel (S1) didominasi oleh fase SiO_2 . Puncak kuarsa pada Sampel (S1) terlihat tajam dan tinggi, yang menunjukkan struktur kristal yang teratur dan kandungan kuarsa yang tinggi, seperti pada **Gambar 4.2**

Hasil kuantifikasi XRD menunjukkan bahwa Sampel (S1) tersusun atas kuarsa sebesar 73.6%, dengan fase minor berupa Grafit sebesar 26.4%. dengan mineral dominan yaitu kuarsa yang tinggi ini konsisten dengan puncak XRD yang

tajam pada $2\theta \approx 26,65^\circ$, nilai FWHM yaitu sebesar $0,1299^\circ$ pada puncak utama kuarsa dan dihitung menggunakan persamaan Scherrer sebagai berikut:

$$D = \frac{0,9 \times 0,15406}{0,002267 \times 0,973} = \frac{0,138654}{0,002205} = 62,9\text{nm}$$

Sehingga didapatkan ukuran kristal kuarsa pada Sampel (S1) yaitu sekitar 62,9 nm, nilai ini menunjukkan bahwa kuarsa pada Sampel (S1) memiliki domain kristal yang besar dan tingkat kristalinitas yang tinggi.

4.3.2 Sampel 2 (S2)

Sampel S2 memperlihatkan difraksi XRD yang serupa dengan Sampel (S1), dengan puncak utama kuarsa muncul pada sudut 2θ sekitar $26,62^\circ$. Intensitas puncak ini tinggi, yang mengindikasikan bahwa kuarsa merupakan mineral dominan dalam Sampel (S2). Puncak-puncak pendukung kuarsa juga teridentifikasi pada sudut-sudut lain, sehingga memperkuat keberadaan fase SiO_2 sebagai penyusun utama pasir, dapat dilihat pada **Gambar 4.2**

Hasil kuantifikasi XRD menunjukkan bahwa Sampel (S2) tersusun atas kuarsa sebesar 80%, dengan fase minor berupa karbon sebesar 20%. dengan mineral dominan yaitu kuarsa yang tinggi ini konsisten dengan puncak XRD yang tajam pada $2\theta \approx 26,62^\circ$ dengan nilai FWHM puncak kuarsa sebesar $0,1299^\circ$, ukuran kristal kuarsa Sampel (S2) yang dihitung menggunakan persamaan Scherrer sebagai berikut:

$$D = \frac{0,9 \times 0,15406}{0,002267 \times 0,973} = \frac{0,138654}{0,002205} = 62,9\text{nm}$$

Didapati nilai ukuran Kristal sekitar 62,9 nm. Hasil ukuran kristal yang besar ini menunjukkan bahwa kuarsa pada Sampel (S2) memiliki tingkat kristalinitas yang tinggi dan sebanding dengan Sampel (S1).

4.3.3 Sampel 3 (S3)

Pada Sampel (S3), puncak utama kuarsa teridentifikasi pada sudut 2θ sekitar $26,68^\circ$, yang menunjukkan bahwa SiO_2 tetap menjadi fase mineral dominan. Namun, puncak kuarsa pada Sampel (S3) terlihat lebih lebar dibandingkan dengan Sampel (S1) dan (S2), yang mengindikasikan struktur kristal yang kurang teratur atau ukuran kristal yang lebih kecil, seperti pada **Gambar 4.2**.

Hasil kuantifikasi XRD menunjukkan bahwa Sampel (S3) tersusun atas kuarsa sebesar 74.2%, dengan fase minor berupa karbon sebesar 25.8%. dengan mineral dominan yaitu kuarsa yang tinggi ini konsisten dengan puncak XRD yang tajam pada $2\theta \approx 26,62^\circ$. Dengan nilai FWHM puncak kuarsa pada Sampel (S3) sebesar $0,2273^\circ$, berdasarkan perhitungan persamaan Scherrer menghasilkan ukuran kristal kuarsa sebagai berikut:

$$D = \frac{0,9 \times 0,15406}{0,003967 \times 0,973} = \frac{0,138654}{0,003861} = 35,9\text{nm}$$

Didapati nilai ukurann kristal sekitar 35,9 nm. Ukuran kristal yang lebih kecil ini menunjukkan bahwa kuarsa pada Sampel (S3) memiliki tingkat kristalinitas yang lebih rendah dibandingkan dengan Sampel (S1) dan (S2).

Hal ini mengindikasikan struktur kristal yang kurang teratur atau ukuran kristal yang lebih kecil. Pelebaran puncak difraksi tersebut menunjukkan ukuran kristalit yang relatif kecil serta tingkat kristalinitas mineral yang lebih rendah. (Langford & Wilson, 1978)

4.4 Korelasi Data XRD dan Silika Indeks

Korelasi antara hasil penginderaan jauh dan data laboratorium XRD dilakukan untuk mengetahui sejauh mana nilai Indeks Silika (SI) yang diperoleh dari citra Sentinel-2A resolusi 10 m dapat menggambarkan kondisi mineral pasir silika di lapangan. Pada penelitian ini, nilai SI (Silika Indeks) pada tiap titik sampel dibandingkan dengan hasil analisis XRD, khususnya ukuran kristal kuarsa yang

dihitung menggunakan persamaan Scherrer. Selanjutnya hasil perbandingan tersebut disajikan dalam **Tabel 4.1** untuk memudahkan analisis hubungan antara kedua parameter.

Tabel 4. 2 Korelasi XRD dan Silika Indeks

Sampel	Zona SI	Ukuran kristal kuarsa (nm)	Interpretasi
S1	> 0.6 (sangat tinggi)	62.9	Kristal besar, sangat kristalin
S2	> 0.6 (sangat tinggi)	62.9	Kristal besar, sangat kristalin
S3	0.4–0.6 (tinggi)	35.9	Kristal lebih kecil, kristalinitas lebih rendah

Berdasarkan tabel korelasi diatas, dapat dilihat bahwa sampel S1 dan S2 yang berada pada zona SI sangat tinggi ($SI > 0,6$) memiliki ukuran kristal kuarsa dengan nilai yang relatif besar, yaitu sekitar 62,9 nm. Sementara itu, sampel S3 yang berada pada zona SI tinggi (0,4–0,6) menunjukkan ukuran kristal kuarsa yang lebih kecil dengan nilai yaitu sekitar 35,9 nm. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sampel pada zona dengan nilai SI lebih tinggi memiliki kuarsa dengan struktur kristal yang lebih teratur dibandingkan dengan sampel pada zona SI yang lebih rendah.

Nilai SI yang tinggi pada citra Sentinel-2 mencerminkan dominasi mineral silikat, khususnya kuarsa, yang memiliki karakteristik reflektansi tinggi pada kanal SWIR dan NIR. Kuarsa dengan struktur kristal yang lebih teratur dan ukuran kristal yang lebih besar cenderung memberikan respon spektral yang lebih kuat, sehingga menghasilkan nilai SI yang lebih tinggi. Hal ini menjelaskan mengapa sampel S1 dan S2, yang memiliki ukuran kristal lebih besar, juga berada pada zona SI sangat tinggi.

Dengan demikian, hubungan antara nilai Silica Index (SI) dan ukuran kristal kuarsa hasil analisis XRD menunjukkan adanya korelasi positif antara respon spektral citra satelit dan kondisi mineralogi pasir silika di lapangan. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemetaan sebaran silika menggunakan citra Sentinel-2 mampu mengidentifikasi zona dengan potensi pasir silika yang lebih baik setelah dilakukan validasi laboratorium. Temuan ini juga dilaporkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa nilai indeks spektral memiliki keterkaitan dengan kandungan mineral silikat berdasarkan analisis XRD (Awawdeh et al., 2023; Kausarian et al., 2016)

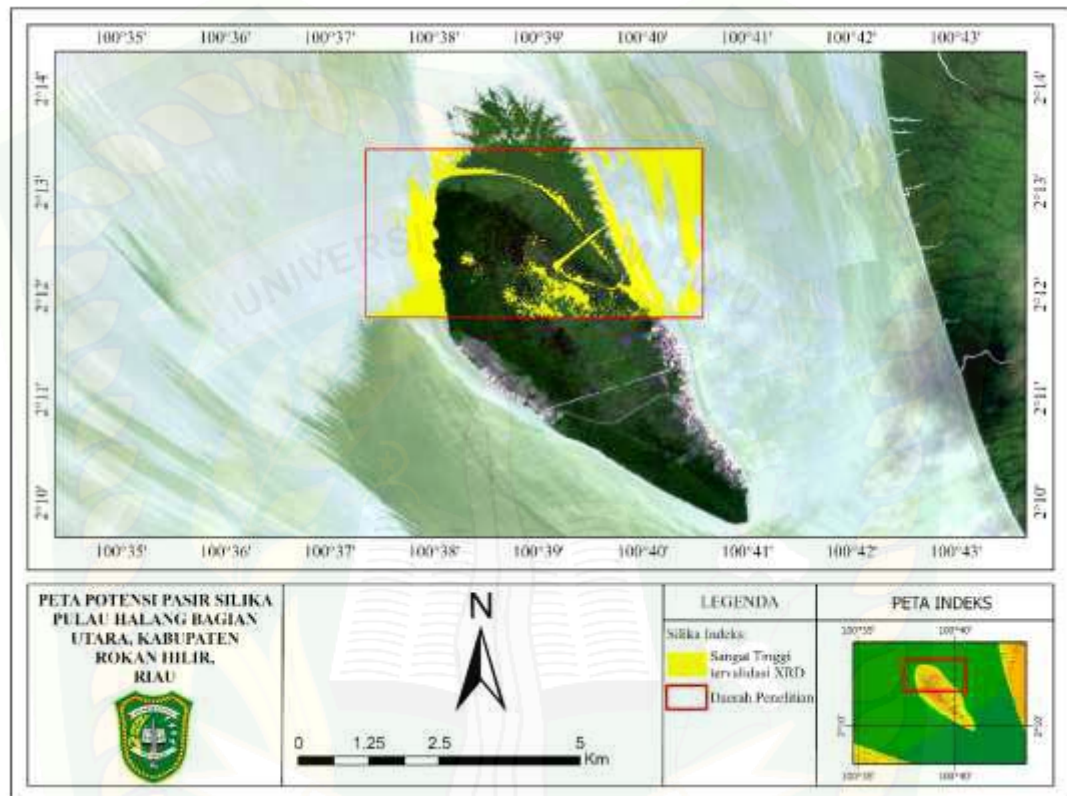
4.5 Peta Zona Potensi Pasir Silika Tervalidasi

Peta zona potensi pasir silika disusun sebagai hasil akhir dari integrasi antara data Indeks Silika (SI) dari citra Sentinel-2 resolusi 10meter dan hasil analisis mineralogi menggunakan XRD. Peta ini tidak hanya menunjukkan sebaran silika berdasarkan respon spektral, tetapi juga telah diverifikasi dengan data laboratorium, sehingga dapat digunakan sebagai dasar yang lebih andal dalam evaluasi potensi pasir silika di daerah penelitian.

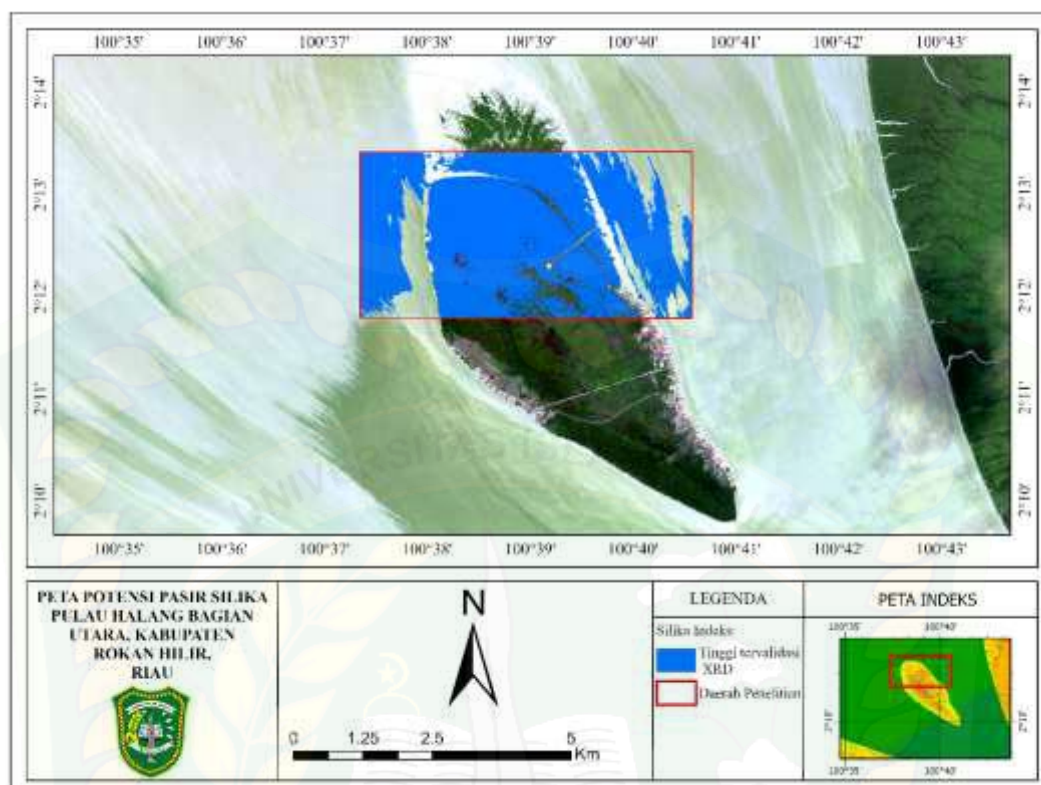
Dalam penyusunan peta ini, zona Indeks Silika yang sebelumnya diklasifikasikan menjadi kelas tinggi dan sangat tinggi disesuaikan berdasarkan hasil XRD, khususnya ukuran kristal kuarsa dan dominasi mineral SiO_2 . Zona dengan nilai $\text{SI} > 0,6$ yang didukung oleh ukuran kristal kuarsa besar sekitar 62,9 nm dan puncak XRD yang tajam dikategorikan sebagai zona potensi sangat tinggi dilihat pada **Gambar 4.3**, sedangkan zona dengan nilai $\text{SI} 0,4\text{--}0,6$ yang memiliki ukuran kristal kuarsa lebih kecil sekitar 35,9 nm dikategorikan sebagai zona potensi tinggi, seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 4.4**, serta untuk peta potensi daerah penelitian keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.

Peta potensi ini menunjukkan bahwa sebagian besar daerah penelitian berada pada kelas potensi tinggi hingga sangat tinggi, terutama pada daerah pesisir dan dataran aluvial yang tersusun oleh endapan pasir lepas. Kondisi ini mendukung interpretasi bahwa proses sedimentasi dan pemilahan alami telah menghasilkan akumulasi pasir kuarsa yang relatif murni dan berkualitas baik.

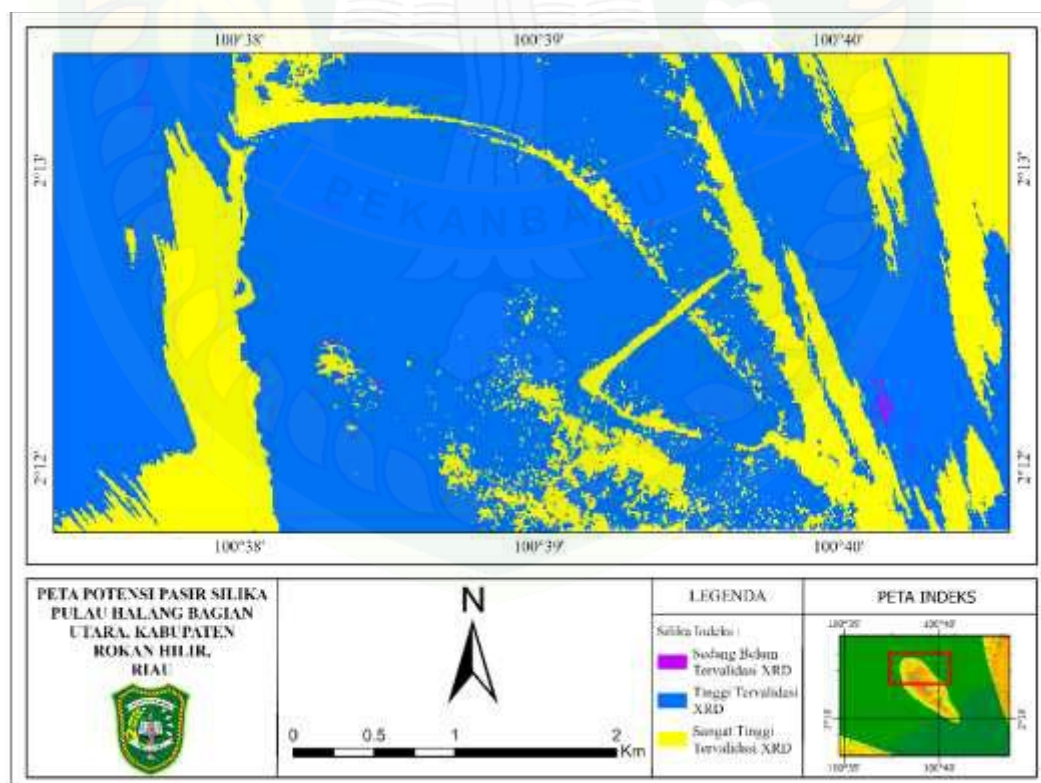
Dengan adanya peta zona potensi pasir silika yang telah tervalidasi oleh data XRD, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar awal dalam perencanaan eksplorasi dan pemanfaatan pasir silika, khususnya untuk menentukan zona prioritas yang lebih layak secara mineralogi.



Gambar 4. 3 Peta Potensi Pasir Silika Sangat Tinggi Tervalidasi



Gambar 4. 4 Peta Potensi Pasir Silika Tinggi Tervalidasi



Gambar 4. 5 Peta Potensi Pasir Silika Tervalidasi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian sebaran dan kualitas pasir silika pada daerah Pulau Halang Bagian Utara, Kabupaten Rokan Hilir, Riau, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasrkan hasil analisis citra Sentinel 2 resolusi 10meter pada daerah penelitian mempunyai nilai indeks silika dengan rentang dari 0.2 hingga > 0.6 yang dimana nilai silika indeks (0.2 – 0.4) dikategorikan dengan kualitas sedang dengan persentase sebesar 0.125%, selanjutnya (0.4 – 0.6) dikategorikan dengan silika tinggi dengan persentase 73.61%, terakhir nilai silika indeks sangat tinggi (>0.6) dengan persentase 26.26%.
2. Hasil analisis X-Ray Diffraction (XRD) terhadap sampel pasir silika menunjukkan bahwa seluruh sampel didominasi oleh mineral kuarsa (SiO_2) dan beberapa mineral lain seperti karbon dan grafit, keberadaan kuarsa ditunjukkan oleh munculnya puncak utama pada sudut 2θ sekitar $26,6^\circ$. Keberadaan kuarsa sebagai fase dominan pada semua sampel membuktikan bahwa material yang teridentifikasi melalui citra satelit memang merupakan pasir silika. Perhitungan ukuran kristal kuarsa menggunakan persamaan Scherrer menunjukkan bahwa sampel yang berasal dari zona SI sangat tinggi (S1 dan S2) memiliki ukuran kristal sekitar 62,9 nm, sedangkan sampel dari zona SI tinggi (S3) memiliki ukuran kristal yang lebih kecil, yaitu sekitar 35,9 nm. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kuarsa pada zona SI sangat tinggi memiliki tingkat kristalinitas yang lebih baik dibandingkan dengan zona SI tinggi.
3. Korelasi antara nilai Indeks Silika dan hasil XRD menunjukkan hubungan yang konsisten, dimana zona dengan nilai SI lebih tinggi memiliki kuarsa yang lebih dominan dan lebih kristalin. Hal ini membuktikan bahwa Indeks Silika dari citra Sentinel-2 dapat digunakan sebagai acuan untuk memetakan sebaran dan kualitas silika pada daerah penelitian.

4. Berdasarkan integrasi data Indeks Silika dan XRD, menghasilkan peta zona potensi pasir silika menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Pulau Halang bagian Utara termasuk dalam zona potensi tinggi hingga sangat tinggi, terutama pada daerah pesisir dan dataran aluvial. Zona SI sedang tetap ditampilkan sebagai zona indikatif karena belum tervalidasi oleh data XRD akibat keterbatasan akses lapangan.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Melakukan Perluasan dan penambahan titik- titik sampel terutama pada zona indeks silika sedang yang belum dianalisis menggunakan XRD, agar pemetaan potensi silika lebih representatif.
2. Melakukan pengujian laboratorium yang lebih lengkap seperti menambahkan analisi XRF atau uji kimia lainnya agar kandungan silika dapat diketahui secara rinci dan dievaluasi dengan baik.
3. Menggunakan data spasial dengan resolusi yang lebih tinggi lagi untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi.
4. Melakukan kajian yang lebih dalam terhadap kondisi geologi dan proses sedimentasi yang mempengaruhi pembentukan dan sebaran pasir silika pada daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. (2013). *Geological Overview of White silica Sands*.
- Al, R. N., Mariam, J., & Yen, L. P. (2023). Silica Sand as Thermal Energy Storage for Renewable-based Hydrogen and Ammonia Production Plants. *Chemical Engineering Transactions*, 106, 1111–1116. <https://doi.org/10.3303/CET23106186>
- Awawdeh, M., Alkhateeb, E., & Al-Radaideh, N. (2023a). *The Use of Remote Sensing and GIS for Mapping Silica Sand Deposits in Jordan*.
- Awawdeh, M., Alkhateeb, E., & Al-Radaideh, N. (2023b). *The Use of Remote Sensing and GIS for Mapping Silica Sand Deposits in Jordan*.
- Bakri, S., Anas, M., Wakila, M. H., & Chalik, C. A. (2023). Geochemical Characterization of Silica Sand in the Sidenreng Rappang Area Based on X-Ray Diffraction Analysis and X-Ray Fluorescence Analysis. *Journal of Geology and Exploration*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.58227/jge.v2i1.36>
- Bemmelen, V. (1949). *The Geology of Indonesia*. Martinus Nijhoff.
- Bragg, W. L. (1912). The Specular Reflection of X-rays. *Nature*, 90(2250), 410–410. <https://doi.org/10.1038/090410b0>
- Cameron, N. R., Kartawa, W., & Thompson, S. J. (1982). *Peta Geologi Lembar Dumai dan Bagansiapiapi* [Geological Map]. KESDM.
- Chen, M., Li, W., Dong, Z., & Zhang, D. (2024). Characterization of Silica Sand-Based Pervious Bricks and Their Performance under Stormwater Treatment. *Water*, 16(18), 2625. <https://doi.org/10.3390/w16182625>

- Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F.,
Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A., Spoto, F.,
Sy, O., Marchese, F., & Bargellini, P. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical
High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing
of Environment, The Sentinel Missions - New Opportunities for Science*,
120, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026>
- Fairus, S., Haryono, H., Sugita, M. H., & Sudrajat, A. (2018). Proses pembuatan
waterglass dari pasir silika dengan pelebur natrium hidroksida. *Jurnal
Teknik Kimia Indonesia*, 8(2), 56. <https://doi.org/10.5614/jtki.2009.8.2.4>
- Fatimah, S., Ragadhita, R., Husaeni, D. F. A., & Nandiyanto, A. B. D. (2021).
How to Calculate Crystallite Size from X-Ray Diffraction (XRD) using
Scherrer Method. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 2(1), 65–
76. <https://doi.org/10.17509/ajse.v2i1.37647>
- Götze, J. (2018). *Mineralogy of Quartz and Silica Minerals* (J. Götze & R.
Möckel). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72110-8_1
- Hunt, G. R. (1977). Spectral signatures of particulate minerals in the visible and
near infrared. *Geophysics*, 42(3), 501–513.
<https://doi.org/10.1190/1.1440721>
- Kausarian, H., Sri Sumantyo, J. T., Kuze, H., Karya, D., & Panggabean, G. F.
(2016). Silica Sand Identification using ALOS PALSAR Full Polarimetry
on The Northern Coastline of Rupert Island, Indonesia. *International
Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*,
6(5), 568. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.6.5.920>

Kruse, F. A. (t.t.). *Mineral Mapping with AVIRIS and EO-1 Hyperion*.

Langford, J. I., & Wilson, A. J. C. (1978). Scherrer after sixty years: A survey and some new results in the determination of crystallite size. *Journal of Applied Crystallography*, 11(2), 102–113.

<https://doi.org/10.1107/S0021889878012844>

Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons.

Mars, J. C., & Rowan, L. C. (2010). Spectral assessment of new ASTER SWIR surface reflectance data products for spectroscopic mapping of rocks and minerals. *Remote Sensing of Environment*, 114(9), 2011–2025.

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.04.008>

Morton, A. C., & Hallsworth, C. R. (1999). Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. *Sedimentary Geology*, 124(1), 3–29. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(98\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(98)00118-3)

Prado, E. M. G., Silva, A. M., Ducart, D. F., Toledo, C. L. B., & De Assis, L. M. (2016). Reflectance spectroradiometry applied to a semi-quantitative analysis of the mineralogy of the N4ws deposit, Carajás Mineral Province, Pará, Brazil. *Ore Geology Reviews*, 78, 101–119.

<https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.03.007>

Rietveld, H. M. (1969). A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. *Journal of Applied Crystallography*, 2(2), 65–71.

<https://doi.org/10.1107/S0021889869006558>

- Rowan, L. C., & Mars, J. C. (2003). Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data. *Remote Sensing of Environment*, 84(3), 350–366. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00127-X](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00127-X)
- Setyaningrum, D., & Anisa, Z. (2025). Analisis Struktur Kristal Silika (SiO₂) Pasir Pantai Dogolan Menggunakan Metode Rietveld. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 8(1), 7–12. <https://doi.org/10.24246/juses.v8i1p7-12>
- Sholihah, E. A. (2025). *STUDI PENGINDERAAN JAUH UNTUK IDENTIFIKASI ALTERASI HIDROTHERMAL ENDAPAN TIMAH PRIMER MENGGUNAKAN CITRA ASTER, LANDSAT 8, DAN SENTINEL-2 DAERAH TAMBANG KELAPA KAMPIT, PULAU BELITUNG* [Universitas Gadjah Mada]. https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/257123?utm_source=
- Singh, B., Camps-Arbestain, M., & Lehmann, J. (2017). *Biochar: A Guide to Analytical Methods*. Csiro Publishing.
- Standard Practice for Sampling Aggregates*. (2019). https://store.astm.org/d0075_d0075m-19.html
- van der Meer, F. D., van der Werff, H. M. A., van Ruitenbeek, F. J. A., Hecker, C. A., Bakker, W. H., Noomen, M. F., van der Meijde, M., Carranza, E. J. M., Smeth, J. B. de, & Woldai, T. (2012). Multi- and hyperspectral geologic remote sensing: A review. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 14(1), 112–128. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.08.002>

Vincheh, Z. H., & Arfania, R. (2017). Lithological Mapping from OLI and ASTER Multispectral Data Using Matched Filtering and Spectral Analogues Techniques in the Pasab-e-Bala Area, Central Iran. *Open Journal of Geology*, 7(10), 1494–1508.
<https://doi.org/10.4236/ojg.2017.710100>

Wuletaw, A., & Mihret, B. (2024). Physicochemical and mineralogical characterization of silica sand from the Lemi region, Blue Nile Basin, central Ethiopia: Evaluating industrial applications and resource potential. *Heliyon*, 10(14), e34426. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34426>

LAMPIRAN

Stasiun 1	
Hari/Tanggal: Minggu, 23 November 2025	Koordinat: 100°40'0.05"E, 2°12'4.53"N
	

Stasiun 2	
Hari/Tanggal: Senin, 24 November 2025	Koordinat: 100°39'51.86"E, 2°12'38.31"N
	

Stasiun 3	
Hari/Tanggal: Senin, 24 November 2025	Koordinat: 100°39'46.74"E, 2°12'54.75"N
	

Sampel 1
Peak List

Pos. [°2Th.] Int. [%]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel.
20.8707	12929.61	0.1299	4.25636	30.22
26.6504	42790.19	0.1299	3.34495	100.00
27.4701	708.42	0.1299	3.24698	1.66
32.3756	49.44	0.5196	2.76533	0.12
34.7948	395.22	0.1299	2.57841	0.92
36.5322	4521.54	0.1624	2.45967	10.57
39.4466	2802.86	0.1948	2.28441	6.55
40.2808	1597.85	0.1948	2.23900	3.73
42.4502	2814.19	0.2273	2.12947	6.58
44.6268	132.34	0.2598	2.03053	0.31
45.7831	2223.80	0.1624	1.98190	5.20
50.1047	4649.77	0.1624	1.82063	10.87
54.8393	1558.36	0.1624	1.67411	3.64
55.2866	470.22	0.0974	1.66163	1.10
57.2536	67.06	0.3247	1.60913	0.16
59.9315	3639.85	0.1188	1.54219	8.51
60.1188	1951.11	0.1188	1.54166	4.56
64.0157	735.81	0.1188	1.45330	1.72
65.7601	191.66	0.1188	1.41891	0.45
67.7350	2398.62	0.1584	1.38226	5.61
68.1132	2410.67	0.0792	1.37892	5.63
68.3092	3267.39	0.1188	1.37203	7.64
73.4338	679.92	0.1584	1.28842	1.59
75.6273	763.55	0.1584	1.25641	1.78
75.8630	397.74	0.1188	1.25621	0.93
77.6449	762.57	0.1188	1.22872	1.78
79.8487	926.00	0.1188	1.20026	2.16
80.0952	601.85	0.1188	1.20016	1.41
81.1341	854.08	0.1584	1.18446	2.00
81.4459	1069.70	0.1584	1.18071	2.50
83.8119	598.61	0.1584	1.15330	1.40
84.0752	317.29	0.1188	1.15321	0.74
87.4263	159.18	0.1188	1.11468	0.37
90.8062	1139.15	0.1584	1.08178	2.66
91.0963	548.64	0.1188	1.08177	1.28
92.7577	217.96	0.1584	1.06407	0.51
94.6155	382.84	0.1584	1.04802	0.89
95.0755	414.73	0.1584	1.04416	0.97
95.3959	184.18	0.1584	1.04409	0.43
96.2219	425.23	0.1584	1.03474	0.99
98.7310	523.27	0.1980	1.01505	1.22
99.0610	319.86	0.1188	1.01507	0.75

Pattern List

No	Ref. Code	Score	Nama Senyawa	Displ. (°2θ)	Scale Factor	Rumus Kimia
1	01-086-1560	81	Silicon Oxide (Kuarsa)	0.000	0.869	SiO ₂
2	03-065-6212	29	Graphite	0.000	0.296	C

Sampel 2
Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
20.8579	6431.57	0.0974	4.25895	21.00
26.6202	30625.76	0.1299	3.34867	100.00
27.4807	2999.01	0.1299	3.24574	9.79
29.4703	316.95	0.0974	3.03100	1.03
36.5144	4032.39	0.1624	2.46083	13.17
36.9266	155.55	0.0974	2.43430	0.51
39.4350	3918.37	0.1624	2.28505	12.79
40.2497	1422.51	0.1948	2.24066	4.64
41.7450	534.33	0.0974	2.16380	1.74
42.4187	2569.85	0.1948	2.13098	8.39
44.5705	193.48	0.3247	2.03297	0.63
45.7553	1399.11	0.1624	1.98304	4.57
47.4492	185.51	0.1299	1.91613	0.61
50.1038	6481.52	0.1584	1.81915	21.16
50.2686	2934.63	0.0792	1.81808	9.58
54.8230	1064.69	0.1584	1.67319	3.48
55.2885	552.23	0.1584	1.66020	1.80
57.2391	81.62	0.3168	1.60817	0.27
59.9116	4285.47	0.1584	1.54266	13.99
60.1072	2114.49	0.0792	1.54193	6.90
63.9906	510.21	0.1188	1.45381	1.67
65.7413	251.00	0.1188	1.41927	0.82
67.7035	2613.83	0.1188	1.38283	8.53
68.1164	3342.98	0.1188	1.37545	10.92
68.3028	2761.00	0.1188	1.37215	9.02
73.4240	771.40	0.1188	1.28857	2.52
73.6452	421.63	0.1188	1.28844	1.38
75.6078	885.82	0.1188	1.25669	2.89
77.6344	835.32	0.1584	1.22887	2.73
77.8754	441.20	0.1188	1.22871	1.44
79.8529	1076.13	0.1188	1.20021	3.51
80.0919	629.16	0.1188	1.20020	2.05
81.1169	559.82	0.1188	1.18467	1.83
81.4660	1962.94	0.1584	1.18047	6.41
81.7222	922.08	0.1188	1.18034	3.01
83.7963	726.36	0.1188	1.15347	2.37
84.0677	392.99	0.1584	1.15330	1.28
85.0044	60.25	0.4752	1.14014	0.20
87.5280	53.55	0.4752	1.11365	0.17
90.8232	1161.92	0.1584	1.08163	3.79
91.1057	563.18	0.1188	1.08169	1.84
92.7263	288.49	0.1584	1.06435	0.94
94.6030	360.48	0.1584	1.04812	1.18
95.0974	346.54	0.1188	1.04657	1.13
95.4180	152.32	0.1584	1.04131	0.50
96.2076	578.94	0.1584	1.03485	1.89
96.5262	235.48	0.1188	1.03485	0.77
98.7131	560.25	0.1584	1.01518	1.83
99.0467	236.14	0.1584	1.01517	0.77

No	Ref. Code	Score	Nama Senyawa	Displ. (°2θ)	Scale Factor	Rumus Kimia
1	00-046-1045	76	Silicon Oxide (Kuarsa)	0.000	1.020	SiO ₂

No	Ref. Code	Score	Nama Senyawa	Displ. (°2θ)	Scale Factor	Rumus Kimia
2	00-012-0212	19	Carbon	0.000	0.115	C

Sampel 3

Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
5.2217	254.58	0.7793	16.92435	1.39
20.8907	3296.64	0.1299	4.25233	17.97
22.8817	325.87	0.0974	3.88663	1.78
26.2789	1630.98	0.0974	3.39139	8.89
26.6848	18340.53	0.2273	3.34071	100.00
30.2674	111.15	0.1948	2.95296	0.61
34.7445	368.29	0.1299	2.58202	2.01
36.0823	449.86	0.0974	2.48930	2.45
36.5903	1865.30	0.1624	2.45590	10.17
39.5110	1922.51	0.1948	2.28083	10.48
40.3145	662.27	0.1948	2.23721	3.61
42.4764	987.57	0.1624	2.12821	5.38
44.5941	238.54	0.1624	2.03194	1.30
45.8135	818.81	0.2273	1.98066	4.46
50.1487	3583.91	0.1948	1.81913	19.54
54.8708	940.26	0.1624	1.67323	5.13
55.3669	474.81	0.1624	1.65940	2.59
57.8260	59.88	0.1948	1.59456	0.33
59.6298	483.76	0.0974	1.55056	2.64
59.9794	1855.29	0.0974	1.54235	10.12
64.0469	459.34	0.0974	1.45387	2.50
65.7408	108.60	0.2598	1.42045	0.59
67.7308	1681.69	0.1584	1.38234	9.17
68.0951	1868.70	0.1188	1.37583	10.19
68.3430	1791.52	0.0974	1.37258	9.77
73.4482	539.61	0.1188	1.28821	2.94
73.6875	270.84	0.1188	1.28780	1.48
75.2939	227.29	0.1188	1.26114	1.24
75.6886	1525.60	0.1584	1.25554	8.32
75.9177	798.79	0.1188	1.25544	4.36
77.7128	524.07	0.1584	1.22782	2.86
79.9004	863.35	0.1980	1.19962	4.71
81.1582	1229.63	0.1584	1.18417	6.70
81.4216	1128.71	0.1584	1.18100	6.15
83.8315	398.60	0.1584	1.15308	2.17
85.0079	73.42	0.4752	1.14010	0.40
87.4348	64.54	0.4752	1.11460	0.35
90.8035	722.80	0.1980	1.08181	3.94
91.1623	346.53	0.1980	1.08116	1.89
92.7565	117.46	0.2376	1.06408	0.64
94.6493	251.30	0.1188	1.04773	1.37
95.0733	205.76	0.2376	1.04418	1.12
96.2679	261.26	0.1980	1.03437	1.42
98.7525	306.84	0.1980	1.01489	1.67

No	Ref. Code	Score	Nama Senyawa	Displ. (°2θ)	Scale Factor	Rumus Kimia
1	00-033-1161	75	Silicon Oxide (Kuarsa)	0.000	0.721	SiO ₂
2	00-012-0212	26	Carbon	0.000	0.088	C

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU
NOMOR : 0562/KPTS/FT-UIR/SI/2025
TENTANG PENGANGKATAN TIM PEMBIMBING SKRIPSI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Menimbang :

1. Bahwa untuk menyelesaikan perkuliahan bagi mahasiswa Fakultas Teknik perlu membuat Skripsi.
2. Untuk itu perlu ditunjuk Tim Pembimbing penelitian dan penyusunan Skripsi yang diangkat dengan Surat Keputusan Dekan

Mengingat :

1. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi
6. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018
7. Peraturan Universitas Islam Riau Nomor 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

1. Mengangkat saudara-saudara yang namanya tersebut dibawah ini sebagai Tim Pembimbing Penelitian & penyusunan Skripsi Mahasiswa/i Fakultas Teknik Program Studi Teknik Geologi

No	Nama	Pangkat	Jabatan
1.	Prof. Ir. HUSNUL KAUSARIAN, Ph.D.	Guru Besar	Pembimbing

2. Mahasiswa yang akan dibimbing :

Nama : Daffa Akhillah
NPM : 213610128
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : ANALISIS SEBARAN DAN IDENTIFIKASI PASIR SILIKA MENGGUNAKAN METODE XRD (X-Ray Diffraction) DAN REMOTE SENSING PADA DAERAH PULAU HALANG BAGIAN UTARA KABUPATEN ROKAN HILIR PROVINSI RIAU

3. Keputusan ini berlaku pada tanggal ditetapkannya dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan dikemudian hari segera ditinjau kembali.

Ditetapkan di : Pekanbaru
Pada tanggal : 07 Oktober 2025
Dekan,



Dr. KURNIA HASTUTI, S.T., M.T.
NIDN. 990502281



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

الجامعة الإسلامية الرياوية

F.A.3.20.FT

Alamat : Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Marpoan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 67474 Fax. +62761 674834 Email: teknik@uir.ac.id Website: www.uir.ac.id

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Daffa Akhillah
Dosen Pembimbing	:	Prof. Ir. HUSNUL KAUSARIAN, Ph.D.
NPM	:	213610128
Program Studi	:	Teknik Geologi
Judul Kerja Praktek	:	ANALISIS SEBARAN DAN IDENTIFIKASI PASIR SILIKA MENGGUNAKAN METODE XRD (X-Ray Diffraction) DAN REMOTE SENSING PADA DAERAH PULAU HALANG BAGIAN UTARA KABUPATEN ROKAN HILIR PROVINSI RIAU

No	Hari/ Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Hasil/ Saran Bimbingan	Keterangan
1.	04 September 2025	Penjelasan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan masalah. Diskusi literatur awal dan relevansi topik.	Perbaiki rumusan masalah agar lebih spesifik; tambahkan 5 referensi terkini (tahun terakhir 5 tahun).	Sudah ditandatangani
2.	17 September 2025	Penyusunan struktur tinjauan pustaka, identifikasi teori utama, dan gap riset. Menentukan sumber data dan studi pendukung	Lengkapi tinjauan pustaka; susun ringkasan tiap sumber dan jelaskan hubungannya dengan penelitian. Tambahkan diagram kerangka konseptual.	Sudah ditandatangani
3.	04 November 2025	Metodologi Penelitian	Metode penelitian (kuantitatif / kualitatif / mixed), populasi & sampel, teknik sampling, instrumen pengumpulan data, dan teknik analisis data. Rencana jadwal lapangan / pengolahan data.	Sudah ditandatangani
4.	14 Oktober 2025	Finalisasi Draft Proposal & Pengajuan Semprom	Perbaiki format sesuai template, perbaiki struktur Bab II/III sesuai masukan, siapkan lampiran (instrumen) untuk pengajuan semprom.	Sudah ditandatangani
5.	15 Januari 2026	Review Kembali Proposal	Perbaiki penulisan, Perbaiki Peta	Sudah ditandatangani

No	Hari/ Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Hasil/ Saran Bimbingan	Keterangan
6.	23 Februari 2026	Grafik XRD	Perjelas Grarfik dan Gabungkan ke 3 grafik menjadi satu	Sudah ditandatangani
7.	24 Februari 2026	BAB 4	Melakukan perbaikan Hasil Analisis	Sudah ditandatangani
8.	26 Februari 2026	Penulisan Kutipan	Memperbaiki penulisan kutipan dan Daftar Pustaka	Sudah ditandatangani
9.	28 Februari 2026	Referensi	menambah referensi jurnal >25	Sudah ditandatangani
10.	02 Maret 2026	Sari dan Abstrak	Membuat dan memperbaiki sari	Sudah ditandatangani

Pekanbaru, 27 Oktober 2025
Ketua Program Studi Teknik Geologi,



BUDI PRAYITNO, S.T., M.T.



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

الْجَامِعَةُ الْإِسْلَامِيَّةُ الرِّيَاضِيَّة

Alamat: Jalan Kahrudin Nasution No.113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 674674 Email: fakultas_teknik@uir.ac.id Website: www.eng.uir.ac.id

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR PROPOSAL

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru, tanggal 13 November 2025, Nomor: 0146/KPTS/FT-UIR/2025, maka pada hari Rabu, 12 November 2025, telah dilaksanakan Ujian Seminar Proposal Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Jenjang Studi S1, Tahun Akademik 2025/2026 berikut ini.

Nama : Daffa Akhillah
NPM : 213610128
Judul Skripsi : ANALISIS SEBARAN DAN IDENTIFIKASI PASIR SILIKA MENGGUNAKAN METODE XRD (X-Ray Diffraction) DAN REMOTE SENSING PADA DAERAH PULAU HALANG BAGIAN UTARA KABUPATEN ROKAN HILIR PROVINSI RIAU
Waktu Ujian : 12 November 2025
Tempat Pelaksanaan Ujian : Ruang Sidang Prodi Teknik Geologi UIR

Dengan keputusan Hasil Ujian Skripsi:
Lulus*/ Lulus dengan Perbaikan*/ Tidak Lulus*
* Coret yang tidak perlu.

Nilai Ujian:
Nilai Ujian Angka = 78 Nilai Huruf = A-

Tim Penguji Skripsi.

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Prof. Ir. HUSNUL KAUSARIAN, Ph.D.	Ketua	1.
2.	CATUR CAHYANINGSIH, B.Sc(Hons)., M.Sc.	Anggota	2.
3.	Dr. Ir. YOLLY ADRIATI, S.T., M.T.	Anggota	3.

Panitia Ujian

Ketua,



Prof. Ir. HUSNUL KAUSARIAN, Ph.D.
NIDN. 1014028602

Pekanbaru 13 November 2025
Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. KURNIA HASTUTI, S.T., M.T.
NIDN. 990502281

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU
NOMOR : 1572/KPTS/FT-UIR/PS/2025
TENTANG PENGANGKATAN TIM PENGUJI SKRIPSI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Menimbang :

1. Bahwa untuk menyelesaikan studi S.1 bagi mahasiswa Fakultas Teknik Univ. Islam Riau dilaksanakan Ujian Skripsi/Komprehensif sebagai tugas akhir. Untuk itu perlu ditetapkan mahasiswa yang telah memenuhi syarat untuk ujian dimaksud serta dosen penguji.
2. Bahwa penetapan mahasiswa yang memenuhi syarat dan dosen penguji yang bersangkutan perlu ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.

Mengingat :

1. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi
6. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018
7. Peraturan Universitas Islam Riau Nomor 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

1. Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang tersebut namanya di bawah ini :

Nama : Daffa Akhillah
NPM : 213610128
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : ANALISIS SEBARAN DAN IDENTIFIKASI PASIR SILIKA MENGGUNAKAN METODE XRD (X-Ray Diffraction) DAN REMOTE SENSING PADA DAERAH PULAU HALANG BAGIAN UTARA KABUPATEN ROKAN HILIR PROVINSI RIAU

2. Penguji Seminar Proposal dan Sidang Skripsi mahasiswa tersebut terdiri dari :

Prof. Ir. HUSNUL KAUSARIAN, Ph.D.	Sebagai Ketua Merangkap Penguji
CATUR CAHYANINGSIH, B.Sc(Hons)., M.Sc.	Sebagai Anggota Merangkap Penguji
Dr. Ir. YOLLY ADRIATI, S.T., M.T.	Sebagai Anggota Merangkap Penguji

3. Laporan hasil ujian serta berita acara telah sampai kepada Pimpinan Fakultas selambat-lambatnya 1(satu) bulan setelah ujian dilaksanakan.

4. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkannya dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan dikemudian hari segera ditinjau kembali.

KUTIPAN : Disampaikan kepada yang bersangkutan untuk dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Ditetapkan di : Pekanbaru
Pada tanggal : 12 November 2025

Dekan,



Dr. KURNIA HASTUTI, S.T., M.T.
NIDN. 990502281



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

الْجَامِعَةُ الْإِسْلَامِيَّةُ الرَّيَوِيَّةُ

Alamat: Jalan Kahrudin Nasution No.113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 674674 Email: fakultas_teknik@uir.ac.id Website: www.eng.uir.ac.id

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru, tanggal 17 April 2026, Nomor: 0062/KPTS/FT-UIR/2026, maka pada hari Jumat, 17 April 2026, telah dilaksanakan Ujian Sidang Akhir Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Jenjang Studi S1, Tahun Akademik 2025/2026 berikut ini.

Nama : Daffa Akhillah
NPM : 213610128
Judul Skripsi : ANALISIS SEBARAN DAN IDENTIFIKASI PASIR SILIKA MENGGUNAKAN METODE XRD (X-Ray Diffraction) DAN REMOTE SENSING PADA DAERAH PULAU HALANG BAGIAN UTARA KABUPATEN ROKAN HILIR PROVINSI RIAU
Waktu Ujian : Jumat, 17 April 2026
Tempat Pelaksanaan Ujian : Ruang Sidang Prodi Teknik Geologi UIR

Dengan keputusan Hasil Ujian Skripsi:
Lulus*/ Lulus dengan Perbaikan*/ Tidak Lulus*
* Coret yang tidak perlu.

Nilai Ujian:
Nilai Ujian Angka = 78 Nilai Huruf = A-

Tim Penguji Skripsi.

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Prof. Ir. HUSNUL KAUSARIAN, Ph.D.	Ketua	1.
2.	CATUR CAHYANINGSIH, B.Sc(Hons)., M.Sc.	Anggota	2.
3.	Dr. Ir. YOLLY ADRIATI, S.T., M.T.	Anggota	3.

Panitia Ujian

Ketua,



Prof. Ir. HUSNUL KAUSARIAN, Ph.D.
NIDN. 1014028602

Pekanbaru 21 April 2026

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. KURNIA HASTUTI, S.T., M.T.
NIDN. 990502281



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

الْجَامِعَةُ الْإِسْلَامِيَّةُ الرَّيُّوْنِيَّةُ

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No.113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 674674 Email: fakultas_teknik@uir.ac.id Website: www.eng.uir.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

Nomor: 069/A-UIR/5-FT/2026

Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menerangkan bahwa Mahasiswa/i dengan identitas berikut:

Nama	: Daffa Akhillah
NPM	: 213610128
Program Studi	: Teknik Geologi
Jenjang Pendidikan	: Strata Satu (S1)
Judul Skripsi TA	: ANALISIS SEBARAN DAN POTENSI PASIR SILIKA DI PULAU HALANG BAGIAN UTARA, MENGGUNAKAN METODE XRD DAN PENGINDERAAN JAUH, KABUPATEN ROKAN HILIR, PROVINSI RIAU

Dinyatakan Bebas Plagiat, berdasarkan hasil pengecekan pada Turnitin menunjukkan angka **Similarity Index < 30%** sesuai dengan peraturan Universitas Islam Riau yang berlaku.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Geologi

Budi Prayitno, S.T., M.T.

Pekanbaru, 2 March 2026 M

13 Romadhōn 1447 H

Staff Pemeriksa

Syatra Safira Anjani, S.Pd