

Optimalisasi Pasir Kuarsa Lokal Sebagai Material Proppant dalam *Hydraulic Fracturing* Studi Edukatif di SMK Migas Bumi Melayu Riau

Novrianti^{1*}, Richa Melysa², Selvi Harvia Santri³, M. Tegar Satria P⁴, Leo Edoardo P⁵

^{1,2,4,5}Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution 113, Pekanbaru 28284, Riau - Indonesia

³Fakultas Hukum, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution 113, Pekanbaru 28284, Riau - Indonesia

*Correspondent email: novrianti@eng.uir.ac.id

Diterima: 7 Januari 2026 | Disetujui: 29 Juni 2026 | Diterbitkan: 30 Juni 2026

Abstract. *This Community Service Program (PKM) aims to enhance students' understanding and skills in hydraulic fracturing technology at SMK Migas Bumi Melayu Riau, with a particular focus on proppant materials and reservoir permeability. The partner institution faces challenges related to limited hands-on learning opportunities and a lack of instructional materials that integrate oil and gas concepts with local resources. Riau Province has abundant quartz sand resources, which were utilized in this program as an educational medium to support vocational learning. The program was implemented using an educational and participatory approach that included lectures, interactive discussions, and the introduction of local quartz sand as a simulation material for proppants used in hydraulic fracturing. The activity was conducted on December 12, 2025, at SMK Migas Bumi Melayu Riau and involved students from the Oil and Natural Gas Production Engineering program. The results demonstrated an improvement in students' understanding of the fundamental concepts of hydraulic fracturing and the role of proppants, as well as an increased interest in the utilization of local resources for oil and gas applications. The program also produced learning modules and educational media that can be used sustainably by the partner institution to support future instructional activities. Overall, this PKM program contributes to strengthening vocational education based on regional potential and supports the development of skilled young human resources who are better prepared to meet the challenges of the oil and gas industry.*

Keywords: *hydraulic fracturing; proppant; local quartz sand; vocational education; community service program*

PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan salah satu wilayah strategis dalam industri minyak dan gas bumi (migas) di Indonesia. Keberadaan aktivitas hulu migas di wilayah ini secara langsung menuntut ketersediaan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi teknis dan pemahaman aplikatif terhadap teknologi perminyakan. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang berfokus pada bidang migas memiliki peran penting dalam menyiapkan lulusan yang siap memasuki dunia kerja maupun melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi. Salah satu SMK yang memiliki peran tersebut adalah SMK Migas Bumi Melayu Riau, yang menyelenggarakan pendidikan vokasi dengan konsentrasi Teknik Produksi Minyak dan Gas Bumi. Berdasarkan observasi lapangan dan diskusi dengan pihak sekolah, diketahui bahwa SMK Migas Bumi Melayu Riau memiliki potensi besar dari sisi jumlah siswa dan minat terhadap teknologi migas. Namun demikian, proses pembelajaran masih didominasi oleh pendekatan teoretis, khususnya pada materi teknologi stimulasi sumur seperti *hydraulic fracturing*. *Hydraulic fracturing* merupakan metode penting dalam meningkatkan permeabilitas reservoir dengan kualitas rendah melalui pembentukan rekahan buatan pada formasi batuan, dan telah terbukti berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produksi minyak dan gas dalam dua dekade terakhir (Barboza et al., 2021; Chen et al., 2022). Keberhasilan metode ini sangat ditentukan oleh sejumlah parameter utama, antara lain fluida perekah dan material *proppant* yang berfungsi menjaga agar rekahan tidak menutup kembali setelah tekanan dihentikan (Effendi & Firdaus, 2023).

Secara teknis, *proppant* memiliki peran krusial dalam menjaga konduktivitas rekahan agar aliran fluida dari formasi menuju sumur tetap terjaga. Karakteristik *proppant* seperti ukuran butir, kebulatan

(roundness), kesferisan (*sphericity*), ketahanan terhadap tekanan (*crush resistance*), serta ketahanan terhadap lingkungan asam (*acid solubility*) menjadi faktor penentu keberhasilan operasi *hydraulic fracturing* (Zoveidavianpoor & Gharibi, 2015; Xu et al., 2022). Penggunaan pasir kuarsa alami sebagai *proppant* banyak dipilih karena ketersediaannya yang melimpah dan biaya yang relatif rendah, meskipun penggunaannya memiliki keterbatasan pada tekanan penutupan (*closure pressure*) yang tinggi (Bestaoui-Spurr, 2014). Permasalahan utama mitra terletak pada keterbatasan sarana pembelajaran praktis dan minimnya bahan ajar kontekstual yang mengaitkan konsep teknologi migas dengan potensi sumber daya lokal. Selama ini, siswa hanya mengenal *hydraulic fracturing* dan *proppant* melalui penjelasan teoretis, tanpa didukung simulasi atau contoh aplikatif yang relevan dengan kondisi daerah. Padahal, secara geografis, wilayah Riau memiliki ketersediaan pasir kuarsa lokal yang cukup melimpah, seperti di daerah Rokan Hulu dan Kampar, yang secara teknis berpotensi dikembangkan sebagai material *proppant* apabila memenuhi spesifikasi standar industri (Kamat et al., 2011; Gaber & Ibrahim, 2021).

Urgensi kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini didasarkan pada kebutuhan untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik dalam pembelajaran vokasi migas. Tanpa pemahaman aplikatif, lulusan SMK berisiko kurang siap menghadapi tuntutan industri migas yang menekankan penguasaan teknologi dan pemahaman proses secara menyeluruh. Selain itu, belum optimalnya pemanfaatan sumber daya lokal sebagai bagian dari proses pembelajaran menyebabkan potensi daerah belum berkontribusi secara maksimal terhadap peningkatan kualitas pendidikan vokasi. Sebagai solusi, kegiatan PKM ini menawarkan pendekatan edukatif berbasis pemanfaatan pasir kuarsa lokal sebagai simulasi material *proppant* dalam pembelajaran *hydraulic fracturing*. Konsep yang diterapkan bukanlah pengujian laboratorium berskala industri, melainkan pengenalan prinsip dasar, karakteristik *proppant*, serta keterkaitannya dengan hasil-hasil riset terdahulu mengenai pasir kuarsa dan *proppant* yang telah dilaporkan dalam berbagai studi (Barboza et al., 2021; Zoveidavianpoor & Gharibi, 2015). Melalui pendekatan ini, siswa diperkenalkan pada konsep teknis secara kontekstual, mudah dipahami, dan relevan dengan kondisi lokal.

Tujuan kegiatan PKM ini adalah: (1) meningkatkan pemahaman siswa SMK Migas Bumi Melayu Riau mengenai teknologi *hydraulic fracturing* dan peran *proppant*; (2) mengenalkan potensi pasir kuarsa lokal sebagai material edukatif dalam pembelajaran teknologi migas; serta (3) memperkuat kolaborasi antara perguruan tinggi dan SMK dalam pengembangan pembelajaran vokasi berbasis potensi daerah.

METODE PENERAPAN

Kegiatan PKM ini dilaksanakan menggunakan pendekatan edukatif dan partisipatif, dengan menempatkan siswa sebagai subjek utama pembelajaran. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan terjadinya interaksi dua arah antara tim pelaksana dan mitra, serta mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pemahaman materi.

Tahapan pelaksanaan kegiatan dimulai dengan tahap persiapan, yang meliputi survei awal dan koordinasi dengan pihak SMK Migas Bumi Melayu Riau untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan kesiapan mitra. Selanjutnya, tim menyusun bahan ajar berupa modul dan media presentasi yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa SMK serta mengacu pada kurikulum yang berlaku. Tahap pelaksanaan dilakukan pada 12 Desember 2025 di SMK Migas Bumi Melayu Riau, Jalan Karya Bersama, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Pekanbaru. Sasaran kegiatan adalah siswa konsentrasi Teknik Produksi Minyak dan Gas Bumi. Kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar *hydraulic fracturing*, diikuti dengan pembahasan khusus mengenai *proppant*, meliputi fungsi, jenis, serta parameter penting seperti ukuran butir, kebulatan, dan kekuatan terhadap tekanan. Pada tahap ini, pasir kuarsa lokal diperkenalkan sebagai contoh material *proppant* yang digunakan untuk membantu visualisasi dan pemahaman konsep.

Tahap evaluasi dilakukan melalui diskusi interaktif dan pemberian kuesioner sederhana sebelum dan sesudah kegiatan untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa. Alur pelaksanaan kegiatan secara naratif dimulai dari identifikasi permasalahan mitra, penyusunan materi edukatif, pelaksanaan edukasi di kelas, hingga evaluasi pemahaman dan refleksi bersama mitra. Metode ini dirancang untuk menjawab langsung permasalahan mitra, yaitu keterbatasan pemahaman aplikatif siswa terhadap teknologi *hydraulic fracturing* dan material *proppant*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) di SMK Migas Bumi Melayu Riau berlangsung dengan tingkat partisipasi siswa yang tinggi. Seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari pemaparan

materi, diskusi interaktif, hingga sesi tanya jawab, diikuti secara aktif oleh siswa konsentrasi Teknik Produksi Minyak dan Gas Bumi. Antusiasme peserta terlihat jelas ketika siswa diperkenalkan pada contoh pasir kuarsa lokal sebagai simulasi material *proppant* dalam *hydraulic fracturing*. Kondisi ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran kontekstual, yang mengaitkan teori dengan potensi sumber daya lokal, mampu meningkatkan ketertarikan siswa terhadap materi teknologi migas yang sebelumnya dianggap kompleks dan abstrak, sejalan dengan konsep pembelajaran aplikatif pada teknologi migas modern (Barboza et al., 2021).

Secara lebih rinci, proses penyampaian materi dilakukan secara bertahap dimulai dari pengenalan konsep dasar *hydraulic fracturing*, fungsi pembentukan rekahan buatan, hingga peran krusial *proppant* dalam menjaga agar rekahan tetap terbuka setelah tekanan injeksi dihentikan. Pada tahap ini, siswa tidak hanya menerima materi secara satu arah, tetapi juga dilibatkan dalam diskusi mengenai karakteristik *proppant* yang baik, seperti ukuran butir, kebulatan (*roundness*), dan ketahanan terhadap tekanan (*crush resistance*). Parameter-parameter tersebut merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan *hydraulic fracturing* dalam menjaga konduktivitas rekahan (Zoveidavianpoor & Gharibi, 2015; Xu et al., 2022). Penggunaan pasir kuarsa lokal sebagai media visual dan simulasi membantu siswa memahami konsep tersebut secara lebih konkret.

Hasil evaluasi yang dilakukan melalui diskusi reflektif dan kuesioner sederhana menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa mengenai teknologi *hydraulic fracturing* dan fungsi *proppant*. Sebelum kegiatan, sebagian besar siswa hanya mengenal istilah *hydraulic fracturing* secara umum tanpa memahami mekanisme kerja dan parameter teknis yang terlibat. Setelah kegiatan PKM dilaksanakan, siswa mampu menjelaskan kembali peran *proppant* dalam menjaga konduktivitas rekahan serta memahami alasan pentingnya pemilihan material *proppant* yang sesuai dengan kondisi reservoir, khususnya pada formasi dengan permeabilitas rendah. Pemahaman ini selaras dengan prinsip dasar stimulasi sumur yang menekankan keterkaitan antara karakteristik *proppant* dan performa aliran fluida pada rekahan (Chen et al., 2022; Effendi & Firdaus, 2023). Hal ini mengindikasikan terjadinya peningkatan kapasitas kognitif siswa pada aspek konseptual dan aplikatif.

Selain peningkatan pemahaman siswa, kegiatan ini juga menghasilkan luaran berupa modul pembelajaran sederhana dan media presentasi yang dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai bahan ajar lanjutan. Modul tersebut dirancang agar mudah dipahami oleh siswa SMK dan dapat digunakan kembali dalam proses pembelajaran di kelas. Dengan demikian, dampak kegiatan PKM tidak hanya bersifat sesaat, tetapi berpotensi berkelanjutan melalui integrasi materi ke dalam pembelajaran rutin di sekolah, sekaligus memperkuat peran pendidikan vokasi dalam menyiapkan tenaga kerja migas yang adaptif terhadap perkembangan teknologi (Barboza et al., 2021).

Dari perspektif pemberdayaan mitra, kegiatan ini memberikan pengalaman pembelajaran kontekstual yang mengaitkan potensi sumber daya lokal dengan kebutuhan industri migas. Siswa diperkenalkan pada gagasan bahwa pasir kuarsa lokal, yang selama ini dikenal sebagai material umum, memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bagian dari teknologi *hydraulic fracturing* apabila memenuhi kriteria teknis tertentu. Berbagai studi menunjukkan bahwa pasir kuarsa lokal dari beberapa wilayah dapat memenuhi spesifikasi dasar *proppant* apabila dikarakterisasi dan digunakan pada kondisi tekanan tertentu (Kamat et al., 2011; Gaber & Ibrahim, 2021). Pendekatan ini tidak hanya memperluas wawasan siswa mengenai teknologi migas, tetapi juga menumbuhkan kesadaran akan pentingnya pemanfaatan sumber daya lokal secara inovatif dan berkelanjutan.



Gambar 1. Penyampaian Materi dan Diskusi Oleh Ibu Novrianti, ST., MT

Jika dikaitkan dengan tujuan kegiatan PKM, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pendekatan edukatif berbasis potensi lokal efektif dalam memperkuat pemahaman teknis siswa dan mendukung kesiapan mereka menghadapi tantangan dunia kerja di sektor migas. Melalui sinergi antara perguruan tinggi dan SMK, kegiatan ini menjadi sarana transfer pengetahuan yang relevan dan aplikatif, sekaligus berkontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan vokasi di bidang minyak dan gas bumi.



Gambar 2. Foto Bersama Dengan Para Guru dan Siswa/I SMK Migas BMR

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini berhasil meningkatkan pemahaman siswa SMK Migas Bumi Melayu Riau mengenai teknologi *hydraulic fracturing* dan peran material proppant melalui pendekatan edukatif berbasis potensi lokal. Pemanfaatan pasir kuarsa lokal sebagai media pembelajaran terbukti membantu siswa dalam memahami konsep teknis secara lebih kontekstual dan aplikatif. Kegiatan ini memberikan dampak positif bagi mitra, khususnya dalam memperkaya proses pembelajaran vokasi migas. Ke depan, kegiatan serupa disarankan untuk dikembangkan secara berkelanjutan dengan cakupan materi yang lebih luas dan melibatkan lebih banyak guru sebagai mitra utama pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik dan DPPM Universitas Islam Riau, yang telah memberi dukungan financial terhadap pengabdian ini sehingga pengabdian ini dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Barboza, B. R., Chen, B., & Li, C. (2021). A review on proppant transport modelling. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 204, 108753. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.108753>.
- Chen, B., Barboza, B. R., Sun, Y., Bai, J., Thomas, H. R., Dutko, M., Cottrell, M., & Li, C. (2022). A review of hydraulic fracturing simulation. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(4), 2367–2403. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09653-z>.
- Effendi, D., & Firdaus, A. N. (2023). Penggunaan pasir proppant sebagai media hydraulic fracturing menggunakan standar API RP 19C. *Journal of Applied Science*, 4(2), 1–11. <http://journal.itsb.ac.id/index.php/JAPPS>.
- Gaber, A., & Ibrahim, M. (2021). Characterization of quartz sand as a potential proppant material for hydraulic fracturing applications. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 11, 1235–1246. <https://doi.org/10.1007/s13202-020-01059-2>.

- Kamat, D., Saaïd, I. M., & Muhammad, S. (2011). Comparative characterization study of Malaysian sand for possible use as proppant. *Proceedings of the National Postgraduate Conference (NPC 2011)*, 37–44. <https://doi.org/10.1109/NatPC.2011.613645>.
- Xu, F., Yao, K., Li, D., Xu, D., & Yang, H. (2022). Study on the effect of acid corrosion on proppant properties. *Energies*, 15(22), 8368. <https://doi.org/10.3390/en15228368>.
- Zoveidavianpoor, M., & Gharibi, A. (2015). Application of polymers for coating of proppant in hydraulic fracturing of subterraneous formations: A comprehensive review. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 24, 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2015.03.024>.