



Screening Pasir Alam sebagai Proppant Berdasarkan Standar API RP19C

Trilis Setyo Rahayu¹, Rachmi Kartini², Dwi Chandra Adhitya², Pradini Rahalintar¹, Diyah Rosiani¹ dan Alfarisi Rizqi Ibnu Satria³

¹Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas
Jl. Gajah Mada No.38, Cepu, Blora, Jawa Tengah, 58315, Indonesia

²Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS
Jl. Ciledug Raya Kav 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, 12230, Indonesia

³Thermochem Indonesia
Jl. Cimareme Indah No.14 Blok A4, Cimareme, Ngamprah, Bandung Barat, Jawa Barat 40552, Indonesia

ABSTRAK

Artikel Info:

Naskah Diterima:
07 November 2024
Diterima setelah
perbaikan:
29 November 2024
Disetujui terbit:
06 Desember 2024

Kata Kunci:

Pasir
HydraulicFracturing
Proppant
Laboratorium

Hydraulic Fracturing digunakan sebagai operasi untuk meningkatkan jumlah *hydrocarbon* di reservoir dengan permeabilitas yang rendah. *Proppant* memiliki peran penting pada operasi *hydraulic fracturing* yaitu digunakan untuk memperkuat bentuk *fracture*. pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas sampel pasir dari 3 lokasi dengan menggunakan standard API RP19C. Analisis laboratorium meliputi *turbidity*, *bulk density*, *specific gravity*, *acid solubility*, *roundness and sphericity*, *sieve analysis*, dan *crush resistance*. Pasir proppant dari lokasi 1 dengan mesh 40/70 paling layak digunakan sebagai *proppant*, dengan *crush resistance* yang baik yaitu 2-9%, *turbidity* yang rendah sebesar 172 NTU, dan *bulk density* yang ideal sebesar 1.497 g/cm³. Oleh karena itu, sampel pasir dari lokasi 1 dengan ukuran mesh 40/70 dianggap paling sesuai sebagai proppant pada operasi *hydraulic fracturing*, dengan karakteristik tekanan, *turbidity*, dan densitas yang optimal.

ABSTRACT

Hydraulic Fracturing is used as an operation to increase the amount of *hydrocarbon* in reservoirs with low permeability. *Proppant* has an important role in *hydraulic fracturing* operations, which is used to strengthen the fracture shape. This test aims to determine the quality of sand samples from 3 locations using API RP19C standards. Laboratory analysis includes *turbidity*, *bulk density*, *specific gravity*, *acid solubility*, *roundness and sphericity*, *sieve analysis*, and *crush resistance*. *Proppant* sand from location 1 with 40/70 mesh was most suitable for use as proppant, with good *crush resistance* of 2-9%, low *turbidity* of 172 NTU, and ideal *bulk density* of 1.497 g/cm³. Therefore, sand samples from location 1 with a mesh size of 40/70 are considered most suitable as proppant in *hydraulic fracturing* operations, with optimal pressure, *turbidity*, and density characteristics.

© LPMGB - 2024

Korespondensi:

E-mail: trilissetyo88@gmail.com (Trilis Setyo Rahayu)

PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya usia suatu sumur pada lapangan migas maka *hydrocarbon* semakin sulit diproduksi, sehingga terjadi penurunan produksi. Permasalahan ini terjadi salah satunya akibat rendahnya permeabilitas pada formasi *hydrocarbon* yang disebabkan oleh tersumbatnya jalur aliran, atau bahkan karena pada formasi lapangan sumurnya merupakan *reservoir shale*, sehingga sumur pada formasi *shale* cenderung tidak ekonomis. Untuk mengatasi permasalahan ini dibutuhkan stimulasi sumur dengan metode *hydraulic fracturing* sebagai solusi esensial (Australian Government 2014). Pengembangan migas non konvensional tidak semasih pengembangan pada lapangan konvensional, masalah yang sering terjadi yaitu penyumbatan frac, sehingga perlu dilakukan *fracturing plug* (Purwanto, A. & Khalid, I. 2022).

Hydraulic fracturing merupakan salah satu metode operasi injeksi fluida kedalam formasi batuan yang bertujuan untuk merekahkan formasi sehingga *hydrocarbon* yang terjebak didalam batuan dapat mengalir bebas ke sumur produksi. Tujuan metode *hydraulic* ini adalah meningkatkan produksi *reservoir* dengan lapisan formasi *shale*, meningkatkan *recovery factor*, memperpanjang umur sumur, serta peningkatan produksi dari *reservoir* yang terdalam ataupun formasi yang keras. Peningkatan dan penambahan cadangan harus dapat dipertanggungjawabkan secara ekonomi karena pekerjaan *hidraulik fracturing* membutuhkan biaya tinggi dan melibatkan peralatan berskala besar, oleh karena itu optimasi *hidraulik fracturing* baik perencanaan pemilihan/desain sumur serta pelaksanaan pekerjaan harus di terapkan supaya meningkatkan rasio keberhasilan operasi *fracturing* (Hamzah, K., Yasutra, A. & Irawan, D. 2021). *Tight sand* reservoir dan *low resistivity* membutuhkan stimulasi *hidraulik fracturing* untuk memaksimalkan produksi dan cadangan minyak dari zona (A. Pradipta, A. Wirawan, J. Mulia et al. 2020). Pada operasi *hydraulic fracturing*, dibutuhkan suatu media untuk menahan suatu rekahan akibat injeksi fluida ke batuan supaya rekahan tersebut dapat tetap terbuka sebagai jalur aliran, sehingga diperlukan media berupa *proppant* (Keshavarz et al. 2014).

Proppant digunakan sebagai penyokong hasil rekahan yang telah direkahkan sebelumnya menggunakan fluida perekah, supaya rekahan tetap terbuka dan meningkatkan laju alir *hydrocarbon* dari *reservoir* dengan signifikan (Swadesi et al. 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menguji tiga sampel

pasir dari tiga lokasi untuk mengetahui sampel yang cocok digunakan sebagai *proppant* pada operasi *hydraulic fracturing* dengan menguji beberapa parameter menggunakan *standard API RP19C* (API RP19C 2014).

BAHAN DAN METODE

Proppant sample yang berasal dari berbagai lokasi formasi yang berbeda memiliki kualitas dan karakteristik yang berbeda juga. Maka dari itu, sampel dari berbagai lokasi perlu diuji di laboratorium untuk mengetahui dan memasyikan kelayakan sampel untuk digunakan sebagai *proppant* dengan mempertimbangkan beberapa parameter yaitu, distribusi pasir, *Roundness & sphericity*, *crush resistance*, *sand properties* (*acid solubility*, *bulk density*, dan *turbidity*) (API RP19C 2014). Setelah dilakukan pengujian, dapat ditentukan sampel yang layak digunakan sebagai *proppant*. Alur penelitian dijabarkan pada Gambar 1.

Sieve Analysis

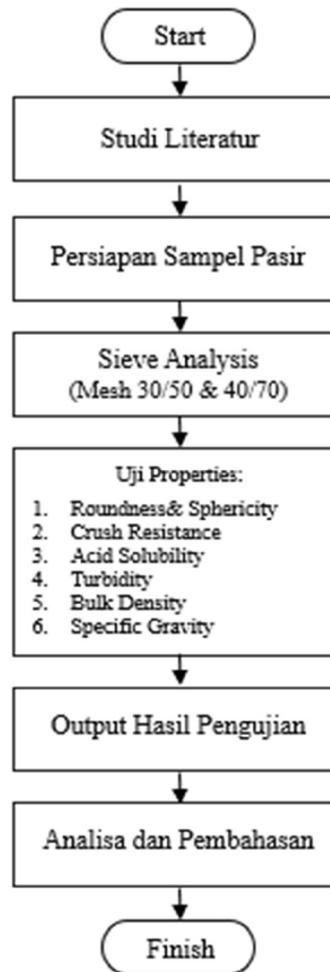
Pengujian *sieve analysis* digunakan untuk memberikan spesifikasi ukuran *proppant* yang diakui dan standar prosedur untuk memastikan metodologi yang konsisten untuk *sieve analysis*. Pada pengujian ini dilakukan menggunakan alat *sieve shaker* dan menggunakan prosedur dari *standard API RP19C* (API RP19C 2014).

Proppant Roundness and Sphericity

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan sebagai *report* bentuk dari partikel *proppant*. *Sphericity* merupakan pengujian untuk mengetahui seberapa dekat ukuran partikel *proppant* mendekati bentuk bola, sedangkan *roundness* yaitu ukuran *relative* dari ketajaman sudut atau kelengkungan (API RP19C 2014). Pengujian ini menggunakan alat mikroskop untuk mengetahui partikel dari sampel dan menggunakan prosedur *standard API RP19C*.

Crush Resistance

Pengujian ini digunakan untuk menentukan jumlah *proppant* yang dihancurkan dengan diberi *stress*, dan dapat membandingkan ketahanan *crush resistance* pada *proppant*. Semakin tinggi nilai kehancuran, maka *proppant* semakin rentan hancur dan mengurangi efisiensi pada operasi *hydraulic fracturing* (Zdunczyk 2014). Pengujian ini menggunakan *carver* sebagai alat untuk menghancurkan ketahanan sampel dan menggunakan prosedur *standard API RP19C*.



Gambar 1
Alur penelitian

Acid Solubility

Pengujian ini digunakan untuk menentukan kesesuaian *proppant* untuk digunakan dalam aplikasi dimana *proppant* dapat bereaksi dengan asam, yaitu dengan 12% HCl, dan 3% HF. Kelarutan *proppant* dalam 12:3 pada HCl : HF, merupakan indikasi jumlah bahan yang dapat larut, misalnya karbonat, feldspar, oksida besi, lempung, dll, yang terdapat didalam kandungan *proppant* (API RP19C). Prosedur pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *standard* API RP19C.

Turbidity

Pengujian ini digunakan untuk menentukan jumlah partikel tersuspensi atau material lain yang terbagi-bagi secara halus (Eberhardt & Amini 2020). Semakin tinggi angka kelarutan, semakin banyak partikel tersuspensi. Hasil pengujian dinyatakan dalam satuan kekeruhan *nephelometric* (NTU), atau satuan *turbidity formazin* (FTU), yang setara ketika formazin digunakan sebagai *standard* kalibrasi

(API RP19C). Pada prosedur pengujian *turbidity* menggunakan *standard* API RP19C.

Bulk Density

Pengujian ini untuk menggambarkan massa suatu material yang mengisi volume tertentu, termasuk baik partikel padat maupun ruang kosong antara partikel (porositas). Pada *proppant*, ini termasuk ruang antara butiran dan porositas internal didalam butiran *proppant* (API RP19C). pada pengujian ini dilakukan dengan *standard* API RP19C.

Specific Gravity

Pengujian ini digunakan untuk menentukan densitas absolut, yang didasarkan pada hukum Boyle, yaitu tekanan pada saat mengisi ruang sampel dengan gas dan kemudian membuang gas tersebut ke ruang kosong kedua, memungkinkan perhitungan volume fase padat sampel. Karena densitas dan volume gas yang sangat rendah dibandingkan dengan *proppant*, hasilnya sangat mendekati densitas *proppant* yang sebenarnya (Effendi & Firdaus 2023). Pengujian

ini diawali dengan menyiapkan sampel pasir dan memasukan *cell* untuk ditimbang, kemudian dimasukan kedalam alat ULTRAPY 1200e seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada prosedur penggunaan alat, masuk ke menu komputer, lalu pilih “run” (*setting* sesuai *type* alat yang digunakan) lalu *save*. Kemudian pilih opsi sampel (masukan nama dan berat sampel yang sudah ditimbang) lalu *save*. Setelah itu, tekan tombol “rev” untuk *review specific gravity sample*, lalu tekan “start”, tunggu hingga *run* selesai (*completed*), kemudian tekan tombol “rev” pada alat untuk mengetahui hasilnya (Manual 2009).

HASIL DAN DISKUSI

Hasil analisa *sieve shaker*

Pada hasil penelitian ini dilakukan pengujian *sieve shaker* terhadap tiga sampel pasir yang diambil dari tiga lokasi yang berbeda dengan ukuran *mesh* 30/50 dan 40/70, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Tujuannya untuk mengetahui sampel pasir dari lokasi mana yang cocok digunakan sebagai *proppant*, meskipun dengan ukuran *mesh* yang digunakan sama. Faktor lainnya seperti, kekuatan material dari tekanan dan juga dari larutan asam dapat sebagai pertimbangan (Serenko et al. 2020).



Gambar 2
ULTRAPY 1200e



Gambar 3
Sampel sebelum diayak

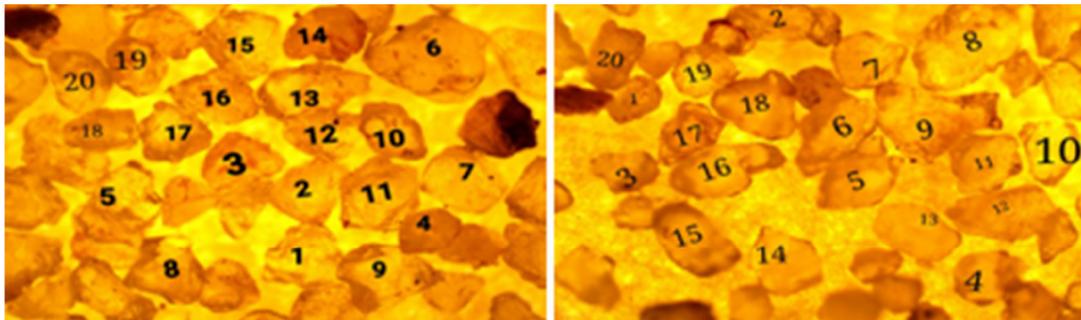


Gambar 4
Sampel setelah diayak

Hasil analisa *roundness* dan *sphericity*

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian *roundness & sphericity* menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10-40 kali. Pada Gambar 5 merupakan hasil pengujian pada lokasi 1. Dari hasil gambar tersebut dapat dievaluasi bahwa pada lokasi 1 dengan *mesh* 30/50 didapatkan *sphericity* 0.78 dan *roundness* sebesar 0.53, sedangkan untuk ukuran *mesh* 40/70 didapatkan nilai *sphericity* sebesar 0.68, dan *roundness* 0.58. Hasil analisa pada setiap sampel pada lokasi 1 terdapat pada Tabel 3.

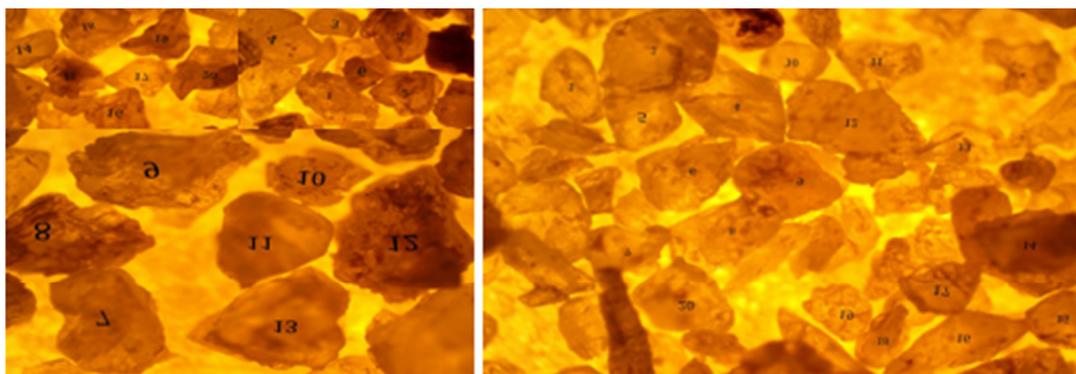
Pada lokasi 2, dilakukan pengujian *sphericity* dan *roundness* menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10-40 kali. Pada Gambar 6 adalah hasil pengujian menggunakan mikroskop pada lokasi 2. Dari hasil gambar tersebut dapat dievaluasi bahwa pada lokasi 2 dengan *mesh* 30/50 didapatkan nilai *sphericity* 0.67 dan *roundness* 0.4, sedangkan untuk ukuran *mesh* 40/70 didapatkan nilai *sphericity* sebesar 0.67 dan *roundness* 0.48. Hasil analisa pada setiap sampel pada lokasi 2 terdapat pada Tabel 4.



Gambar 5
Sample 1 *mesh* 30/50 (kiri) dan *mesh* 40/70 (kanan)

Table 1
Nilai *roundness* dan *sphericity* pada sampel lokasi 1

No	Foto Sample	Mesh 30/50		Mesh 40/70	
		R	S	R	S
1	1	0.5	0.7	0.7	0.7
2	2	0.5	0.9	0.5	0.5
3	3	0.3	0.7	0.3	0.5
4	4	0.9	0.9	0.5	0.7
5	5	0.3	0.5	0.5	0.7
6	6	0.5	0.7	0.5	0.7
7	7	0.5	0.9	0.7	0.9
8	8	0.3	0.7	0.7	0.7
9	9	0.3	0.7	0.5	0.5
10	10	0.7	0.9	0.5	0.7
11	11	0.5	0.9	0.5	0.7
12	12	0.5	0.7	0.7	0.5
13	13	0.5	0.7	0.9	0.5
14	14	0.7	0.9	0.5	0.9
15	15	0.7	0.9	0.9	0.7
16	16	0.3	0.7	0.7	0.5
17	17	0.5	0.9	0.3	0.7
18	18	0.3	0.5	0.7	0.9
19	19	0.9	0.9	0.5	0.9
20	20	0.9	0.9	0.5	0.7
	Rata-rata	0.53	0.78	0.58	0.68
	Spesifikasi	Min 0.6		Min 0.6	



Gambar 6
Sample 2 *mesh* 30/50 (kiri) dan *mesh* 40/70 (kanan)

Table 2
Nilai *roundness* dan *sphericity* pada sampel lokasi 2

No	Foto Sample	Mesh 30/50		Mesh 40/70	
		R	S	R	S
1	1	0.3	0.75	0.7	0.9
2	2	0.3	0.7	0.5	0.9
3	3	0.5	0.5	0.9	0.9
4	4	0.5	0.5	0.3	0.7
5	5	0.5	0.9	0.9	0.9
6	6	0.3	0.7	0.3	0.7
7	7	0.3	0.9	0.3	0.7
8	8	0.3	0.5	0.5	0.7
9	9	0.3	0.5	0.5	0.9
10	10	0.3	0.7	0.9	0.9
11	11	0.7	0.9	0.3	0.7
12	12	0.3	0.9	0.3	0.5
13	13	0.3	0.7	0.3	0.5
14	14	0.7	0.5	0.3	0.7
15	15	0.3	0.7	0.5	0.9
16	16	0.5	0.7	0.3	0.5
17	17	0.7	0.7	0.3	0.7
18	18	0.3	0.9	0.5	0.7
19	19	0.3	0.5	0.5	0.9
20	20	0.3	0.5	0.5	0.9
	Rata-rata	0.40	0.67	0.48	0.76
	Spesifikasi	Min 0.6		Min 0.6	

Pada lokasi 3, dilakukan pengujian *sphericity* dan *roundness* menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10-40 kali. Berikut hasil pengujian menggunakan mikroskop di lokasi 3 pada Gambar 7.

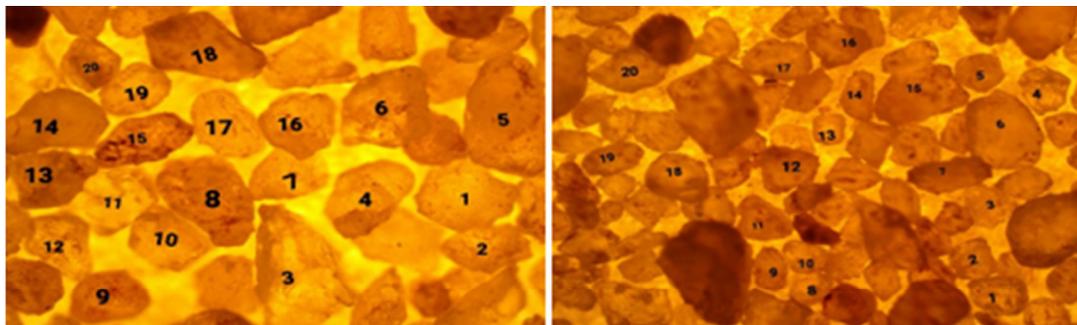
Dari hasil Gambar 7 dapat dievaluasi bahwa pada lokasi dengan *mesh* 30/50 didapatkan nilai *sphericity*

sebesar 0.81, dan nilai *roundness* sebesar 0.59, sedangkan untuk ukuran *mesh* 40/70 didapatkan nilai *sphericity* sebesar 0.8, dan nilai *roundness* 0.61. Nilai hasil evaluasi pada setiap sampel lokasi 3 terdapat pada Tabel 3. Pada Gambar 8 didapatkan perbandingan hasil pengujian *sphericity* dan

Screening Pasir Alam sebagai *Proppant* Berdasarkan Standar API RP19C
(Trilis Setyo Rahayu dkk.)

roundness dari masing-masing lokasi dan ukuran *mesh*. Pada pengujian ini sampel yang paling sesuai dengan *standard* yaitu sampel lokasi 3 dengan *mesh* 40/70 yang memiliki nilai *sphericity* 0.8 dan

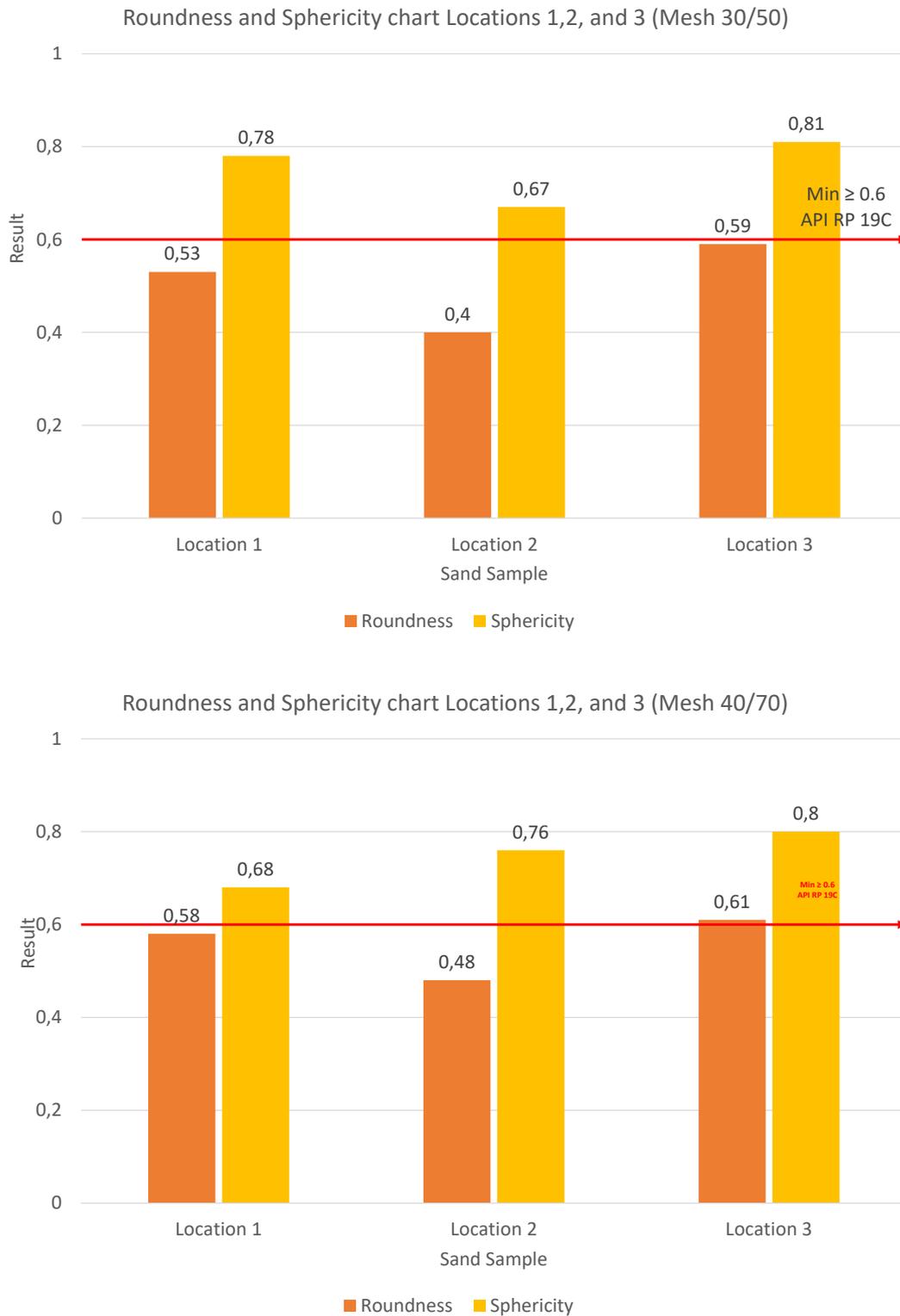
roundness 0.61. Sedangkan sampel lokasi 2 memiliki nilai kurang dari 0.6 (ukuran standar API RP19C sebesar 0.6), maka butiran pasirnya kurang bagus dan permeabilitas antar partikel rendah (Manual 2019).



Gambar 7
Sample 3 *mesh* 30/50 (kiri) dan *mesh* 40/70 (kanan)

Table 3
Nilai *roundness* dan *sphericity* pada sampel lokasi 3

No	Foto Sample	Mesh 30/50		Mesh 40/70	
		R	S	R	S
1	1	0.5	0.9	0.7	0.9
2	2	0.5	0.7	0.5	0.9
3	3	0.3	0.7	0.5	0.9
4	4	0.7	0.9	0.3	0.9
5	5	0.7	0.9	0.7	0.9
6	6	0.5	0.9	0.9	0.9
7	7	0.5	0.7	0.3	0.5
8	8	0.7	0.9	0.9	0.9
9	9	0.9	0.9	0.7	0.9
10	10	0.7	0.9	0.9	0.9
11	11	0.5	0.9	0.5	0.7
12	12	0.5	0.7	0.7	0.9
13	13	0.3	0.7	0.7	0.9
14	14	0.5	0.7	0.5	0.7
15	15	0.7	0.5	0.5	0.7
16	16	0.5	0.9	0.5	0.7
17	17	0.7	0.9	0.7	0.7
18	18	0.5	0.7	0.9	0.9
19	19	0.9	0.9	0.5	0.5
20	20	0.7	0.9	0.3	0.7
	Rata-rata	0.59	0.81	0.61	0.80
	Spesifikasi	Min 0.6		Min 0.6	

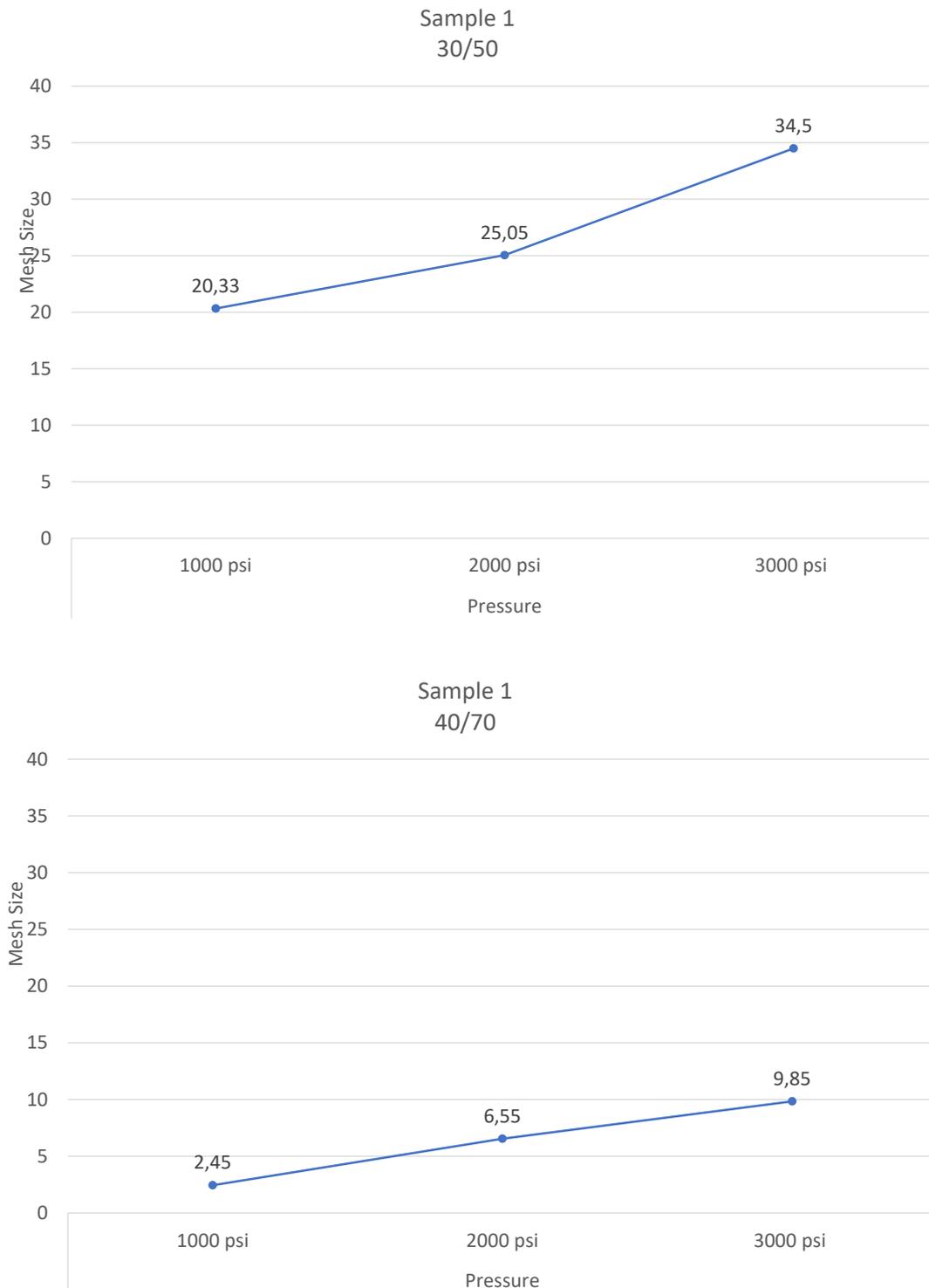


Gambar 8
Hasil analisa uji *roundness* dan *sphericity* pada mesh 30/50 (bawah) dan mesh 40/70 (atas)

Hasil analisa *crush resistance*

Pada penelitian ini dilakukan uji *crush resistance* yang bertujuan untuk menguji kekuatan kehancuran dari sampel pasir dengan tekanan yang telah

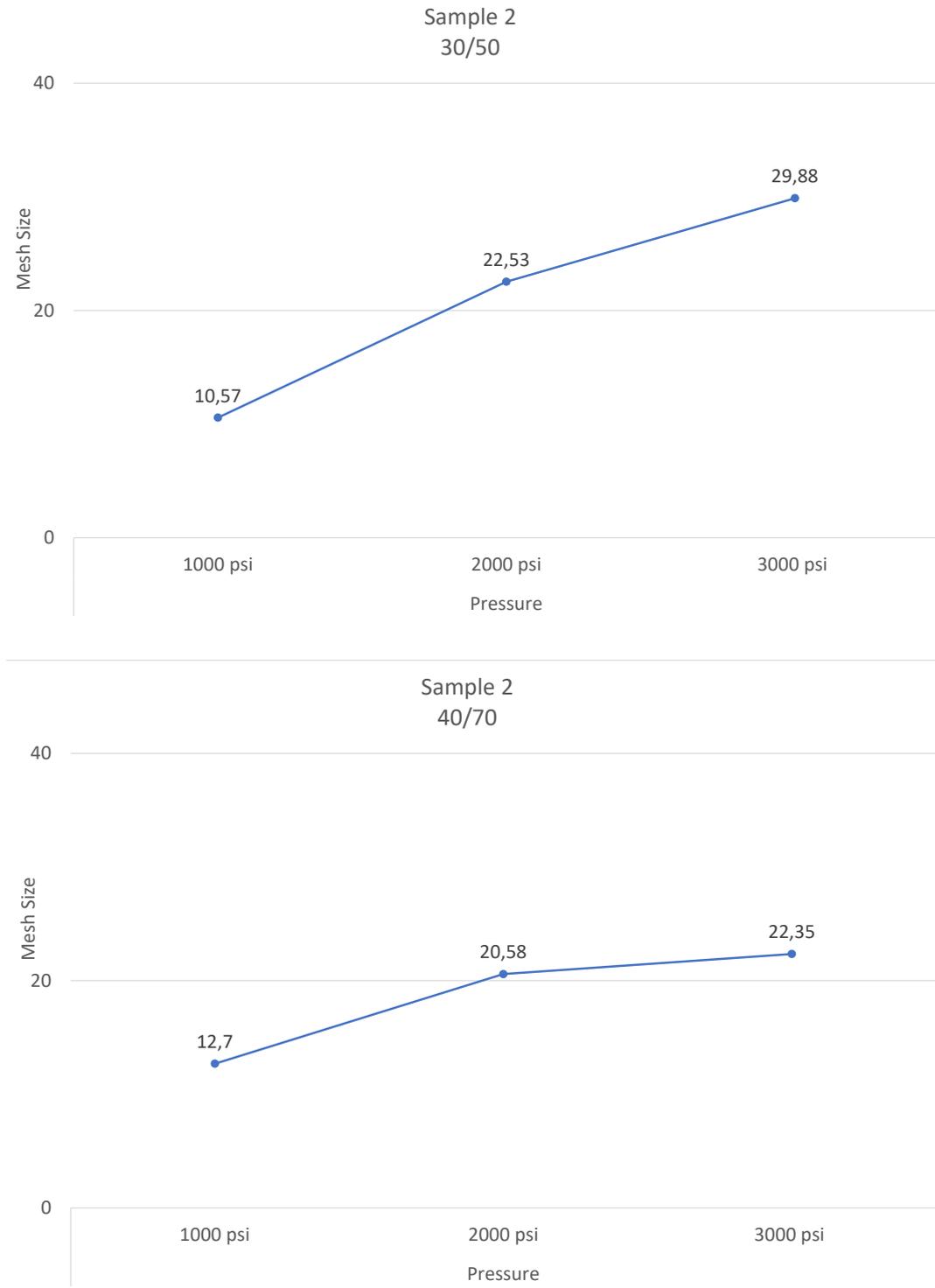
ditentukan. Dengan menguji dari sampel ketiga lokasi dengan masing-masing ukuran *mesh*. Pada Gambar 9, menunjukkan hasil *crush resistance* pada lokasi 1 *mesh* 30/50 dan *mesh* 40/70 dengan diberi tekanan sebesar 1000, 2000, dan 3000 psi.



Gambar 9 Hasil analisa *crush resistance* pada *sample* 1, *mesh* 30/50 (atas), *mesh* 40/70 (bawah)

Berdasarkan Gambar 9, pada lokasi 1, *mesh* 30/50, menunjukkan pada tekanan 1000 psi, nilai presentase kehancuran sebesar 20.33%, pada tekanan 2000 psi sebesar 25.05%, dan pada tekanan 3000 psi presentase kehancuran sebesar 34.50%. Sedangkan

pada ukuran *mesh* 40/70, presentase kehancuran pada tekanan 1000 psi sebesar 2.45%, tekanan 2000 psi sebesar 6.55%, dan pada tekanan 3000 psi sebesar 9.85%.

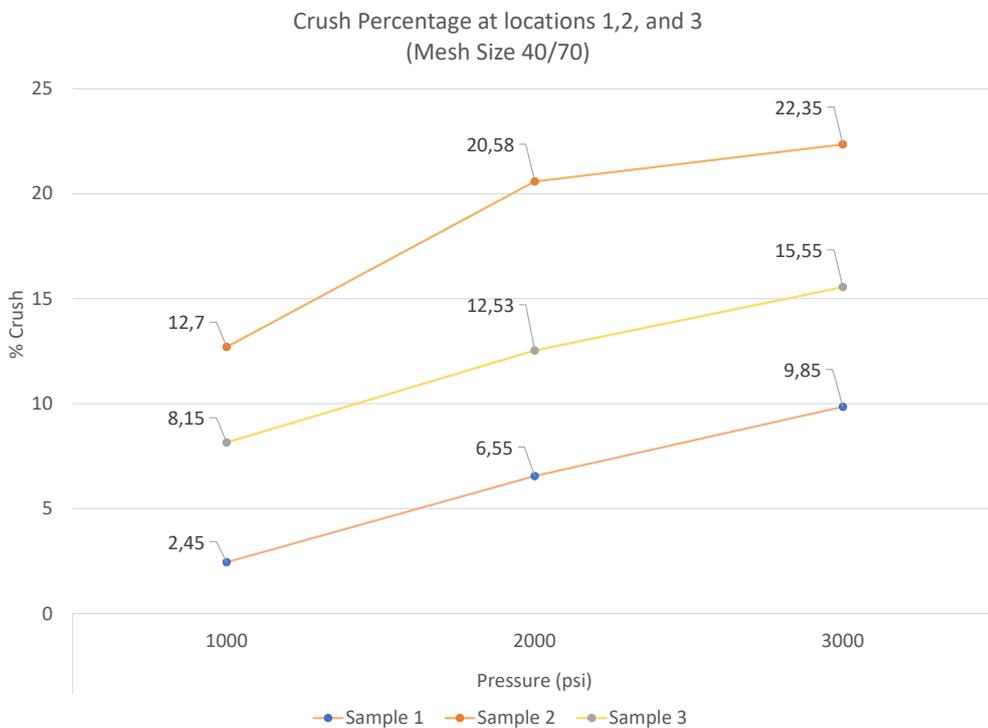
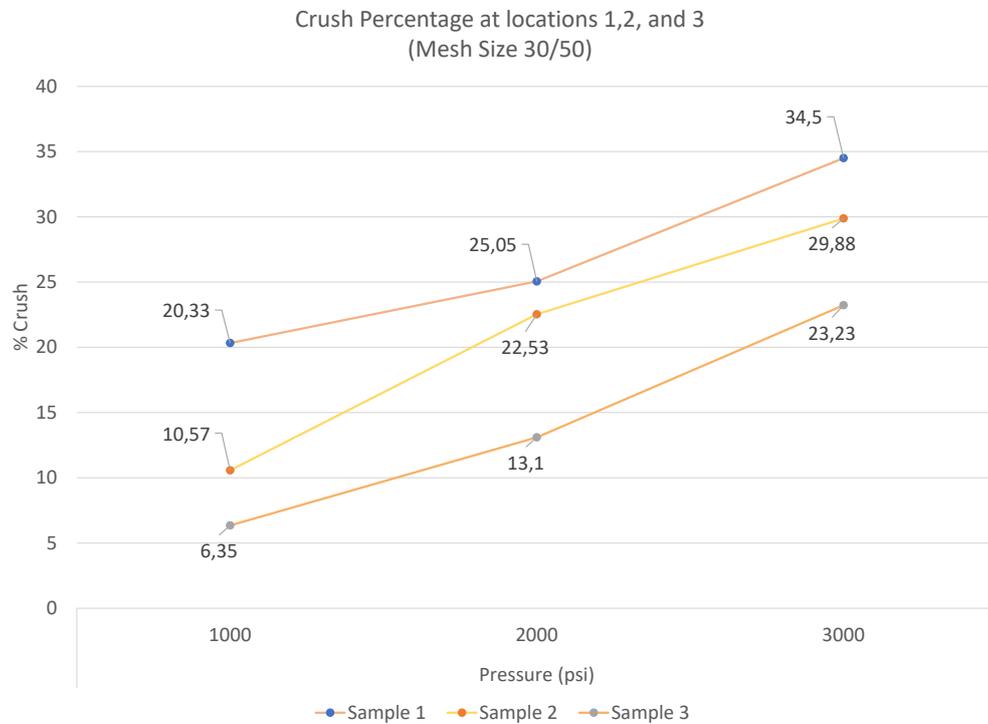


Gambar 10 Hasil analisa *crush resistance* pada *sample 2*, *mesh* 30/50 (atas) *mesh* 40/70 (bawah)

Screening Pasir Alam sebagai *Proppant* Berdasarkan Standar API RP19C
(Trilis Setyo Rahayu dkk.)

Berdasarkan pada Grafik 2, pada lokasi 2, ukuran mesh 30/50 dengan diberi tekanan 1000 Psi, nilai presentase kehancuran sebesar 10.57%, pada tekanan 2000 psi sebesar 22.53%, dan pada tekanan 3000 psi, presentase kehancuran sebesar 29.88%. Sedangkan

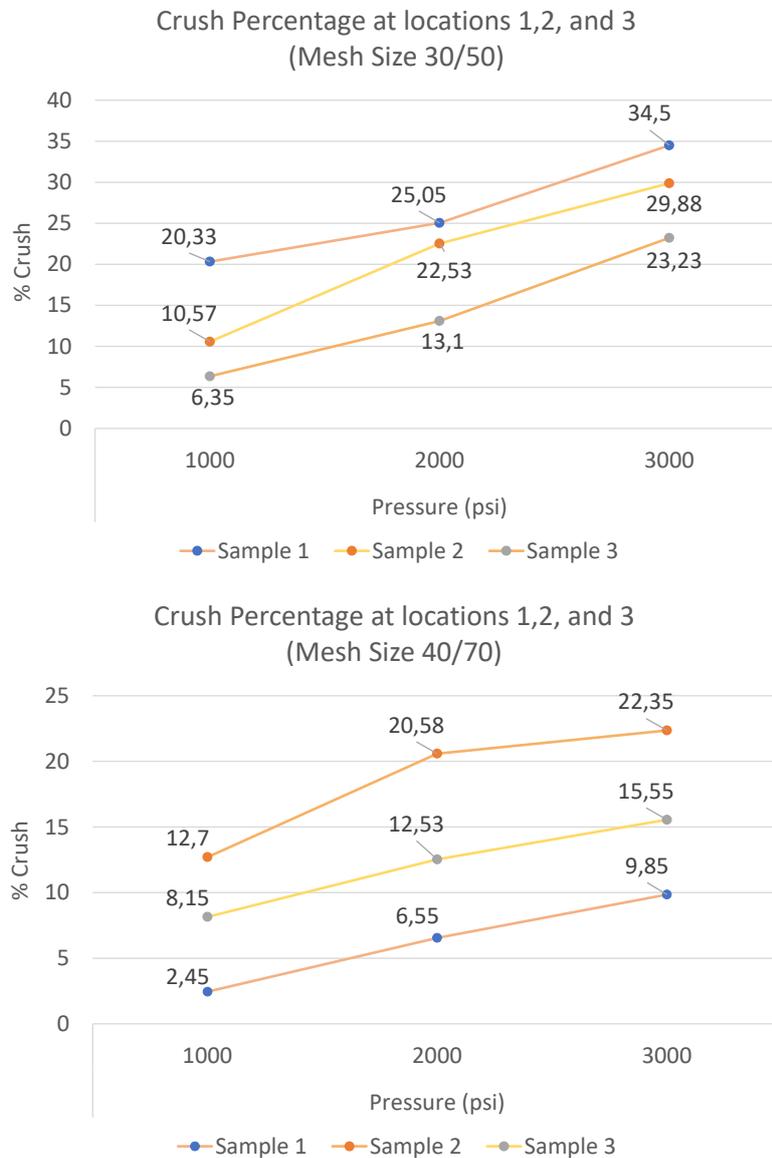
pada ukuran *mesh* 40/70 dengan diberi tekanan pada 1000 psi, presentase kehancuran sebesar 12.70%, pada tekanan 2000 psi, sebesar 20.58%, dan pada tekanan 3000 psi, presentase kehancuran sebesar 22.35%.



Gambar 11
Hasil analisa *crush resistance* pada *sample* 3, *mesh* 30/50 (atas), *mesh* 40/70 (bawah)

Berdasarkan pada Grafik 3, pada lokasi 3 ukuran *mesh* 30/50 dengan diberi tekanan 100 psi, nilai presentase kehancuran sebesar 6.35%, pada tekanan 2000 psi sebesar 13.10%, dan pada tekanan 3000 psi, nilai presentase kehancuran sebesar 23.23%.

Sedangkan pada ukuran *mesh* 40/70 dengan diberi tekanan 1000 psi, nilai presentase kehancuran sebesar 8.15%, pada tekanan 2000 psi sebesar 12.50%, dan pada tekanan 3000 psi, nilai presentase kehancuran sebesar 15.55%.



Gambar 12
 Nilai *crush percentage* pada semua *sample*, *mesh* 30/50 (atas), *mesh* 40/70 (bawah)

Berdasarkan standard API RP19C, maksimum presentase kehancuran sebesar 10%. Hasil evaluasi berdasarkan pada Grafik 4, sampel pasir yang dapat digunakan yaitu sampel 1 dengan ukuran *mesh* 40/70. Sampel tersebut dapat menahan sampai dengan tekanan 3000 psi, dengan nilai presentase kehancuran sebesar 9.85%. Selain itu, sampel yang masih sesuai dengan maksimal dari *standard* yaitu

sampel 3 dengan ukuran *mesh* 30/50 pada tekanan 1000 psi, dengan nilai presentase kehancuran sebesar 6.35%, dan juga sampel 3 dengan ukuran *mesh* 40/70 pada tekanan 1000 psi, presentase nilai kehancuran sebesar 8.15%. Pada pengujian ini, sampel pasir lokasi 1 dengan ukuran *mesh* 40/70 lebih layak digunakan sebagai *proppant*.

Hasil analisa *acid solubility*

Pada pengujian *acid solubility* terhadap ketiga sampel pasir alam dengan menguji sampel pasir menggunakan larutan asam (HF dan HCl), dari ketiga sampel dengan lokasi dan ukuran *mesh* yang berbeda.

Table 4
Hasil analisa pengujian *acid solubility* pada sampel 1

Sample 1			
Properties	Unit	30/50	40/70
<i>Acid Solubility</i> (HF 3%+HCl 12%)	%	1.801	1.814
		98.199	98.186
Berat <i>Sample</i>	gr	5.00	5.00
Berat Kertas Awal (<i>Whatman</i> 42)	gr	0.628	0.629
Berat Kertas Akhir (<i>Whatman</i> 42)	gr	5.538	5.539

Table 5
Hasil analisa pengujian *acid solubility* pada sampel 2

Sample 2			
Properties	Unit	30/50	40/70
<i>Acid Solubility</i> (HF 3%+HCl 12%)	%	1.042	1.863
		98.958	98.136
Berat <i>Sample</i>	Gr	5.00	5.00
Berat Kertas Awal (<i>Whatman</i> 42)	Gr	0.351	0.358
Berat Kertas Akhir (<i>Whatman</i> 42)	Gr	5.299	5.264

Table 6
Hasil analisa pengujian *acid solubility* pada sampel 3

Sample 3			
Properties	Unit	30/50	40/70
<i>Acid Solubility</i> (HF 3%+HCl 12%)	%	2.685	3.082
		97.315	96.918
Berat <i>Sample</i>	gr	5.00	5.00

Berat Kertas Awal (<i>Whatman</i> 42)	gr	0.634	0.635
Berat Kertas Akhir (<i>Whatman</i> 42)	gr	5.499	5.481

Hasil pengujian *acid solubility* pada Table 4, 5, dan 6 menunjukkan bahwa lokasi 1 memiliki tingkat kelarutan asam sebesar 1.801-1.814%, lokasi 2 sebesar 1.042-1.863%, dan lokasi tiga sebesar 2.685-3.082%. Pada *standard* API RP19, memiliki syarat batas kelarutan pada uji *acid solubility* yaitu dengan tingkat kelarutan sebesar lebih dari sama dengan 3% ($\leq 3\%$). Dari hasil pengujian sampel 1, 2, dan 3, dapat disimpulkan bahwa lokasi 1 dan 2 memenuhi *standard* API RP19C (API RP19C 2014).

Hasil analisa *turbidity*

Pada pengujian *turbidity* pada sampel 1, 2, dan 3, untuk mengetahui tingkat kekeruhan pada masing-masing sampel pasir. Pada *standard* API RP19C, bahwa kualifikasi sebagai pasir *proppant* yaitu ≤ 250 NTU (API RP19C 2014). Hasil pengujian *turbidity* terlampir pada Table 7.

Table 7
Hasil analisa pengujian *turbidity* pada setiap sampel

Lokasi	Mesh	Turbidity Standard (≤ 250 NTU)
1	30/50	154 NTU
	40/70	172 NTU
2	30/50	1690 NTU
	40/70	1770 NTU
3	30/50	745 NTU
	40/70	785 NTU

Berdasarkan hasil pengujian *turbidity* pada Tabel 7, didapatkan hasil dari lokasi 1 memiliki nilai sebesar 154-172 NTU, pada lokasi 2 sebesar 1690-1770 NTU, dan pada lokasi 3 sebesar 745-785 NTU. Dapat disimpulkan bahwa lokasi satu memenuhi syarat kualifikasi pasir *proppant* pada *standard* API RP19C, dikarenakan memiliki nilai yang kurang dari sama dengan 250 NTU.

Hasil analisa *bulk density*

Pada pengujian *bulk density* dari ketiga sampel pasir dan masing-masing ukuran *mesh*, didapatkan perbedaan dari hasil nilai kerapatan dan kepadatan material pada Tabel 8.

Table 8

Hasil analisa pengujian *bulk density* pada setiap sampel

Loc	Mesh	Properties			
		Bulk Density	Berat Awal	V	Berat Akhir
		g/cm ³	gr	cc	gr
1	30/50	1.499	118.16	20	148.13
	40/70	1.497	118.16	20	148.09
2	30/50	1.313	118.16	20	144.42
	40/70	1.343	118.16	20	145.01
3	30/50	1.383	118.16	20	145.81
	40/70	1.435	118.16	20	146.86

Dari hasil data pengujian *bulk density* didapatkan dari masing-masing sampel, pada lokasi 1 memiliki nilai 1.499-1.497 g/cm³, pada lokasi 2 sebesar 1.313-1.343 g/cm³, dan pada lokasi 3 memiliki nilai sebesar 1.383-1.435 g/cm³. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa lokasi satu memiliki nilai kerapatan yang lebih ideal dibandingkan dengan lokasi lainnya. Hal tersebut dikarenakan pasir *proppant* yang memiliki nilai *bulk density* yang lebih tinggi cenderung lebih efektif dan memiliki kerapatan yang lebih ideal (Eberhardt & Amini 2020).

Hasil analisa *specific gravity*

Pada hasil *specific gravity* yang telah dilakukan untuk menentukan densitas absolut didapatkan hasil pada Tabel 9.

Table 9

Hasil analisa pengujian *specific gravity* pada setiap sampel

Lokasi	Mesh	Specific Gravity
		g/cc
1	30/50	2.6624
	40/70	2.6650
2	30/50	2.6840
	40/70	2.6816
3	30/50	2.6734
	40/70	2.6681

Pada hasil pengujian *specific gravity*, didapatkan nilai pada lokasi 1 sebesar 2.6624-2.6650 g/cc, lokasi 2 2.6840-2.6816 g/cc, dan lokasi 3, dengan nilai 2.6734-2.6681 g/cc.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dari pengujian pasir sebagai *proppant* untuk media *hydraulic fracturing* di laboratorium, serta pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Hasil Seluruh Pengujian

Dari hasil pengujian *roundness* dan *sphericity* menunjukkan bahwa sampel lokasi 3 dengan ukuran *mesh* 30/50 dan 40/70 memiliki nilai *sphericity* 0.8 dan *roundness* 0.61. Pada pengujian *crush resistance*, sampel lokasi 1 dengan ukuran *mesh* 40/70, menunjukkan nilai presentase kehancuran sebesar 9.85% pada tekanan 3000 psi, yang mana hasil tersebut memenuhi batas maksimal kehancuran yang telah ditetapkan API (10%). Oleh karena itu, sampel ini dapat digunakan dengan aman sebagai *proppant* dalam aplikasi tekanan tinggi. Pada pengujian *acid solubility* (HF & HCl), menunjukkan bahwa hasil sampel lokasi 1 dan 2 memiliki nilai 1.8%, yang mana nilai tersebut memenuhi *standard* API RP19C (kelarutan $\leq 3\%$). Pada hasil pengujian *turbidity* menunjukkan bahwa hanya sampel lokasi 1 yang memenuhi *standard* API RP19C dengan rentang nilai kekeruhan antara 154-172 NTU (≤ 250 NTU). Pada pengujian *bulk density*, sampel lokasi 1 memiliki nilai *bulk density* paling tinggi dibandingkan lokasi lain yaitu sebesar 1.497-1.499 g/cm³. Maka, *proppant* pada lokasi ini memiliki kerapatan yang baik. Dan dari hasil pengujian *specific gravity*, menunjukkan pada sampel lokasi 2 memiliki nilai *specific gravity* tertinggi (2.6816-2.684 g/cc), namun semua hasil masih sesuai rentan dan dapat diterima sebagai *proppant*.

Pemilihan *Proppant* Terbaik

Dari seluruh hasil pengujian, sampel pasir lokasi 1 dengan ukuran *mesh* 40/70 paling layak digunakan sebagai *proppant*. Karena pada sampel tersebut, memiliki nilai presentase *crush resistance* yang baik yaitu 2-9%, nilai *turbidity* yang rendah sebesar 172 NTU, dan *bulk density* yang ideal sebesar 1.497 g/cm³. Sedangkan untuk sampel lainnya, memiliki karakteristik yang memadai, namun sampel lokasi 1 secara keseluruhan lebih unggul dan juga mendekati *standard* API RP19C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PEM Akamigas Cepu dan Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi

(LEMIGAS) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di LEMIGAS. Serta kepada seluruh pihak yang membantu penulis dalam penyusunan penelitian.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, pada laboratorium pengujian pasir sebagai proppant dapat menentukan sampel pasir yang bagus dan sesuai kriteria berdasarkan standar API RP19C sehingga sampel tersebut sudah teruji dan dapat digunakan sebagai proppant untuk operasi hidraulik fracturing, sehingga proppant tersebut dapat diterapkan di lapangan.

DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN

Simbol	Definisi	Unit
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Units</i>	
FTU	<i>Formazin Turbidity Units</i>	
Psi	Pound per square inch	
HF	<i>Hidrogen Fluorida</i>	
HCl	<i>Hidrogen Klorida</i>	
g/cc	Gram per sentimeter kubik	
g/cm ³	Gram per sentimeter kubik	
V	Volume	

KEPUSTAKAAN

Australian Government, 2014, *Hydraulic fracturing ('fraccing') techniques, including reporting requirements and governance arrangements*. June, 60.

API RP 19C, 2014, *Recommended Practice for Measurement of Properties of Proppants Used in Hydraulic Fracturing and Gravel-Packing Operations*. American Petroleum Institute, Washington, DC.

Effendi, D., Firdaus, A.N., 2023, Penggunaan Pasir Proppant Sebagai Media *Hydraulic Fracturing* Menggunakan Standar Api - Rp 19C. *J. Appl. Sci.* <https://doi.org/10.36870/japps.v4i2.341>.

Eberhardt, E. & Amini, A., 2020, *Hydraulic Fracturing*. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, November.

Keshavarz, A., Yang, Y., Badalyan, A., Johnson, R. & Bedrikovetsky, P., 2014, *International Journal of Coal Geology Laboratory-based*

mathematical modeling of graded proppant injection in CBM reservoirs. *International Journal of Coal Geology*, 136, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2014.10.005>.

Kamal Hamzah, Amega Yasutra & Dedy Irawan, 2021, *Prediction of Hydraulic Fractured Well Performance using Empirical Correlation and Machine Learning*, *Scientific Contributions Oil and Gas*, 44 (2) PP., 141-152. DOI: 10.29017/SCOG.44.2.589.

Manual, O., 2019, *True Volume and Density Analyzer Operating Manual*.

Purwanto, A. & Khalid, I., 2022, Analisa Pekerjaan Membongkar Sumbat *Frac* Menggunakan *Coiled-Tubing* ada Sumur *Unkonvensional*. Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi, 56 (2), 77–88. DOI: 10.29017/LPMGB.56.2.1172

Pradipta, A., et al., 1, 2020, *Thru Tubing Fracturing Experience In Tight Sand Reservoir; Offshore North West Java*, *Scientific Contributions Oil and Gas*, 43 (1) pp, 41-49. DOI: 10.29017/SCOG.43.1.41-49.

Swadesi, B., Mia Ferian Helmy, M., Dewi Asmorowati, M., Susanti Rina Nugraheni, Me. & Roiduz Zumar Ahmad Azhar Ilyas, Me.S., 2021, Pengujian Laboratorium Statik Dan Dinamik *Fluida Perekah (Polimer)* Untuk Operasi *Hydraulic Fracturing*.

Serenko, T.J., n.d. *compiled by Mark E. Wolfe and J. D. Stucker*.

Zdunczyk, M., 2014, *The facts of frac*. *Industrial Minerals Journal*.