



POTENSI ENDAPAN SANDSTONE FORMASI NGRAYONG DI LINGKUNGAN BACKSHORE SEBAGAI BAHAN PROPPANT UNTUK PROSES HYDROFRACKING

Naya Vira Salsabila Hasiru^{1*}, Demmy Tyandra Fernanda¹, Daffa Pramudita¹, Arief Rahutama¹

¹Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Indonesia

*E-mail: salsabilanaya781@gmail.com

ABSTRAK

Dalam kegiatan *hydraulic fracturing* diperlukan *proppant* yang berfungsi untuk mengganjal rekahan yang telah terbentuk agar tidak menutup kembali. Ada beberapa faktor untuk mendasari pemilihan *proppant* yang baik yaitu ukuran dari butir, kualitas (kandungan *impurities*), derajat kebulatan serta kehalusan permukaan butiran dari *proppant*. Setiap tipe *proppant* memiliki *range* ketahanan sendiri terhadap tekanan, maka dari itu penentuan ukuran butiran dari *proppant* sangat mempengaruhi untuk dilakukannya *hydraulic fracturing* dikarenakan semakin besar ukuran dari *proppant*, maka semakin besar juga permeabilitas dari *proppant* tersebut. *Proppant* yang memenuhi spesifikasi *standard API RP - 19* adalah 90% dari berat *sample* material yang dilakukan *sieve analysis* harus berada di antara *mesh* dengan ukuran *mesh* terbesar dan terkecil yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil *sieve analysis 5 sample* untuk menentukan distribusi ukuran butiran, didapat hasil persentase yang hampir sama antar *sample*. *Sample 4* memiliki nilai persentase yang paling mendekati dengan *standard API RP-19C* yaitu 86%. Hasil kurang dari 90% yang didapatkan dapat disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu kurangnya *sample* yang diuji coba dan adanya pasir kuarsa yang berkurang saat pemindahan dari *sieve shaker* ke tempat pasir.

Kata kunci: *Proppant, Hydraulic Fracturing, Endapan Backshore, Formasi Ngrayong*

ABSTRACT

In hydraulic fracturing activities, proppant is needed which functions to prop up the fractures that have been formed so that they do not close again. There are several factors to base the selection of a good proppant, namely the size of the grain, quality (impurities content), degree of roundness, and smoothness of the grain surface of the proppant. Each type of proppant has its range of resistance to pressure, therefore the determination of the grain size of the proppant is very influential for hydraulic fracturing because the larger the size of the proppant, the greater the permeability of the proppant. Proppant that meets API RP - 19 standard specifications is 90% of the weight of the sample material carried out sieve analysis must be between the mesh with the largest and smallest mesh size that has been determined. Based on the results of the sieve analysis of 5 samples to determine the grain size distribution, the percentage results are almost the same between samples. Sample 4 has a percentage value that is closest to the API RP-19C standard, which is 86%. The results of less than 90% obtained can be caused by two possibilities, namely the lack of samples tested and the presence of reduced quartz sand when moving from the sieve shaker to the sandbox.

Keywords: *Proppant, Hydraulic Fracturing, Backshore Sediment, Ngrayong Formation*

1. PENDAHULUAN

Formasi Ngrayong merupakan salah satu formasi geologi yang berada di Indonesia terkhusus Pulau Jawa. Formasi ini berperan penting untuk eksplorasi migas di Indonesia. Formasi ini memiliki karakteristik yang penting, seperti lokasi dan penyebaran tepatnya, litologi dan lingkungan pengendapannya. Formasi Ngrayong ditemukan di Cekungan Jawa Timur Utara, yang meliputi area Cepu, Rembang, dan sekitarnya. Sedangkan litologi pada formasi Ngrayong biasanya dominan di isi dengan batu pasir kuarsa, sehingga reservoirnya *sandstone*. Pasir pada reservoirnya bervariasi mulai dari halus hingga kasar. Lingkungan pengendapan formasi ini berada pada lingkungan transisi meliputi deltaik hingga laut dangkal [1]. Pasir kuarsa pada penelitian ini diambil pada Formasi Ngrayong dan merupakan endapan *backshore*-nya.

Endapan *backshore* adalah suatu bagian dari pantai yang berada di atas jangkauan pasang tertinggi dan jarang terpengaruh oleh ombak kecuali selama badai atau cuaca ekstrim. Endapan *backshore* memiliki karakteristiknya sendiri, sebagai contoh yaitu jenis sedimen, sortasi, struktur, dan proses pengendapannya. Pada umumnya, endapan *backshore* disusun oleh pasir kuarsa yang kasar bahkan sangat kasar. Ukuran butir yang lebih besar dari area *foreshore* dan mengandung material kerikil dan pecahan kerang juga merupakan jenis sedimen dari endapan *backshore*. Sortasi pada endapan *backshore* biasanya baik, karena material terendap oleh angin atau air dalam kondisi yang baik. Untuk struktur, pada endapan *backshore* umumnya struktur dengan laminasi silang (*crossbedding*), dan *ripples* juga dapat terbentuk karena *transport* sedimen oleh angin. Selain dihasilkan dari proses alami dari angin maupun air, aktivitas manusia juga berpengaruh pada karakter dan distribusi endapan ini [2].

Sampai saat ini kebutuhan energi yang bersumber dari minyak dan gas masih menjadi pilihan utama berbagai industri. Walaupun disisi lain, banyak sekali industri yang

sedang mengembangkan energi alternatif pengganti minyak dan gas bumi. Industri migas merupakan salah satu industri utama dalam pembangunan nasional, baik dalam hal kebutuhan energi maupun dalam penambahan devisa negara ini. Sebab itu, sampai sekarang upaya pengembangan dan peningkatan produksi minyak dan gas dilakukan terus menerus karena menjadi salah satu aset yang sangat berharga.

Sumur minyak dan gas di Indonesia tergolong banyak, baik yang masih dalam proses pengembangan maupun sudah tahap produksi. Pada produksi minyak dan gas, awalnya memakai tekanan dari reservoir itu sendiri. Namun seiring berjalannya waktu tekanan tersebut tidak mampu mengalirkan fluida sampai ke atas (*surface facilities*). Karena penurunan tekanan itu, dilakukanlah metode *secondary recovery*. Pada metode *secondary recovery* biasanya memakai *artificial lift* yang merupakan alat untuk membantu pengangkatan minyak dan gas pada keadaan ketika tekanan pada suatu reservoir tidak dapat mengalirkan minyak dan gasnya sendiri [3]. Setelah memakai *artificial lift* pun penurunan produksi masih dapat terjadi. Ketika hal tersebut terjadi, biasanya hal yang dilakukan adalah dengan menstimulasi sumur.

Stimulasi sumur adalah proses perangsangan atau perbaikan suatu sumur yang bertujuan untuk meningkatkan permeabilitas formasi guna peningkatan laju produksi pada sumur[4]. Metode stimulasi sumur menggunakan asam dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu *acidizing*, *acid fracturing*, dan *hydraulic fracturing*. *Acidizing* prinsip utamanya adalah melarutkan material penghambat aliran dalam reservoir dengan menginjeksikan asam. *Acid fracturing* merupakan gabungan antara perekahan hidraulik dan injeksi asam. Sedangkan *hydraulic fracturing* adalah metode merekahkan batuan dengan tujuan memperbesar permeabilitas aliran yang akan melewati batuan [5]. Metode yang dianalisa pada penulisan ini adalah metode *hydraulic fracturing*.

Hydraulic Fracturing adalah salah satu metode utama dalam dunia perminyakan untuk meningkatkan produktivitas sumur. Dalam mekanismenya, dilakukan pemompaan fluida perekah kedalam formasi dengan tekanan yang lebih besar dari tekanan rekah formasi [6]. Tujuan dari dilakukan *hydraulic fracturing* adalah untuk membentuk saluran yang konduktif dan kontinu yang menembus reservoir. Rekahan yang terbentuk formasi akan meningkatkan nilai dari konduktivitas yang lebih tinggi dan baik. *Hydraulic fracturing* biasanya dilakukan pada sumur dengan tipe *shale reservoirs*, tetapi bisa juga digunakan pada sumur dengan tipe *tight reservoirs*. *Tight reservoir* adalah tempat fluida hidrokarbon terakumulasi di reservoir karbonat yang memiliki permeabilitas *matrix seal rock* kurang dari atau sama dengan 0,1 mD dan memiliki nilai porositas *matrix* sekitar 3% - 10% [7].

Pada metode *hydraulic fracturing*, reservoir memerlukan penggunaan material pengganjal. Material pengganjal tersebut adalah *proppant*, yang merupakan benda padat yang berbentuk pasir. *Proppant* berfungsi untuk menahan rekahan yang telah dibuat, sehingga kapasitas aliran minyak atau gas dari formasi ke lubang sumur lebih baik dan meningkat. Jenis *proppant* terbagi menjadi alami dan *artificial*. Umumnya yang alami berbahan dasar batu pasir silika yang murni, sedangkan untuk *artificial* biasanya menggunakan *proppant* sintesis yang telah dibuat dari bahan seperti keramik dan resin yang telah disaring [8].

Proppant yang digunakan untuk stimulasi *hydraulic fracturing* akan membuat suatu rekahan area *geometry* dimana menyatakan hasil dalam bentuk dari rekahan (*propped half length*), lebar dari rekahannya (*width fract*), serta tinggi dari rekahan (*height fract*) [9]. Hasil dari bentuk *geometry* yang dihasilkan akan menjadi dasar dari penentuan hasil serta estimasi produksi setelah dilakukan pekerjaan *hydraulic fracturing*. Besar dari *proppant* yang diinjeksikan secara teori akan menghasilkan bentuk dari *geometry* dimana semakin luas yang terdampak terhadap besar dari laju alir produksi sumur setelah di-

lakukan stimulasi menggunakan *hydraulic fracturing* [10].

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan saat pemilihan *proppant*, yaitu ukuran butir (*granularity*), distribusi (*uniform*), kualitas (kandungan *impurities*), derajat kebundaran serta kehalusan permukaan butiran (*roundness* dan *sphericity*) [11]. Tidak hanya itu kekuatan dalam mengganjal rekahan dari *proppant* yang mengalami *stress* yang melebihi batas kekuatannya akan mengakibatkan *proppant* menjadi hancur.

Penentuan ukuran *proppant* tergantung dari besarnya lubang perforasi, apabila semakin besar ukuran *proppant* yang digunakan maka semakin besar permeabilitas dari sebuah *proppant*. Semakin kecil permeabilitas, maka untuk mencapai konduktivitas yang besar tidak diperlukan *proppant* dengan ukuran besar. Ukuran *proppant* berpengaruh pada ketahanan tekanan yang dapat diterima oleh sebuah *proppant* [12]. Penentuan distribusi butiran dapat ditentukan dengan menentukan partikel rata - rata dari sebuah *proppant*.

2. METODE

Pada penelitian ini digunakan batu pasir kuarsa dari formasi Ngrayong sebagai sampel yang diujikan. Sampel batu pasir kuarsa tersebut dianalisis menggunakan metode *sieve analysis*. Pengujian ini digunakan untuk menentukan distribusi ukuran partikel dari sampel *proppant*. Saringan yang dikalibrasi ditumpuk sesuai dengan praktik yang direkomendasikan API STD-19C dan diisi dengan sejumlah bahan untuk *proppant* yang telah diukur sebelumnya. Tumpukan tersebut ditempatkan dalam *sieve shaker* selama 10 menit, kemudian jumlah pada setiap saringan diukur dan persentase berat dihitung pada setiap saringan. Minimal 90% dari sampel *proppant* yang diuji harus berada di antara ukuran saringan yang ditentukan. Tidak lebih dari 0,1% dari total *sample* yang diuji harus lebih besar dari ukuran saringan pertama dan tidak lebih dari 1,0% harus jatuh di atas *mesh*. Persentase ukuran dalam, diameter partikel rata-rata, dan diameter partikel *median* di-

hitung yang berhubungan langsung dengan kapasitas aliran rekahan yang disangga dan produktivitas reservoir [13].

Berikut metodologi dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Pengambilan *sample* batu pasir kuarsa dari formasi Ngrayong.
2. Timbang *sample* dengan berat 800 gram, lalu pindahkan ke dalam nampan *oven*.
3. Pengeringan *sample* menggunakan *drying oven vacuum* selama 5 jam.
4. Persiapan *sample* dengan membagi menjadi 5 wadah *sample* yang masing-masing wadah memiliki berat 150 gram.
5. Dilakukan *sieve analysis* menggunakan *sieve shaker* selama 10 menit setiap *sample* dengan menggunakan ukuran *mesh* 10, 20, 40, 60, 120, dan *mesh* untuk wadah penampung.
6. Setelah proses pengayakan, timbang berat butiran yang tertahan di masing-masing *mesh* dan yang jatuh di wadah penampung.
7. Analisis data yang telah didapat dari beberapa percobaan dengan menggunakan metode statistik dan analisis untuk menganalisa hasil pengujian.

3. PEMBAHASAN

Besar kecilnya *proppant* akan mempengaruhi luas geometri yang selanjutnya mempengaruhi nilai permeabilitas rekahan, sehingga semakin besar kontras permeabilitas rekahan maka semakin besar pula nilai produktivitasnya. *Proppant* yang digunakan da-

lam rekahan diharapkan dinyatakan dalam panjang bentuk rekahan, lebar rekahan, dan tinggi rekahan. Dalam menentukan *proppant*, ada dua kriteria utama yang menggambarkan *proppant* yang dapat digunakan dalam proses rekahan, yaitu jenis dan ukuran *mesh* yang digunakan untuk menentukan ukuran butir batuan. *Proppant* terdiri dari berbagai jenis yaitu pasir murni, pasir berlapis resin, keramik resistensi menengah, keramik resistensi tinggi, dan keramik komposit / bauksit.

Proppant yang memenuhi spesifikasi standard API RP - 19 adalah 90% dari berat *sample* material yang dilakukan *sieve analysis* harus berada di antara *mesh* dengan ukuran *mesh* terbesar dan terkecil yang telah di-tentukan. Semakin besar ukuran *mesh* maka akan semakin besar permeabilitas yang akan tercipta. Ukuran *mesh* berpengaruh pada ukuran lubang perforasi yang berkaitan dengan penempatan kedalam lubang sumur, semakin kecil diameter lubang perforasi maka ukuran *proppant* yang digunakan lebih besar.

Berdasarkan hasil *sieve analysis* ukuran butir terhadap 5 *sample* yang masing - masing *sample* memiliki berat awal 150 gram didapat hasil *sample* uji berat per *mesh* yang dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk penentuan persentase distribusi ukuran butir batuan dilakukan dengan cara menghitung berat pasir kuarsa yang tertahan di setiap *mesh* ayakan terhadap total berat awal, yang dihitung menggunakan persamaan berikut, dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 2.

$$Persentase = \frac{\text{Berat fraksi yang tertahan setiap mesh}}{\text{Berat sample awal} \times 100\%} \quad (1)$$

Tabel 1. Data Sortasi Ukuran Butir Batu Kuarsa

<i>Sample</i>	<i>Mesh</i> 10 (gr)	<i>Mesh</i> 20 (gr)	<i>Mesh</i> 40 (gr)	<i>Mesh</i> 60 (gr)	<i>Mesh</i> 120 (gr)	<i>Mesh</i> Penampung (gr)	Total Akhir (gr)
1	9,99	1,54	4,92	75,58	46,38	11,2	149,61
2	8,98	1,71	5,91	73,85	47,62	11,8	149,87
3	6,59	2,11	5,77	88,07	35,22	11,92	149,68
4	3,67	1,33	5,59	73,1	54,77	10,99	149,45
5	1,68	1,19	6,39	80,26	47,07	12,28	148,87

Tabel 2. Persentase Berat Pasir Kuarsa Yang Tertahan Terhadap Total Berat Awal

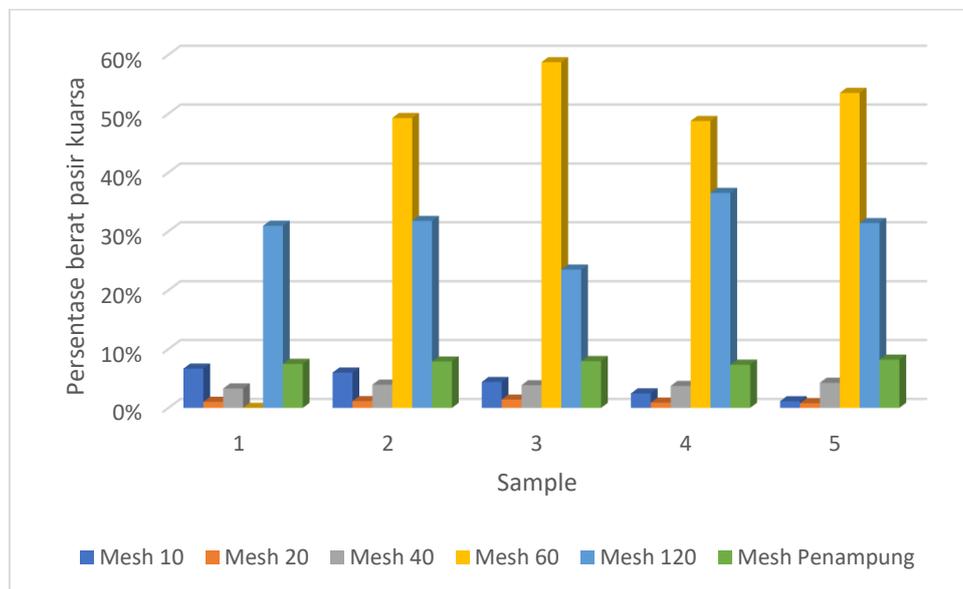
Sample	Mesh 10 (gr)	Mesh 20 (gr)	Mesh 40 (gr)	Mesh 60 (gr)	Mesh 120 (gr)	Mesh Penampung (gr)
1	7%	1%	3%	50%	31%	7%
2	6%	1%	4%	49%	32%	8%
3	4%	1%	4%	59%	23%	8%
4	2%	1%	4%	49%	37%	7%
5	1%	1%	4%	54%	31%	8%

Setelah mendapat hasil perhitungan persentase distribusi ukuran butir batuan per *mesh* setiap *sample*, dibuat grafik agar dapat melihat distribusi ukuran butir paling banyak agar dapat menentukan ukuran *proppant* yang sesuai standard API - RP 19C. Grafik distribusi ukuran butir batuan dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan grafik persentase distribusi ukuran butir dapat dilihat dari 5 *sample* yang telah dianalisis, dapat dilihat bahwa *mesh* yang mendekati standard API RP - 19C adalah *mesh* 60 dan *mesh* 120 sebagai batasan *mesh* masuk spesifikasi. Dapat dikatakan bahwa ukuran *mesh* yang sesuai untuk pembuatan *proppant* adalah *mesh* 60/120 dikarenakan sebagian besar *sample* material yang

di ayak harus berada di antara ukuran *mesh* terbesar dan terkecil yang telah ditetapkan. Dari hasil penambahan persentase antara *mesh* 60 dan *mesh* 120 didapatkan hasil penambahan yang paling mendekati nilai 90% adalah *mesh* 60/120 dari *sample* 4 yaitu 86%.

Hasil 86% yang didapatkan masih kurang dari 90% yang sesuai dengan Standard API RP - 19C. Hal tersebut dapat disebabkan karena dua hal, yaitu kurangnya *sample* yang di uji coba dan adanya pasir kuarsa yang berkurang saat pemindahan dari *Sieve Shaker* ke tempat pasir. Namun, hasil 86% yang dihasilkan sudah termasuk baik karena perbedaan dari 90% yang diharapkan tergolong tidak terlalu jauh.



Gambar 1. Grafik Persentase Berat Pasir Kuarsa

4. SIMPULAN

Dari penelitian mengenai penentuan ukuran *proppant* yang baik untuk *Hydraulic*

Fracturing, terdapat beberapa hasil yang dapat dirangkum sebagai berikut :

1. Hasil dari pengukuran 5 *sample* pada *Sieve Analysis* berurutan adalah 81%, 81%, 82%, 86%, dan 85%.

2. Hasil tersebut merupakan penjumlahan antara *mesh* yang paling besar dan paling kecil yang ditentukan, *mesh* 60 dan *mesh* 120
3. Pada pengukuran proppant yang mengacu pada STD API RP-19C, minimal 90% dari berat *sample* berdasar dari *mesh* yang ditentukan.
4. Hasil terbesar yang didapat adalah 86%, hasil tersebut sudah mendekati 90% yang ditentukan.
5. Hasil kurang dari 90% yang didapatkan dapat disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu kurangnya *sample* yang di uji coba dan adanya pasir kuarsa yang berkurang saat pemindahan dari *Sieve Shaker* ke tempat pasir.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada seluruh anggota tim penelitian ini yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh Dosen yang telah membantu dan membimbing penulis selama mengerjakan penelitian ini. Penelitian ini tidak akan berhasil tanpa dukungan dan bantuan dari Bapak/Ibu Dosen, dan para Teman-Teman Teknik Produksi Minyak dan Gas angkatan 2022. Sekali lagi diucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan memberikan *support* dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Dhamayanti, N. A. Raharjanti, and I. M. Hartanti, "Dinamika Sedimentasi Singkapan Formasi Ngrayong Dengan Analogi Lingkungan Pengendapan *Modern*, Studi Kasus Singkapan Polaman Dan Braholo Dengan Analogi Pesisir Pantai Utara Jawa", *In Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-9*, 6-7 Oktober, 2016.
- [2] B. Triadmojo, "Teknik Pantai", Yogyakarta: Beta Offset, 1999.
- [3] J. Niu, Q. Liu, Jing Lv, and B. Peng, "Review On Microbial Enhanced Oil Recovery: Mechanisms, Modeling and Field Trials", *Journal of Petroleum Science and Engineering*, Vol.192, Elsevier, September, 2020.
- [4] S. Robbi, "Evaluasi Keberhasilan Stimulasi Sumur Dengan Metode *Matrix Acidizing* Pada Sumur X Lapangan Y Untuk Meningkatkan Laju Produksi", S1 Thesis, Institut Teknologi Sains Bandung, 2019.
- [5] A. Mety, S. Rachmat, "Analisis Perencanaan Pengasaman Sumur Pada Sumur JRR-2 dan JRR-4 Dilapangan Y", *In Seminar Nasional Cendekiawan*, 2015.
- [6] R. Sudjati, and B. Danyel, "Komputasi Untuk Optimasi Keekonomian *Hydraulic Fracturing Vertikal* Di Sumur Minyak", *JTMGB*, Vol.10 No.1, Page 7, 2016.
- [7] I. A. Indah, H. M. Iqbal, and Y. Lia, "Desain *Hydraulic Fracturing Reservoir* Karbonat Menggunakan *Simulator* Di Sumur IQ Lapangan X", *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, Vol. 12 No.4, Hal. 247-261, Desember, 2023.
- [8] B. B. Ramos, C. Bin, and L. Chenfeng, "A Review On Proppant Transport Modelling", *Journal of Petroleum Science and Engineering Vol.204*, Elsevier, September, 2021.
- [9] N. Khairun, "Perencanaan Simulasi *Hydraulic Fracturing* Dengan Permodelan Simulator *Fraccade* Pada Sumur K Lapangan N", Tugas Akhir Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2022.
- [10] A. M. Alotaibi., and M. Jennifer L., "Slickwater Proppant Transport In Hydraulic Fractures: New Experimental Findings and Scalable Correlation", *SPE Prod. Oper*, PP. 164-178, 2017.
- [11] R. Toharuddin, "Evaluasi Perekahan Hidraulic Menggunakan *Proppant Carbolite* Di Lapangan X *Tight Reservoir* Pada Sumur T1 Dan 2", Tugas Akhir Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2015.
- [12] G. Zhang, M. Li, and M. Gutierrez, "Simulation Of The Transport And Placement Of Multi-Sized proppant In Hydraulic Fractures Using A Coupled CFD - DEM Approach", *Advanced Powder Technology*, 28, pp. 1704-1718, 2017.
- [13] API STD 19 C, "Measurement Of And Specifications For Proppants Used In Hydraulic Fracturing And Gravel-Packing Operations", *Second Edition*, August, 2018.