

Rekomendasi Pemanfaatan Pasir Kuarsa Desa Latsari, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban, Jawa Timur Berdasarkan Karakteristiknya

Angelia Verdianti Rizky Gunawan¹⁾, Yunanto Budi Prasetyo¹⁾, Andre Olihta Berutu¹⁾, Muhammad Aliga Qudaifi¹⁾, Salfira Salsabila¹⁾, Anastasia Dewi Titisari²⁾

¹⁾Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²⁾Dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Corresponding Author: Anastasia Dewi Titisari (Email: adewititisari@ugm.ac.id)

Abstract

Quartz sand is an industrial mineral in high demand. Indonesia must maximize this opportunity, as the potential of silica sand is vast, particularly in Latsari Village, Bancar District, Tuban Regency, East Java. Analyzing the characteristics of quartz sand is crucial to determine its potential uses. In this study, six quartz sand samples were collected and analyzed for grain morphology, size distribution, and geochemical composition to evaluate their characteristics and suitability to be used according to standard specifications. The quartz sand's average grain size is classified as medium sand (0.25-0.5 mm) and has a subangular shape, which means nearby its source rock. Geochemically, quartz sand in research area consists mostly of silica oxides (63.37%-92.09%) and smaller amounts of iron oxides (1.02% - 10.74%), and aluminium oxides (4.67% - 25.47%), which negatively correlate with silica content. Based on its silica and oxide content, the use of quartz sand in the research area is recommended for producing refractory bricks for the casting industry with notes sample need purification process to remove impurities and increase silica content.

Keywords: *Geochemistry, Ngrayong Formation, purification, quartz sand, utilization.*

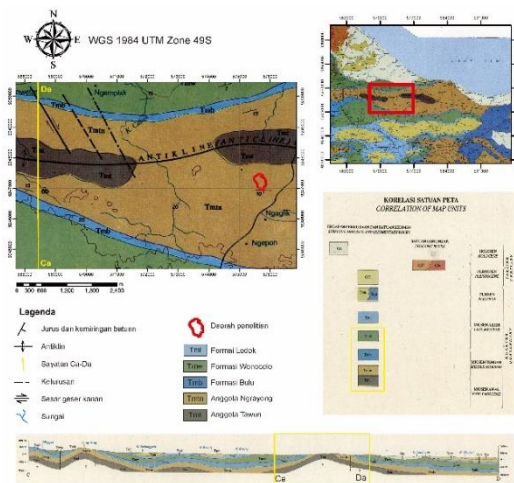
1. Pendahuluan

Pasir kuarsa merupakan salah satu mineral industri yang semakin diminati dalam sektor pertambangan Indonesia. Popularitasnya meningkat karena pasir kuarsa tergolong sebagai mineral kritis yang memiliki peran strategis dalam berbagai sektor industri (Kepmen ESDM, 2023). Menurut Suhala dan Arifin (1997) pasir kuarsa dapat digunakan dalam industri gelas dan kaca, industri semen, lantai, keramik, *fero-silicon*, *silicon carbide*, serta bahan abrasif (ampelas dan *sand blasting*) sebagai bahan baku utama. Selain itu, pasir kuarsa juga digunakan sebagai bahan baku tambahan untuk pengecoran logam, industri perminyakan dan pertambangan, bahan tahan api, dan industri lainnya. Pada

kemurnian yang lebih tinggi, pasir kuarsa digunakan dalam industri teknologi tinggi sebagai bahan utama semikonduktor dan teknologi *photovoltaic* (PV) sebagai bahan utama panel surya.

Indonesia memiliki potensi sumber daya pasir silika yang besar mencapai 25 miliar ton dengan jumlah cadangan mencapai 330 juta ton (Kementerian ESDM, 2022). Cadangan pasir silika diketahui tersebar di berbagai daerah seperti Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Lampung, Bangka Belitung, Sumatera Barat, Kepulauan Riau Jawa Timur, dan Jawa Tengah.

Salah satu daerah yang memiliki prospek tinggi terkait pasir kuarsa di Provinsi Jawa Timur adalah Desa Latsari, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban. Wilayah ini termasuk dalam Peta Geologi Lembar Jatirogo bagian utara (Situmorang dkk., 1992). Berdasarkan peta geologi regional, daerah Bancar terdiri atas empat formasi (Gambar 1) yang tersusun dari yang tertua hingga termuda, yaitu Anggota Tawun, Anggota Ngrayong, Formasi Bulu, dan Formasi Wonocolo. Anggota Ngrayong merupakan bagian dari Formasi Tuban yang tersusun atas batupasir kuarsa yang berselingan dengan batugamping dan batulempung, serta mengandung serpih, batulanau, dan sesekali sisipan lignit.



Gambar 1. Daerah penelitian pada Peta Geologi Regional Lembar Jatirogo (Situmorang dkk., 1992)

Batupasir kuarsa pada Anggota Ngrayong menjadi objek utama penelitian ini karena mencakup seluruh area penelitian. Batupasir kuarsa ini berada pada sayap antiklin dengan sumbu lipatan utara-selatan yang memotong Anggota Ngrayong dan Formasi Tawun.

Pasir kuarsa pada daerah penelitian ditemukan dalam jumlah besar, yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai bahan campuran pembuatan semen. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Fitono (2017), didapatkan bahwa pasir kuarsa di daerah ini memiliki kelimpahan 94 – 95% pada kenampakan petrografis dan 98,23% pada analisis XRF, di mana

presentase tersebut direkomendasikan dalam industri pengecoran, bata tahan api, industri keramik, industri semen, serta industri *flat glass* apabila dilakukan pemurnian.

Karakteristik dan tingkat kemurnian pasir kuarsa dapat menentukan pemanfaatannya sebagai material industri. Pada karakteristik dan tingkat kemurnian yang berbeda akan mempengaruhi perbedaan dalam pemanfaatannya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis karakteristik dan kemurnian pasir kuarsa di daerah penelitian sehingga dapat memaksimalkan pemanfaatannya.

Penelitian ini dilakukan pada area kaveling seluas 12,85 Ha dengan enam titik stasiun pengamatan yang tersebar merata. Sampel diambil menggunakan metode *grab sampling* dengan mempertimbangkan variasi litologi yang ada. Analisis laboratorium mencakup *sieving* untuk menentukan distribusi dan morfologi butir, serta XRF dan LOI untuk mengidentifikasi komposisi geokimia. Hasil dari ketiga analisis ini akan digunakan untuk menentukan karakteristik pasir kuarsa di daerah penelitian dan mencocokkannya dengan spesifikasi industri yang memanfaatkan pasir kuarsa.

2. Fundamental

Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa, yang dikenal juga sebagai pasir putih, terbentuk dari pelapukan batuan yang kaya akan kuarsa dan feldspar sebagai mineral utama (Suhala & Arifin, 2007). Proses pelapukan ini menghasilkan butiran yang kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin hingga terendapkan di daerah seperti tepi sungai, danau, atau laut. Pasir kuarsa tergolong sedimen klastik yang umumnya ditemukan dalam kondisi lepas di permukaan dengan warna yang bervariasi dari putih kekuningan hingga putih. Ukurannya berkisar dari butiran halus hingga kasar, dengan kemungkinan adanya butiran kerikil di lapisan yang lebih dalam. Mineral kuarsa merupakan mineral utama pasir kuarsa, dengan sejumlah kecil mineral lain seperti feldspar, mineral logam, mika, dan

fragmen batuan (Permadi, 1992 dalam Alam, 2008).

Karakteristik Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa merupakan bahan tambang yang tersusun dari kristal silika (SiO_2) dan umumnya mengandung sejumlah senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pengotor ini biasanya terdiri dari oksida besi, oksida kalsium, oksida alkali, oksida magnesium, serta partikel lempung dan zat organik hasil pelapukan sisa makhluk hidup, baik hewan maupun tumbuhan (Suhala & Arifin, 1997). Penelitian yang dilakukan oleh Suhala dan Arifin (1997) menunjukkan bahwa pasir kuarsa di Indonesia memiliki komposisi khas yang bervariasi tergantung pada lokasi serta proses geologis yang membentuk depositnya. Namun, secara umum, pasir kuarsa di Indonesia mengandung silika (SiO_2) dengan konsentrasi antara 55,30% hingga 99,87%, serta kandungan oksida lainnya seperti Fe_2O_3 , TiO_2 , dan Al_2O_3 masing-masing berkisar antara 0,01% – 9,14%; 0,01% – 9,14%; dan 0,01% – 18,00% (Suhala & Arifin, 1997).

Konsentrasi tiga unsur oksida utama, yaitu silika, alumina, serta oksida alkali bersama dengan oksida besi dan magnesium dapat digunakan sebagai dasar klasifikasi batupasir (Lindsey, 2013). Batupasir dengan kandungan alkali yang tinggi, seperti Na_2O dan K_2O , cenderung bersifat *immature*, sebagaimana ditemukan pada arkose dan greywackes. Rasio $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ dipengaruhi oleh batuan asal (*provenance*) dan proses diagenesis, yang mencerminkan kelimpahan mineral plagioklas dan K-feldspar (Lindsey, 2013). Sementara itu, akumulasi oksida besi (Fe_2O_3) dan MgO bergantung pada sumber mineral serta proses pengumpulan dan pengawetan detritus ferromagnesium dan mineral besi, seperti amfibol, mika, ilmenit, magnetit, serta hasil alterasinya, termasuk klorit, hematit, dan mineral lempung. Kelimpahan detritus ferromagnesium yang tinggi menunjukkan dominasi mineral ini dalam batuan asal, yang dapat meningkat akibat sortasi oleh air atau menurun karena

pelapukan kimia dan oksidasi selama diagenesis (Lindsey, 2013).

Silika (SiO_2) merupakan komponen utama dalam berbagai mineral industri, termasuk pasir kuarsa dan granit. Silika dapat terbentuk secara alami atau diproduksi dengan memanaskan kuarsa pada suhu 870°C , yang menghasilkan kristobalit. Selain itu, silika amorf yang tidak memiliki struktur kristal dapat diperoleh dengan memanaskan silikon dalam atmosfer oksigen pada suhu tinggi (Iler, 1979). Silika umumnya mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pengotor ini dapat dihilangkan melalui pencucian, pemisahan, dan pengeringan untuk menghasilkan pasir silika berkualitas tinggi, yang dikenal sebagai pasir silika.

Tekstur Sedimen

Tekstur sedimen merupakan karakteristik fisik butiran sedimen yang mencakup ukuran butir, bentuk butir, dan tingkat pemilahan (*sorting*), yang mencerminkan proses transportasi dan pengendapannya (Folk, 1974). Tekstur ini berperan penting dalam mengidentifikasi lingkungan pengendapan serta sejarah geologi suatu sedimen













Ukuran partikel sedimen sangat bervariasi, mulai dari skala mikron hingga beberapa meter (Friedman & Sanders, 1978; Surjono dkk., 2010). Pengukuran butiran sedimen dalam suatu endapan dilakukan menggunakan metode tertentu untuk menganalisis distribusi partikel, sehingga dapat diperoleh data yang akurat mengenai proses geologi yang mempengaruhinya. Secara umum, klasifikasi ukuran butir sedimen mencakup kategori dari yang paling halus, yaitu lempung (*clay*), hingga yang terbesar, yaitu bongkah (*boulder*). Untuk analisis yang lebih rinci, digunakan skala Udden-Wentworth, sebuah sistem klasifikasi ukuran butir yang pertama kali diperkenalkan oleh Udden pada tahun 1898 dan disempurnakan oleh Wentworth pada tahun 1922. Skala ini berbasis logaritmik dan dihitung menggunakan rumus:

$$\phi = -\log 2 d \quad (1)$$

di mana, d adalah ukuran butir dalam milimeter (Friedman & Sanders, 1978; Blatt dkk., 1980; Surjono dkk., 2010).

Menurut Surjono dkk. (2010), *sphericity* (derajat kebolaan) mengacu pada seberapa mirip bentuk suatu butiran dengan bola. Semakin mendekati bentuk bola, semakin tinggi nilai *sphericity*-nya. Untuk mempermudah klasifikasi, *sphericity* butiran dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu *very elongate* (<0.60), *elongate* (0.60 – 0.63), *subelongate* (0.63 – 0.66), *intermediate shape* (0.66 – 0.69), *subequant* (0.69 – 0.72), *equant* (0.72 – 0.75), dan *very equant* (>0.75).

Roundness (derajat kebundaran) mengacu pada karakteristik morfologi butiran yang berkaitan dengan tingkat kehalusan atau ketajaman sudut serta pinggiran partikel sedimen klastik (Surjono dkk., 2010). Klasifikasi bentuk butir yang meliputi *sphericity* dan *roundness* divisualisasikan oleh Pettijohn (1987) pada Gambar 2.

	Well rounded	Rounded	Sub-rounded	Subangular	Angular	Very angular
Low sphericity						
High sphericity						

Gambar 2. Tabulasi morfologi butir sedimen (Pettijohn, 1987)

3. Metodologi

Penelitian dilakukan menggunakan data primer berupa data sampel pasir kuarsa dari daerah Lasari, Kabupaten Tuban yang berjumlah 6 sampel (Gambar 3). Keenam sampel tersebut dipilih berdasarkan keterwakilan daerah penelitian dan kualitas sampel. Analisis data menggunakan analisis bentuk butir, distribusi ukuran butir, dan *X-ray fluorescence* (XRF).

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu pengumpulan data, analisis dan interpretasi data, serta penyusunan hasil penelitian. Pada tahap pengumpulan data, dilakukan preparasi sampel untuk analisis morfologi butir, distribusi ukuran butir, dan XRF. Untuk analisis distribusi ukuran butir, setiap titik disiapkan sampel pasir kuarsa sebanyak 300 gram, yang kemudian digunakan juga untuk analisis morfologi butir pada fraksi ukuran butir 40 mesh dan 60 mesh. Sementara itu, sampel untuk analisis XRF berjumlah 12 gram, yang sebelumnya telah dihaluskan menggunakan alu dan mortar hingga lolos pada ukuran mesh 200. Analisis LOI dilakukan untuk menghilangkan kandungan air dan material organik dalam sampel dengan pemanasan pada suhu 550°C selama 3 jam.



Gambar 3. Kenampakan fisik pasir sampel kuarsa daerah penelitian; ASR02 (a) ASR03 (b) ASR12 (c) ASR13 (d) ASR14 (e) ASR24 (f)

Tahap analisis data mencakup analisis morfologi butir menggunakan mikroskop binokuler untuk mengamati bentuk butir pasir kuarsa pada fraksi 40 mesh dan 60 mesh. Hasil pengamatan kemudian diolah dan diklasifikasikan berdasarkan tabulasi morfologi butir sedimen menurut Pettijohn (1987) (Gambar 2). Selanjutnya, dilakukan analisis distribusi ukuran butir dengan menyusun histogram sebaran ukuran butir pada tiap sampel guna menentukan ukuran butir yang dominan.

Analisis geokimia pada penelitian ini, dilakukan melalui uji XRF dan LOI, di mana hasil XRF selanjutnya diolah menggunakan diagram harker untuk menganalisis hubungan antar unsur geokimia dalam sampel pasir kuarsa.

Untuk mengetahui pemanfaatan pasir kuarsa sebagai bahan material industri, digunakan spesifikasi tertentu sebagai acuan syarat kelayakan material. Suhala dan Arifin (1997) menentukan syarat spesifikasi pasir kuarsa yang dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi pemanfaatan pasir kuarsa (Suhala dan Arifin, 1997)

Spesifikasi	Kaca panasap (a)	Bata tahan api (b)	Pengecoran (c)	Table ware (d)	Ubin (e)
	PT IGLAS, 1992	PPTM, 1991	PPTM, 1991	Suhala dan Arifin, 1997	Suhala dan Arifin, 1997
Komposisi Kimia					
SiO ₂	97,56%	>95%	>90%	>98%	>98%
Fe ₂ O ₃	0,20%	-	<1.5%	Jejak	-
Al ₂ O ₃	0,68%	>1%	-	<1%	<0.5%
CaO	0,15%	-	-	Jejak	<0.2%
MgO	0,02%	-	-	Jejak	-
Na ₂ O	-	-	-	>1%	-
K ₂ O	-	<0.3%	-	<1%	-
TiO ₂	-	<0.3%	-	-	-
Distribusi ukuran butir (+20 -200 mesh)					
Kasar	-	3.35 – 0.50 mm	35%	-	-
Sedang	-	0.50 – 0.18 mm	30%	-	-
Halus	-	<0.18 mm	35%	-	-
Bentuk butir	-	Agak bersudut	Sub-angular	-	-

4. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Pasir Kuarsa

Batupasir kuarsa yang ditemukan di Desa Latsari, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban, Jawa Timur termasuk dalam Formasi Ngrayong. Pada kenampakan lapangan, batupasir kuarsa yang ditemukan berwarna putih kecoklatan dengan struktur sedimen berupa perlapisan dengan strike bernilai N 93° E dengan dip 9 - 12° S (Gambar 4).

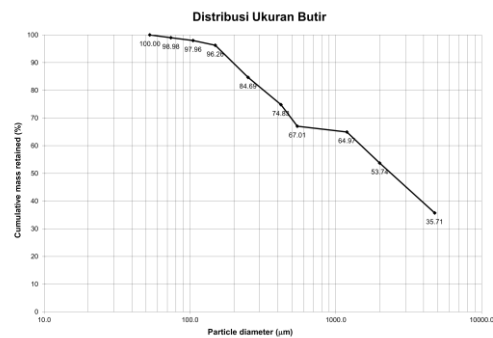
Sampel pasir kuarsa pada daerah penelitian memiliki kenampakan fisik beragam, yaitu berwarna putih hingga coklat kemerahan dan ukuran butir pasir kasar hingga lempung. Selain kenampakan secara

fisik, karakteristik lain pasir kuarsa meliputi distribusi ukuran butir, morfologi butir dan kandungan geokimia.



Gambar 4. Foto singkapan yang menunjukkan strike dan dip N 93° E/9-12° S, secara berurutan dari atas lapisan tersusun atas top soil, batulempung, dan batupasir kuarsa.

Berdasarkan grafik distribusi kumulatif ukuran butir, terlihat ukuran butir didominasi oleh butiran dengan ukuran lebih dari -1,0 Φ (> 2 mm) atau berukuran *granule* menurut klasifikasi Wentworth (1922) dengan persentase sebesar 53,74%. (Gambar 5). Sebaran butiran berukuran *gravel* terkonsentrasi pada sampel ASR03 dan ASR24 dengan persentase masing-masing 44,6% dan 53,7%.

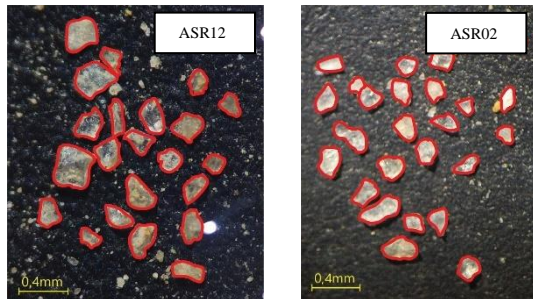


Gambar 5. Grafik distribusi ukuran butir (phi) kumulatif

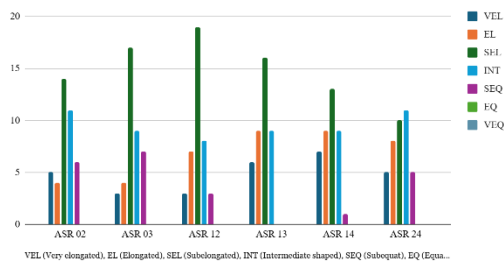
Mengacu pada klasifikasi distribusi ukuran butir menurut Folk dan Ward (1957) dalam Bolt dan Pye (2001), sampel memiliki nilai *mean* - 0,107 - 1,502 (*very coarse - medium sand*), nilai *sorting* 0,902 - 1,731 (*moderate - poorly sorted*), nilai

skewness - 0,460 - 1,402 (*very coarse - very fine skewed*), dan nilai kurtosis 0,375 - 2,291 (*very platykurtic - very leptokurtic*). Hasil analisis distribusi ukuran butir tersebut menunjukkan bahwa partikel kuarsa tidak terendapkan jauh dari sumbernya dengan indikasi *mean* distribusi ukuran butir menunjukkan ukuran partikel yang cukup kasar.

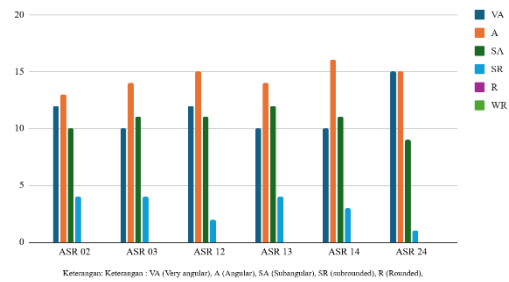
Berdasarkan hasil analisis morfologi butir pada sampel pasir kuarsa (Gambar 6), yang disajikan melalui diagram batang dapat dilihat bahwa pasir kuarsa pada daerah penelitian memiliki derajat kebolaan (*sphericity*) yang dominan sub-*elongate* (Gambar 7) dan derajat kebundaran (*roundness*) yang dominan *angular* (Gambar 8). Pasir kuarsa yang memiliki derajat kebolaan sub-*elongate* dan derajat kebundaran *angular* dapat mengindikasikan bahwa partikel penyusun batuan ini tidak tertransportasi jauh dari batuan asal.



Gambar 6. Bentuk butir sampel pasir kuarsa daerah penelitian pada ukuran 60 mesh yang dominan sub-*elongate* dan *angular*



Gambar 7. Diagram batang *sphericity* pasir kuarsa daerah penelitian



Gambar 8. Diagram batang *roundness* pasir kuarsa daerah penelitian

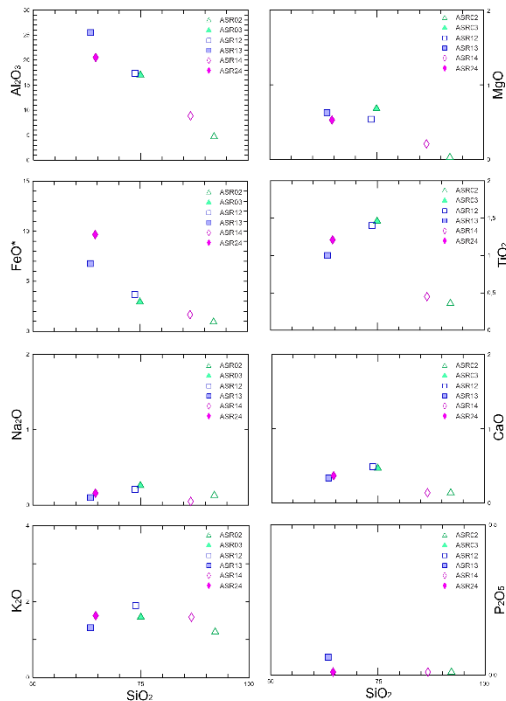
Hasil analisis XRF pada Tabel 2. yang menunjukkan kandungan geokimia pasir kuarsa daerah penelitian, selanjutnya divisualisasikan menggunakan diagram harker untuk mengetahui tren yang terbentuk (Gambar 9).

Tabel 2. Kandungan geokimia pasir kuarsa daerah penelitian dari analisis XRF

Elemen	Konsentrasi (%)						Rata-rata
	ASR02	ASR03	ASR12	ASR13	ASR14	ASR24	
SiO ₂	92,09	74,95	73,73	63,37	86,62	64,53	75,88
Al ₂ O ₃	4,67	17,01	17,32	25,47	8,85	20,52	15,64
Fe ₂ O ₃	1,02	3,24	4,10	7,52	1,85	10,74	4,74
K ₂ O	1,20	1,59	1,90	1,31	1,59	1,63	1,53
TiO ₂	0,36	1,46	1,40	1,00	0,45	1,21	0,98
MgO	0,03	0,68	0,54	0,63	0,21	0,53	0,44
CaO	0,14	0,47	0,49	0,34	0,14	0,37	0,33
Na ₂ O	0,13	0,26	0,21	0,10	0,05	0,16	0,15
P ₂ O ₅	0,01	0,00	0,00	0,06	0,01	0,01	0,02
MnO	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02
LOI	0,62	3,51	2,70	3,45	2,20	3,49	2,66
TOTAL	100,3	103,2	102,4	103,2	101,9	103,2	102,40

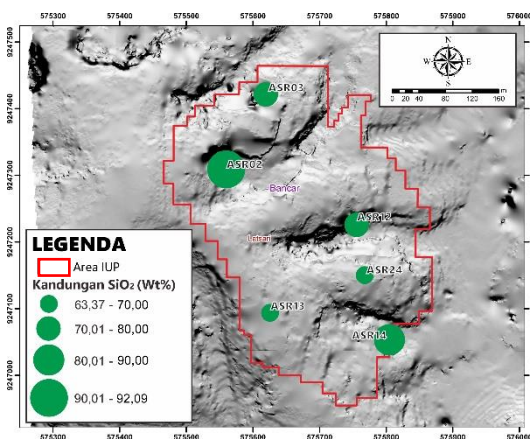
*warna merah menandakan konsentrasi yang paling tinggi dari keenam sampel

Pada diagram hubungan SiO₂ terhadap FeO dan Al₂O₃ menunjukkan tren dengan korelasi negatif yang kuat, dimana seiring meningkatnya kadar SiO₂ maka kadar FeO dan Al₂O₃ semakin menurun dengan signifikan. Sebaliknya, pada diagram SiO₂ terhadap TiO₂ dan diagram SiO₂ terhadap MgO menunjukkan korelasi positif, dimana seiring meningkatnya SiO₂ maka TiO₂ dan MgO juga meningkat. Namun, pada diagram SiO₂ terhadap TiO₂ korelasi yang terjadi lebih kuat dibandingkan pada diagram SiO₂ terhadap MgO. Selanjutnya, pada diagram SiO₂ terhadap Na₂O, CaO, K₂O, dan P₂O₅ tidak menunjukkan tren apa pun, yang artinya tidak ada korelasi antara unsur-unsur mayor tersebut.

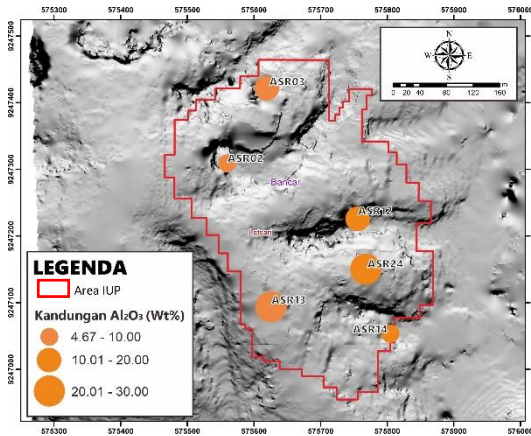


Gambar 9. Diagram harker hubungan kandungan geokimia pasir kuarsa daerah penelitian

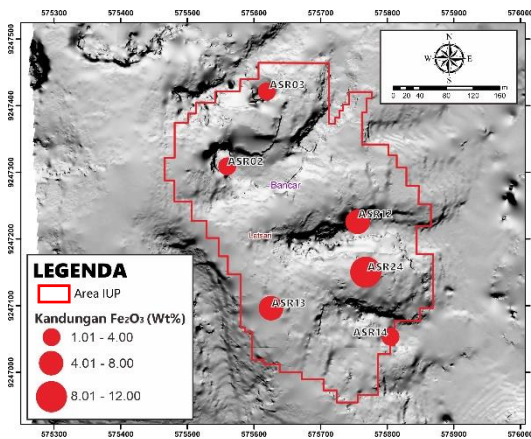
Konsentrasi oksida mayor pada setiap titik lokasi pengambilan sampel di daerah penelitian, kemudian divisualisasikan dalam peta pada Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12, di mana konsentrasi SiO₂ tertinggi terdapat pada sampel yang berlokasi di bagian barat laut. Sedangkan konsentrasi SiO₂ terendah terdapat di bagian barat daya daerah penelitian dengan konsentrasi Al₂O₃ dan Fe₂O₃ tinggi, sehingga Al₂O₃ dan Fe₂O₃ memiliki korelasi yang negatif sesuai dengan hasil *plotting* pada diagram harker (Gambar 9).



Gambar 10. Peta konsentrasi SiO₂ pada titik lokasi pengambilan sampel



Gambar 11. Peta konsentrasi Al₂O₃ pada titik lokasi pengambilan sampel



Gambar 12. Peta konsentrasi Fe₂O₃ pada titik lokasi pengambilan sampel

Rekomendasi Pemanfaatan Pasir Kuarsa

Berdasarkan analisis geokimia XRF yang telah dilakukan pada keenam sampel pasir kuarsa Desa Latsari, didapatkan hasil kandungan oksida mayor pada Tabel 2. di mana kandungan oksida mayornya didominasi oleh silika sebesar 63,37% hingga 92,09%, kemudian aluminium oksida sebesar 4,67% hingga 25,47%, dan oksida besi sebesar 1,02% hingga 10,74%.

Pemanfaatan pasir kuarsa didasarkan pada beberapa spesifikasi yang memenuhi syarat produk dalam industri (Tabel 3). Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa sebagian besar spesifikasi pasir kuarsa membutuhkan kandungan SiO₂ di atas 90% dengan Al₂O₃ dan Fe₂O₃ rendah (<1%), sehingga sampel pasir kuarsa tidak dapat memenuhi keseluruhan syarat spesifikasi. Namun, yang

kecocokannya paling mendekati dapat dimanfaatkan sebagai kaca panasap (ASR02), bata tahan api (ASR02, ASR03, ASR13, ASR24), ubin (ASR02, ASR14), *tableware* (ASR03), dan pengecoran

(ASR12), dengan catatan perlu menaikkan kadar silika, mengurangi kadar Fe₂O₃ dan Al₂O₃, serta memperhalus ukuran butir pasir yang masih kasar.

Tabel 3. Spesifikasi pemanfaatan pasir kuarsa dan rekomendasi pemanfaatan pasir karsa yang sesuai

Spesifikasi	ASR02	ASR03	ASR12	ASR13	ASR14	ASR24
Komposisi Kimia (%)						
SiO ₂	92.09	74.95	73.73	63.37	86.62	64.85
Fe ₂ O ₃	1.02	3.24	4.1	7.52	1.85	10.74
Al ₂ O ₃	4.67	17.01	17.32	25.47	8.85	20.52
CaO	0.14	0.47	0.49	0.34	0.14	0.37
MgO	0.03	0.68	0.54	0.63	0.21	0.53
Na ₂ O	0.13	0.26	0.21	0.1	0.05	0.16
K ₂ O	1.20	1.59	1.90	1.31	1.59	1.63
TiO ₂	0.36	1.46	1.40	1.00	0.45	1.21
Distribusi Ukuran Butir (%)						
Kasar	11.45	55.10	40.54	37.50	24.24	67.01
Sedang	84.85	28.23	51.01	54.04	68.01	29.25
Halus	3.70	16.67	8.45	8.45	7.74	3.74
Bentuk Butir	a b c d e	a b c d e	a b c d e	a b c d e	a b c d e	a b c d e
Rekomendasi	o o o x o	x o o o x x	o o x x x o	o o x x x o	x o o x o	x o o x x

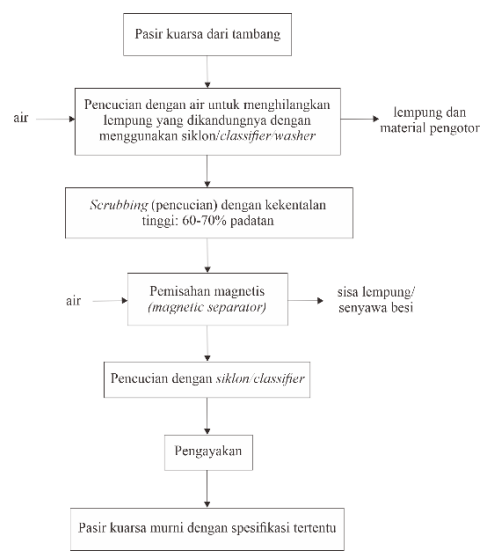
Keterangan:
 a Kaca panasap d *Tableware*
 b Bata tahan api e Ubin
 c Pengecoran
 : Memenuhi syarat O : Direkomendasikan
 : Tidak memenuhi syarat X : Tidak direkomendasikan

5. Diskusi

Pasir kuarsa pada daerah penelitian sebagian besar memiliki konsentrasi SiO₂ yang rendah, serta mengandung Fe₂O₃, Al₂O₃, dan oksida mayor lain sebagai pengotor yang relatif tinggi, sehingga dibutuhkan proses penghilangan pengotor untuk meningkatkan kandungan silika.

Metode untuk menghilangkan pengotor dapat dilakukan dengan separasi magnetik untuk mengurangi kadar Fe₂O₃ dan *leaching* untuk mengurangi material pengotor sisa, sehingga dapat menaikkan kandungan silika dan memenuhi spesifikasi pemanfaatan pasir kuarsa. Proses pemurnian dapat dilakukan seperti pada bagan alir pengolahan pasir kuarsa dari tambang hingga pasir kuarsa murni dengan spesifikasi

tertentu oleh Sukandarrumidi (2009) pada Gambar 13.



Gambar 13. Bagan alir pemurnian pasir kuarsa menurut Sukandarrumidi (2009)

Proses *leaching* dapat dilakukan dengan beberapa bahan pencuci seperti air, bahan asam atau basa sesuai dengan jenis material pengotor yang ingin dihilangkan. Pada pasir kuarsa, contoh bahan pencuci yang cukup efektif dalam pemurnian pasir kuarsa adalah asam oksalat. Menurut perbandingan bahan pencuci dari penelitian sebelumnya (Tabel 4), asam oksalat dapat menghasilkan kenaikan kandungan silika hingga 2%.

Tabel 4. Perbandingan kandungan silika sebelum dan setelah proses *leaching* dengan bahan pencuci berbeda

Peneliti	Bahan Pencuci	%Wt Silika Sebelum <i>Leaching</i>	%Wt Silika Setelah <i>Leaching</i>
Sulistiyono (2000)	Air	93.3	93.3
	HCl 0,3 N	93.3	95.3
Suratman (2015)	H ₂ C ₂ O ₄ 0,3 M	95.5	97.7
Othman (2022)	C ₆ H ₈ O ₇ 0,5 M	98.014	99.53

6. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Pasir kuarsa pada daerah penelitian memiliki ukuran butir dari $-1,0 \Phi$ (> 2 mm) dengan persentase sebesar 53,74%. Sebaran butiran berukuran *gravel* terkonsentrasi pada sampel ASR03 dan ASR24 dengan persentase masing-masing 44,6% dan 53,7%.
- Pasir kuarsa pada daerah penelitian memiliki morfologi butir *sphericity* dominan *sub-elongate* dan *roundness* dominan *angular* yang menunjukkan bahwa partikel kuarsa tidak terendapkan jauh dari sumbernya.
- Secara geokimia, komposisi pasir kuarsa pada daerah penelitian memiliki rentang nilai SiO₂ sebesar 63,37% hingga 92,09%, nilai Al₂O₃ sebesar 4,67% hingga 25,47%, dan

nilai Fe₂O₃ sebesar 1,02% hingga 10,74%.

- Secara umum pasir kuarsa pada daerah penelitian dapat dimanfaatkan dalam industri bata tahan api dan pengecoran dengan catatan perlu dilakukan pemurnian untuk mengurangi material pengotor dalam pasir kuarsa sehingga dapat menaikkan kadar silika.
- Proses pemurnian dapat dilakukan dengan metode separasi magnetik dan *leaching* menggunakan asam oksalat.

Daftar Pustaka

- Badan Geologi Kementerian ESDM, 2022, *Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Batubara, dan Panas Bumi Indonesia Tahun 2022*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, <https://geologi.esdm.go.id/storage/publikasi/ErGjn6rzXfj1Mp9ZQZOxTNNBhCRatBk1Vy5A0jOy.pdf>
- Blott, S. J., & Pye, K., 2001, Gradstat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments, *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), 1237–1248. <https://doi.org/10.1002/esp.261>
- Fitono, G. F., 2017, *Karakteristik dan genesa pasir kuarsa di Desa Belikanget, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban, Jawa Timur serta rekomendasi pemanfaatannya*, (Skripsi tidak dipublikasikan), Universitas Gadjah Mada.
- Folk, R.L. and Ward, W.C., 1957, A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26. <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Friedman, G.M. and Sanders, J.E., 1978, *Principles of Sedimentology*, Wiley, New York.
- Lindsey, D. A., 2013, *An evaluation of alternative chemical classifications of sandstones* (Open-File Report 99-346, electronic edition), U.S. Geological Survey.
- Iler, R. K., 1979, *The Chemistry of Silica: Solubility, Polymerization, Colloid and Surface Properties, and Biochemistry*.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2023, *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 296.K/MB.01/MEM.B/2023 tentang penetapan jenis komoditas yang tergolong dalam klasifikasi mineral kritis*, <https://jdih.esdm.go.id/index.php/web/result/2400/detail>

- Othman, R. N. R., Subramaniam, D. K., Ezani, N., Abdullah, M. F., & Ahmad, K. Z. K., 2022, The synergistic effects of hybrid micro and nano silica in influencing the mechanical properties of epoxy composites—A new model, *Polymers*, 14(19), 3969. <https://doi.org/10.3390/polym14193969>
- Permadi, B., 1992, AHP. Pusat Antar Universitas, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., & Siever, R., 1987, *Sand and sandstone* (2nd ed.), Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1066-5>
- Powers, M.C., 1953, A New Roundness Scale for Sedimentary Particles. *Journal of Sedimentary Petrology*, 23, 117-120. <https://doi.org/10.1306/D4269567-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- Situmorang, R. L., dkk., 1992, *Peta Geologi Lembar Jatirogo, Jawa* (skala 1:100.000, 1 lembar), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Suhala, S., & Arifin, M., 1997, *Bahan galian industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Sukandarrumidi, 2009, *Bahan galian industri* (Cetakan ketiga), Gadjah Mada University Press.
- Sulistiyono, E., & Herianto, E., 2000, Pencucian kuarsa dari Tuban menggunakan larutan HCl. *Jurnal Metalurgi*, 15(1), 25–30.
- Suratman, 2015, Penghilangan logam pengotor dari pasir kuarsa menggunakan asam oksalat (Removal of metallic impurities from quartz sand using oxalic acids), *Indonesian Mining Journal*, 18(3), 133–141.
- Surjono, S., Hartono, U., & Wibowo, A., 2010, *Sedimentologi: Proses dan Aplikasi* Penerbit Universitas Gadjah Mada
- Wentworth, C. K., 1922, A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5), 377–392. <http://www.jstor.org/stable/30063207>