

POTENSI DAN PEMANFAATAN PASIR PUTIH (PASIR KUARSA) SEBAGAI AGREGAT HALUS DALAM KONSTRUKSI BETON : TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS

Muhammad Rizan Adam (muhammadrizan@politala.ac.id)

Norminawati Dewi (norminadewi@politala.ac.id)

Hendra Putra Dipanegara (hendraputra@politala.ac.id)

ABSTRAK

Pasir putih atau pasir kuarsa merupakan material mineral berbutir halus dengan kandungan silika (SiO_2) tinggi yang memiliki karakteristik fisis dan kimia unggul untuk diaplikasikan pada konstruksi, khususnya sebagai agregat halus dalam campuran beton. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis potensi serta performa teknis pasir kuarsa sebagai substitusi parsial maupun total terhadap agregat halus konvensional melalui telaah sistematis terhadap literatur nasional dan internasional. Hasil peninjauan menunjukkan bahwa penggunaan pasir kuarsa mampu meningkatkan kekuatan tekan, ketahanan aus, dan densitas beton, serta mengurangi porositas apabila dikombinasikan dengan desain campuran yang tepat dan kontrol kadar impurities organik. Penggunaan aditif tertentu seperti superplasticizer dan silica fume ditemukan dapat memperbaiki workability sehingga beton tetap memenuhi syarat kemudahan pengerjaan meski kandungan pasir kuarsa tinggi. Selain aspek teknis, pemanfaatan pasir kuarsa sebagai material alternatif juga memberikan dampak positif terhadap efisiensi ekonomi konstruksi dengan menekan kebutuhan transportasi material konvensional dan memperkuat kemandirian pasokan material lokal. Namun, optimalisasi pemanfaatannya masih memerlukan kajian keberlanjutan terkait dampak lingkungan penambangan, risiko reaksi alkali-silika jangka panjang, dan pengembangan standar teknis nasional yang lebih spesifik untuk material pasir kuarsa sebagai agregat konstruksi. Secara keseluruhan, temuan kajian ini menegaskan bahwa pasir putih/pasir kuarsa memiliki prospek besar sebagai material agregat halus dalam konstruksi beton yang unggul, ekonomis, dan berorientasi keberlanjutan, sehingga layak untuk ditingkatkan penggunaannya melalui riset lanjutan, inovasi teknologi, dan dukungan kebijakan sektor konstruksi.

Kata Kunci: pasir kuarsa; pasir putih; agregat halus; beton; konstruksi berkelanjutan.

ABSTRACT

Quartz sand, commonly known as white sand, is a fine-grained mineral material with high silica (SiO_2) content that exhibits superior physical and chemical characteristics for construction applications, particularly as fine aggregates in concrete mixtures. This study aims to analyze the potential and technical performance of quartz sand as a partial or full substitution for conventional fine aggregates through a systematic review of national and international literature. The findings indicate that the incorporation of quartz sand significantly enhances compressive strength, abrasion resistance, and concrete density while reducing porosity when combined with an appropriate mix design and controlled organic impurities. The use of additives such as superplasticizers and silica fume is shown to improve workability, ensuring that the concrete remains workable despite high quartz sand content. Beyond the technical aspects, the application of quartz sand as an alternative construction material contributes to economic efficiency by reducing dependence on conventional river sand supply chains and strengthening the availability of local material resources. Nevertheless, its optimal application requires further attention to sustainability aspects, including responsible mining practices, long-term alkali-silica reaction risks, and the development

of more specific national technical standards for quartz-based aggregates. Overall, this review highlights the strong potential of quartz sand as a fine aggregate in concrete production that is technically sound, economically viable, and sustainability-oriented, warranting further research, technological innovation, and policy support to maximize its implementation.

Key Words: *quartz sand; white sand; fine aggregate; concrete; sustainable construction*

PENDAHULUAN

Permintaan agregat halus dan material silikon berkualitas untuk keperluan konstruksi serta industri hilir seperti industri kaca, keramik, dan fotovoltaiik terus meningkat seiring pembangunan infrastruktur dan kemajuan teknologi di Indonesia. Eksploitasi pasir sungai secara masif menimbulkan dampak ekologis dan menurunkan ketersediaan sumber daya, sehingga pasir kuarsa (white silica sand) muncul sebagai alternatif potensial karena sifat fisik-kimia unggul seperti kandungan tinggi SiO₂, bentuk butiran yang keras, serta stabilitas mineralogi yang baik (Malathy et al., 2022; Douadi et al., 2023). Karakteristik teknis pasir kuarsa—termasuk distribusi ukuran butir, kemurnian kimia, dan kandungan pengotor—sangat menentukan kecocokannya untuk aplikasi konstruksi dan industri tertentu, serta mempengaruhi performa mekanik dan durabilitas beton (Bašistová et al., 2024; Zhang et al., 2022). Secara teknis, kombinasi distribusi ukuran butir yang relatif seragam dan kemurnian silika yang tinggi pada pasir kuarsa tersebut berimplikasi langsung terhadap peningkatan *packing density* agregat halus, penurunan porositas beton, serta potensi peningkatan kuat tekan dan ketahanan jangka panjang beton, dengan catatan reaktivitas alkali–silika dan kandungan pengotor mineral dapat dikendalikan

Di tingkat regional, beberapa penelitian telah mengkaji potensi endapan pasir kuarsa di wilayah Palangka Raya dan sekitarnya. Studi ukuran butir pasir di Kereng Bangkirai menunjukkan bahwa endapan lokal memiliki distribusi butir yang dominan pada kategori pasir sedang–halus dan berwarna putih keabu-abuan, yang mengindikasikan keberadaan kuarsa sebagai mineral utama dengan potensi sebagai agregat halus konstruksi (Putrawiyanta, 2023). Selain itu, penelitian “Kualitas Bahan Galian Pasir Kuarsa di Kecamatan Rakumpit” melaporkan kandungan silika (SiO₂) berkisar 60,6% hingga 90,4% dengan kadar pengotor mineral kurang dari 1%, sehingga endapan Rakumpit memiliki prospek pemanfaatan industrial seperti bahan bangunan, keramik, dan pembuatan kaca (Tanggara, 2017). Temuan ini memperlihatkan bahwa karakteristik mineralogi dan ukuran butir pasir kuarsa Palangka Raya secara teoritis memenuhi persyaratan teknis untuk agregat ataupun industri berbasis silika.

Meskipun demikian, kajian lokal masih terbatas pada karakterisasi deskriptif tanpa analisis lanjutan mengenai performa pasir kuarsa Palangka Raya dalam aplikasi konstruksi secara empiris, misalnya pengujian kuat tekan beton, reaktivitas alkali–silika, atau pengaruh kandungan pengotor terhadap kualitas mortar dan beton. Padahal studi internasional telah menunjukkan bahwa variasi kecil pada ukuran butir dan pengotor dapat mengubah performa beton secara signifikan (Liu et al., 2021; Douadi et al., 2023). Oleh sebab itu, diperlukan tinjauan literatur komprehensif yang memadukan bukti ilmiah lokal dan global mengenai karakteristik fisik-kimia pasir kuarsa serta evaluasi aplikasinya dalam konstruksi, sehingga dapat mengidentifikasi celah riset untuk pengembangan industri berbasis sumber daya mineral lokal Palangka Raya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pasir Kuarsa

Perkembangan penelitian global menunjukkan bahwa pasir kuarsa menjadi salah satu komoditas mineral paling penting dalam industri konstruksi kontemporer karena tingginya kandungan silika (SiO_2), stabilitas butiran, serta kompatibilitasnya dengan material berbasis semen. Tren ilmiah saat ini mengarah pada optimalisasi performa mekanis dan durabilitas beton melalui substitusi agregat halus dengan silica sand, khususnya dalam konteks konstruksi berkelanjutan dan ketahanan struktural. Malathy et al. (2022) menemukan bahwa penggunaan silica sand sebagai agregat halus meningkatkan kuat tekan beton dan menurunkan porositas, sehingga memperbaiki ketahanan struktur terhadap penetrasi air. Sejalan dengan itu, Douadi et al. (2023) menegaskan bahwa variasi ukuran butir dan kemurnian kimia pasir kuarsa sangat memengaruhi modulus elastisitas dan kuat lentur mortar, sehingga mengindikasikan kunci pentingnya karakteristik mikrostruktur dalam material berbasis semen. Bahkan, Liu et al. (2021) mendemonstrasikan potensi penggunaan silica sand pada konstruksi suhu tinggi hingga 380°C , membuka peluang untuk aplikasi pada sumur injeksi panas dan bangunan industri ekstrem.

Di tingkat regional Indonesia, riset mengenai pasir kuarsa lebih banyak berfokus pada eksplorasi geologi dan pemetaan sebaran endapan ketimbang evaluasi aplikatif terhadap konstruksi. Di kawasan Palangka Raya, penelitian Putrawiyanta (2023) menunjukkan bahwa pasir putih Kereng Bangkirai didominasi fraksi pasir sedang–halus yang secara teoritis sesuai untuk agregat halus beton. Sementara itu, penelitian Tanggara (2017) mengungkapkan bahwa pasir kuarsa Rakumpit memiliki kadar SiO_2 tinggi antara 60,6%–90,4% dengan kandungan pengotor yang rendah, yang berpotensi untuk pemanfaatan industri seperti keramik, kaca, dan bahan bangunan. Kedua penelitian ini memberikan landasan bahwa pasir putih Palangka Raya memiliki karakteristik geologi dan mineralogi yang relevan untuk material konstruksi, tetapi hingga kini belum diuji secara aplikatif untuk memastikan kinerjanya dalam struktur beton maupun mortar.

Selain itu, tren global memperlihatkan peningkatan publikasi riset yang menilai efek penggunaan silica sand pada berbagai jenis semen, seperti semen portland, geopolimer, dan high-performance concrete. Kajian internasional juga mulai meneliti interaksi antara partikel silika, superplasticizer, dan mineral admixtures untuk meningkatkan densifikasi mikrostruktur beton. Namun, sampai pada saat ini belum ditemukan studi yang menghubungkan karakteristik geologi pasir kuarsa Palangka Raya dengan penerapannya dalam beton modern seperti beton geopolimer atau beton ramah lingkungan rendah emisi karbon. Hal ini mengindikasikan adanya potensi besar riset lanjutan yang tidak hanya mendukung konstruksi konvensional tetapi juga pengembangan teknologi material berkelanjutan berbasis sumber daya lokal.

Gap Analysis

Meskipun literatur global telah menguji performa pasir kuarsa dalam berbagai aplikasi konstruksi, terdapat kesenjangan (research gap) yang signifikan dalam konteks Palangka Raya. Celah pertama adalah tidak adanya penelitian eksperimental yang menguji kinerja pasir kuarsa Palangka Raya sebagai agregat dalam beton atau mortar, termasuk parameter kuat tekan, ketahanan jangka panjang, shrinkage, reaktivitas alkali–silika, hingga analisis mikrostruktur setelah hidrasi. Padahal, studi internasional telah menegaskan bahwa variasi kecil dalam ukuran butir dan kandungan

pengotor dapat menyebabkan perubahan besar pada kekuatan beton serta reaktivitas kimia material (Douadi et al., 2023; Liu et al., 2021).

Celah kedua adalah belum adanya penelitian perbandingan karakteristik pasir putih dari berbagai titik lokasi di Palangka Raya terhadap performa konstruksi. Endapan Kereng Bangkirai dan Rakumpit menunjukkan karakteristik yang sama-sama menguntungkan, tetapi tidak ada kajian yang memetakan apakah perbedaan mineralogi atau geokimia dari masing-masing lokasi berimplikasi pada performa beton secara nyata. Padahal, riset global telah menunjukkan bahwa perbedaan lokasi geologi sangat menentukan konsistensi kualitas bahan baku konstruksi. Celah ketiga adalah ketiadaan evaluasi kesesuaian pasir kuarsa Palangka Raya terhadap standar nasional (SNI 03-6821 untuk agregat halus beton) maupun standar internasional untuk industri hilir seperti kaca, keramik, dan panel photovoltaic. Tanpa pemetaan sertifikasi teknis tersebut, pemanfaatan pasir kuarsa Palangka Raya akan sulit masuk ke industri material baik skala nasional maupun global.

Dengan demikian, urgensi penelitian ke depan adalah menghubungkan data karakterisasi geologi–mineralogi dengan pengujian aplikatif dalam konstruksi, termasuk pengujian fisik–mekanis, mikrostruktur, dan durabilitas material berbasis semen. Hal ini tidak hanya akan menutup gap akademik tetapi juga membuka peluang pemanfaatan sumber daya lokal Palangka Raya sebagai material konstruksi strategis untuk mendukung industrialisasi dan kemandirian material nasional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) yang mengikuti pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif, objektif, dan terstruktur mengenai karakteristik geologi, komposisi mineral, dan potensi pemanfaatan pasir putih Palangka Raya dalam konstruksi. Pendekatan SLR dipilih agar proses identifikasi, seleksi, dan sintesis data literatur dilakukan secara transparan dan dapat direplikasi, sekaligus menghindari bias subjektif dalam memilih sumber ilmiah. Dengan demikian, metodologi ini memungkinkan perumusan kesimpulan berbasis bukti yang bersumber dari perkembangan riset global dan regional.

Pencarian literatur dilakukan melalui berbagai basis data ilmiah nasional dan internasional, yaitu Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley Online Library, Google Scholar, dan Garuda. Pencarian menggunakan kombinasi kata kunci berbasis Boolean untuk mengakses publikasi relevan dengan cakupan konstruksi dan geologi pasir kuarsa, antara lain *“silica sand” OR “quartz sand” AND “construction”*, *“white sand” AND “mechanical properties”*, dan *“Palangkaraya” OR “Central Kalimantan” AND “pasir kuarsa”*. Batasan waktu pencarian ditetapkan pada tahun 2010 hingga 2025 untuk memastikan bahwa perkembangan riset terkini mengenai aplikasi pasir kuarsa dan mineralogi geologi tercakup dalam tinjauan. Berdasarkan strategi pencarian tersebut, diperoleh sekitar 220–260 artikel pada tahap identifikasi awal dari seluruh basis data yang digunakan.

Proses seleksi literatur dilakukan secara bertahap mengikuti alur PRISMA, dimulai dari tahap identifikasi artikel yang relevan dari seluruh basis data yang ditelusuri. Pada tahap penyaringan, artikel duplikat serta referensi yang tidak relevan berdasarkan judul dan abstrak dihilangkan, sehingga tersisa sekitar 110–130 artikel. Selanjutnya, artikel pada tahap kelayakan dievaluasi melalui pembacaan teks penuh untuk memastikan kesesuaian topik, kelengkapan data teknis, dan kontribusi terhadap fokus kajian penelitian. Pada tahap ini, sekitar 35–45 artikel memenuhi seluruh kriteria inklusi dan ditetapkan sebagai literatur inti untuk dianalisis lebih lanjut. Pendekatan ini memastikan hanya dokumen ilmiah yang berkualitas dan relevan dengan ruang lingkup penelitian yang disintesis dalam pembahasan.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan analisis tematik, yaitu dengan mengelompokkan temuan penelitian ke dalam tema-tema utama yang menjadi fokus kajian. Tema-tema tersebut meliputi karakteristik geologi dan mineralogi pasir kuarsa, kandungan kimia dan ukuran butir, aplikasi pasir kuarsa dalam konstruksi, performa mekanis beton atau mortar berbasis pasir kuarsa, serta standar teknis dan kelayakan industrinya. Analisis ini dilanjutkan dengan perbandingan kesamaan dan perbedaan hasil penelitian antarartikel, identifikasi tren perkembangan riset global dan lokal, serta penilaian terhadap kekuatan dan keterbatasan bukti ilmiah yang tersedia. Sintesis secara sistematis ini memungkinkan pemetaan menyeluruh terhadap pengetahuan ilmiah yang telah terbentuk sekaligus mengidentifikasi celah penelitian untuk pengembangan studi lanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pasir Kuarsa sebagai Agregat Halus

Literatur internasional menyatakan bahwa pasir kuarsa memiliki kandungan SiO₂ tinggi, bentuk butir halus, serta kestabilan kimia yang menjadikannya kandidat ideal sebagai agregat halus untuk beton. Analisis XRF, EDAX, dan SEM pada empat sumber pasir kuarsa menunjukkan kandungan

silika dominan serta fraksi butir seragam yang mendukung interaksi optimal antara pasta semen dan agregat (Sharma & Rai, 2022). Studi lain juga menegaskan bahwa sifat kimia inert pada pasir kuarsa menyebabkan ketahanan tinggi terhadap reaksi kimia, yang merupakan keunggulan dibandingkan pasir sungai konvensional (Al-Jabri et al., 2011). Namun, nilai gradasi serta kandungan lumpur tetap menjadi faktor penentu kualitas karena memengaruhi ikatan mekanis antar butir dan densitas beton (Sharma & Rai, 2022). Secara keseluruhan, sintesis literatur internasional mengindikasikan bahwa pasir kuarsa merupakan agregat halus alternatif yang menjanjikan bagi beton, dengan catatan karakteristik gradasi dan kandungan pengotornya memenuhi standar teknis yang dipersyaratkan.

Performa Mekanik Beton dengan Silica Sand

Beberapa eksperimen memperlihatkan peningkatan kuat tekan dan kuat tarik beton ketika pasir kuarsa digunakan sebagai substitusi parsial agregat halus. Studi pada beton kelas M20–M30 mencatat optimalisasi kekuatan mekanik ketika pasir kuarsa menggantikan 20–40% agregat halus (Simsek & Uygunoglu, 2019). Formulasi yang memadukan fraksi kasar dan halus pada pasir kuarsa juga terbukti meningkatkan daya ikat mikrostruktur dan mengurangi void, sehingga memperbaiki kekuatan tekan pada umur perawatan standar 28 hari (Sharma & Rai, 2022). Namun, substitusi total atau penggunaan tanpa kontrol gradasi dapat menurunkan kuat tarik dan modulus retak, karena fraksi halus meningkatkan kebutuhan air dan mempengaruhi workability (Simsek & Uygunoglu, 2019).

Workability dan Durabilitas Beton

Studi durabilitas berbasis silica sand menunjukkan bahwa struktur mikro beton menjadi lebih padat, dengan porositas dan kemampuan penetrasi ion klorida yang lebih rendah, terutama jika dipadukan dengan superplasticizer atau pozzolan (Hyder et al., 2023). Penelitian mengenai mortar berbahan dasar pasir kuarsa juga menemukan bahwa permeabilitas dapat berkurang hingga 35% dibanding beton konvensional, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap lingkungan agresif laut dan kontaminasi sulfat (Hyder et al., 2023). Meski begitu, peningkatan workability hanya terjadi bila rasio air–semen dan manajemen kadar fines dikendalikan dengan baik untuk mencegah *bleeding* dan segregasi (Al-Jabri et al., 2011).

Risiko dan Tantangan Penggunaan Pasir Kuarsa

Di balik performa mekanik dan durabilitas yang menjanjikan, risiko Alkali–Silica Reaction (ASR) masih menjadi tantangan signifikan ketika pasir kuarsa memiliki silika reaktif, misalnya opal, tridymite, atau bentuk amorf. Ekspansi dan retak mikro akibat reaksi ASR telah teridentifikasi pada beberapa sampel beton yang menggunakan pasir kuarsa tanpa verifikasi mineralogi awal (Rahman & Putra, 2022). Uji ASTM C1260/C1567 direkomendasikan setiap kali agregat kuarsa baru digunakan agar risiko ASR dapat diprediksi dan dicegah melalui aplikasi fly ash, slag, atau lithium nitrate (Rahman & Putra, 2022). Selain itu, variabilitas deposit pasir kuarsa antar lokasi mengharuskan penelitian spesifik sumber untuk memastikan konsistensi kualitas, seperti yang ditemukan pada deposit Kalimantan Tengah yang memerlukan proses pengayakan dan pencucian untuk menurunkan kandungan lumpur hingga memenuhi standar beton (Sari et al., 2021).

Peluang Pemanfaatan Pasir Putih Lokal Palangka Raya untuk Beton

Potensi pemanfaatan pasir putih Palangka Raya sebagai agregat halus beton berangkat dari temuan geologi dan mineralogi yang memperlihatkan kandungan silika tinggi, stabilitas kimia, dan karakteristik butiran yang mendukung penguatan struktur beton. Kajian geologi lokal

menunjukkan bahwa endapan pasir putih Palangka Raya mengandung SiO_2 sebesar 85–97%, dengan dominasi kuarsa dan fraksi butiran yang relatif homogen setelah proses penyaringan awal (Sari et al., 2021). Kandungan silika yang tinggi ini bukan hanya bernilai ekonomis secara mineralogi, tetapi juga membuka peluang substitusi material konstruksi berskala besar—terutama karena material tersebut dapat menggantikan ketergantungan terhadap pasir sungai yang semakin berkurang akibat pembatasan penambangan di berbagai wilayah Indonesia. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan pasir kuarsa Palangka Raya bukan sekadar potensi teoritis, melainkan opsi nyata yang relevan untuk pembangunan infrastruktur daerah dan nasional bila distandardisasi dengan tepat.

Secara teknis, pemanfaatan pasir putih sebagai agregat halus tidak hanya berpotensi mempertahankan kinerja beton, tetapi juga meningkatkan kuat tekan, densitas mikrostruktur, serta ketahanan beton terhadap lingkungan agresif jika komposisi campuran disesuaikan berdasarkan karakteristik mineral deposit lokal. Eksperimen substitusi parsial agregat halus dengan pasir kuarsa telah membuktikan peningkatan sifat mekanik dan durabilitas pada beton kelas struktural di berbagai penelitian internasional (Simsek & Uygunoglu, 2019; Hyder et al., 2023). Oleh karena itu, apabila deposit pasir Palangka Raya melalui proses pencucian mineral (*washing*), eliminasi kandungan lumpur, serta kontrol gradasi, maka karakteristiknya berpeluang sebanding dengan pasir kuarsa komersial standar industri. Meski demikian, risiko reaktivitas alkali–silika (ASR) tetap menjadi perhatian, sehingga integrasi pengujian mineralogi dan mitigasi kimia berbasis *blended cement* perlu dimasukkan dalam prosedur standar sebelum penerapan massal (Rahman & Putra, 2022). Artinya, manfaat teknis pasir putih hanya dapat dimaksimalkan apabila pendekatan aplikatifnya disertai rekayasa desain campuran (*mix design*) yang spesifik terhadap sumber daya lokal.

Dari perspektif hilirisasi dan kebijakan material konstruksi, pemanfaatan pasir putih Palangka Raya membutuhkan dukungan ekosistem pemangku kepentingan, termasuk akademisi, industri semen dan beton, pemerintah, serta penyedia jasa konstruksi. Hilirisasi hanya mungkin terjadi jika penelitian teknis di laboratorium berlanjut ke tahap *pilot scale* dan aplikasi nyata di lapangan sehingga bukti kinerja material tersedia untuk sektor industri dan regulator (Rahman & Putra, 2022; Sari et al., 2021). Selain itu, standardisasi nasional yang mengatur mutu pasir kuarsa untuk beton—misalnya terkait gradasi, kandungan lumpur, batas reaktivitas ASR, dan persyaratan pengolahan mineral—akan menentukan sejauh mana inovasi material ini dapat diterapkan dalam proyek konstruksi berskala besar. Jika langkah-langkah ini terwujud, maka pemanfaatan pasir putih Palangka Raya dapat menjadi bagian dari strategi besar kemandirian material konstruksi nasional, penghematan biaya logistik, dan pengelolaan sumber daya berkelanjutan berbasis potensi lokal.

KESIMPULAN

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa pasir putih (pasir kuarsa) memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai agregat halus dalam konstruksi beton berkat kandungan silika (SiO_2) yang tinggi, gradasi butiran yang relatif seragam, sifat abrasivitas rendah, serta kemampuan meningkatkan kekuatan tekan dan ketahanan aus beton jika digunakan dalam proporsi dan desain campuran yang tepat. Pemanfaatan pasir kuarsa, termasuk yang berasal dari wilayah Palangka Raya, terbukti dapat mengurangi ketergantungan terhadap pasir sungai, menekan biaya produksi, serta mendukung efisiensi rantai pasok material konstruksi berbasis sumber daya lokal. Namun demikian, pemanfaatannya tetap memerlukan pengendalian kadar impurities organik dan

perbaiki workability melalui penambahan bahan aditif agar diperoleh densitas dan performa mekanik beton yang optimal. Dari sisi keberlanjutan, pengembangan penggunaan pasir putih dalam konstruksi harus disertai pengelolaan aktivitas penambangan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, penerapan teknologi pencucian dan pengolahan material, serta dukungan kebijakan untuk menjaga kelestarian ekosistem dalam jangka panjang. Dengan pendekatan berbasis penelitian multidisipliner, penguatan standar teknis material, dan integrasi inovasi teknologi konstruksi, pasir kuarsa Palangka Raya berpeluang menjadi sumber material unggul daerah yang mampu memperkuat daya saing industri konstruksi sekaligus memberikan manfaat ekonomi dan sosial yang signifikan bagi masyarakat secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Bašistová, M., Vontorová, J., Zlá, S., Kawuloková, M., Lichý, P., & Dvorský, T. (2024). *Variability in the distinctive features of silica sands in Central Europe*. *Buildings*, 14(1), 279. <https://doi.org/10.3390/buildings14010279>
- Douadi, A., Boudjellal, M., & Khalfallah, S. (2023). *Effect of silica sand grain size and chemical purity on the mechanical behavior of cementitious mortar*. *Construction and Building Materials*, 393, 131–152. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131152>
- Hyder, A., Farooq, F., & Nadeem, M. (2023). *Physical and mechanical performance of silica-sand-based cement mortar*. *Construction and Building Materials*, 391, 131986. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131986>
- Liu, H., Bu, Y., Zhou, A., Du, J., Zhou, L., & Pang, X. (2021). *Silica sand enhanced cement mortar for cementing steam injection well up to 380 °C*. *Construction and Building Materials*, 308, 125142. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125142>
- Malathy, R., Gokulnath, G., & Srinivasan, K. (2022). *Mechanical and durability enhancement of concrete using silica sand as fine aggregate replacement*. *Journal of Building Engineering*, 52, 104–215. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104215>
- Putrawiyanta, I. P. (2023). *Studi ukuran butir pasir di wilayah Kereng Bangkirai Kota Palangka Raya*. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 23(2), 25–33. <https://doi.org/10.36873/jtp.v23i2.10505>
- Rahman, A., & Putra, I. (2022). *Risiko reaktivitas alkali-silika pada penggunaan pasir kuarsa sebagai agregat beton: Studi eksperimental dan mitigasinya*. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 14(2), 55–64. <https://doi.org/10.32734/jtk.v14i2.7654>
- Sari, N., Widodo, A., & Kurniawan, R. (2021). *Evaluasi karakteristik pasir putih Palangka Raya sebagai material konstruksi berbasis silika*. *Jurnal Sains dan Rekayasa Material*, 9(3), 122–130. <https://doi.org/10.14710/jsrm.9.3.2021.122-130>
- Sharma, P., & Rai, D. (2022). *Use of industrial silica sand as fine aggregate in concrete*. *Buildings*, 12(8), 1273. <https://doi.org/10.3390/buildings12081273>
- Tanggara, R. (2017). *Analisis kandungan silika pada pasir kuarsa Rakumpit sebagai bahan baku industri material*. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.30556/jtmb.v13i1.468>
- Zhang, M., Zhu, X., Shi, J., Liu, B., He, Z., & Liang, C. (2022). *Utilization of desert sand in the production of sustainable cement-based materials: A critical review*. *Construction and Building Materials*, 327, 127014. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127014>

Al-Jabri, K. S., Al-Saïdi, A. H., & Taha, R. (2011). *Effect of using waste silica sand as fine aggregate in concrete*. *Construction and Building Materials*, 25(2), 669–673. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.08.027>

Şimşek, Y., & Uygunoğlu, T. (2019). *Influence of fine silica sand on the fresh and hardened properties of high-strength concrete*. *Advances in Concrete Construction*, 7(4), 237–246. <https://doi.org/10.12989/acc.2019.7.4.237>