

**STUDI LABORATORIUM PENAMBAHAN SERBUK
DOLOMIT PADA SEMEN PEMBORAN TERHADAP
*COMPRESSIVE STRENGTH, SHEAR BOND STRENGTH, DAN
THICKENING TIME* BERDASARKAN VARIASI
KONSENTRASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

REINDY HIDAYATUL AKBAR

NPM 163210194



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

**STUDI LABORATORIUM PENAMBAHAN SERBUK
DOLOMIT PADA SEMEN PEMBORAN TERHADAP
*COMPRESSIVE STRENGTH, SHEAR BOND STRENGTH, DAN
THICKENING TIME* BERDASARKAN VARIASI
KONSENTRASI**

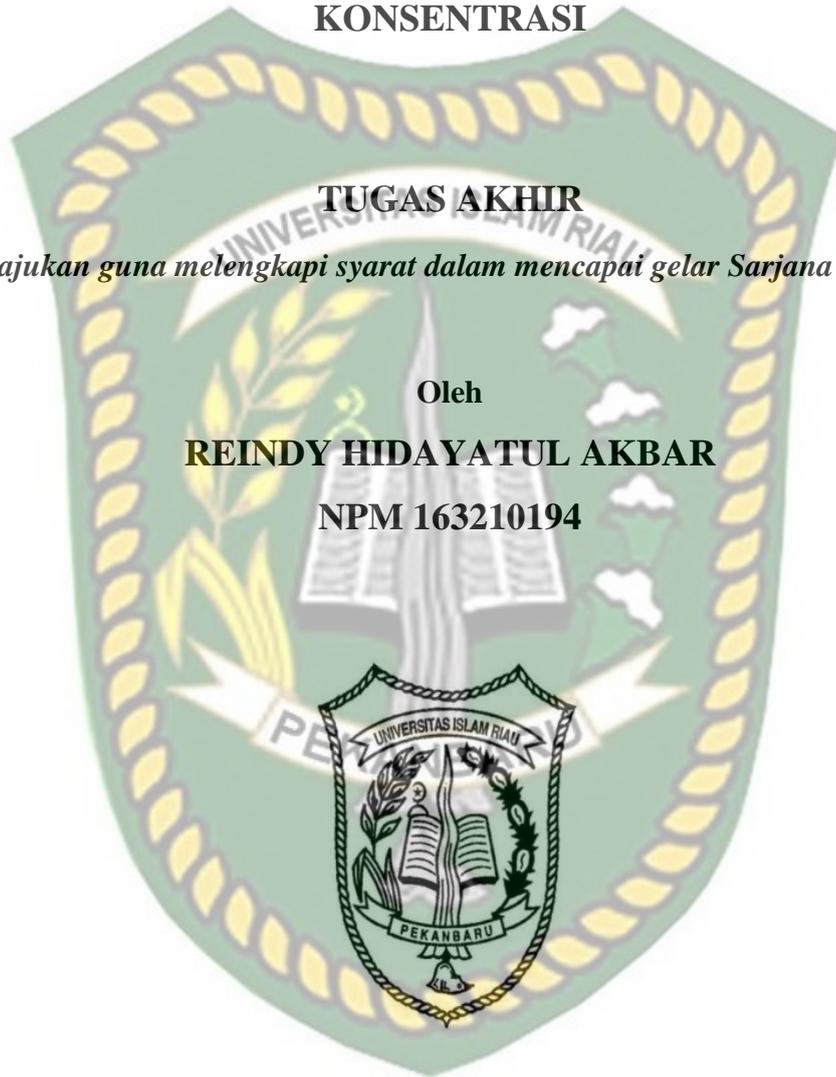
TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

REINDY HIDAYATUL AKBAR

NPM 163210194



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :
Nama : Reindy Hidayatul Akbar
NPM : 163210194
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul skripsi : Studi Laboratorium Penambahan Serbuk Dolomit Pada Semen Pemboran Terhadap *Compressive Strength, Shear Bond Strength, Dan Thickening Time* Berdasarkan Variasi Konsentrasi

Telah berhasil **dipertahankan dihadapan Dewan Penguji** dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Idham Khalid, S.T.,M.T. (.....)
Penguji : Richa Melysa, S.T.,M.T. (.....)
Penguji : M. Ariyon, S.T.,M.T. (.....)
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 21 Desember 2021

Disahkan oleh

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

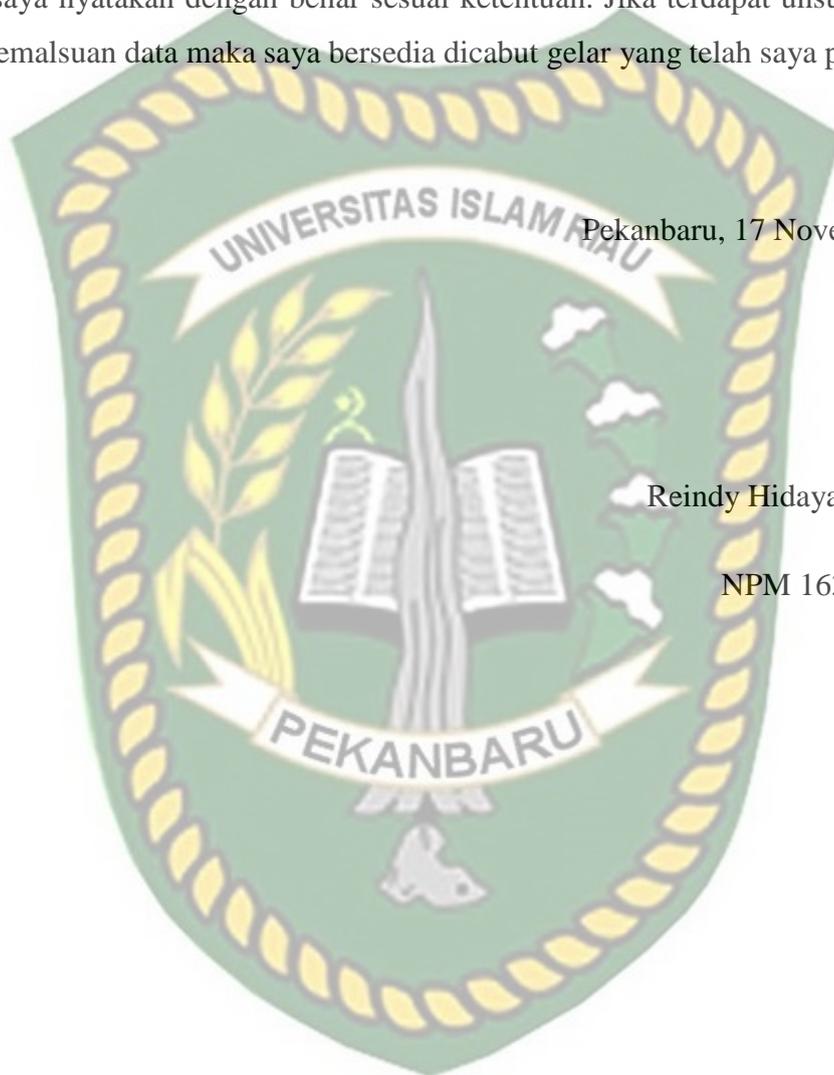
DIVERIFIKASI
By noviarita at 15:26:22, 09/03/2021



Novia Rita S.T.,M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.



Pekanbaru, 17 November 2021

Reindy Hidayatul Akbar

NPM 163210194

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Idham Khalid, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan arahan untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ketua Prodi Novia Rita, S.T.,M.T. dan sekretaris prodi Tomi Erfando, S.T.,M.T. serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
3. Pihak PT. Bakapindo yang telah memberikan kesempatan dalam pengambilan bahan penelitian untuk tugas akhir saya.
4. Kedua orang tua, saudara dan kerabat yang telah memberi dukungan moril maupun materil hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Sahabat saya Rizka Ananda, Gladys Suwandi, Mulyono, dan Mayang Firdaus yang telah banyak memberi saran dan dorongan setiap saya mengalami kesulitan dan masalah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Teriring doa saya semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 17 November 2021

Reindy Hidayatul Akbar

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 DOLOMIT.....	4
2.2 <i>COMPRESSIVE STRENGTH DAN SHEAR BOND STRENGHT</i>	6
2.3 <i>THICKENING TIME</i>	8
2.4 <i>FREE WATER</i>	9
2.5 <i>STATE OF THE ART</i>	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 METODE PENELITIAN.....	14
3.2 FLOWCHART.....	15
3.3 ALAT DAN BAHAN.....	16
3.3.1 Alat.....	16
3.3.2 Bahan.....	18
3.4 PROSEDUR PERCOBAAN.....	19
3.4.1 Proses Pembuatan Serbuk Dolomit.....	19
3.4.2 Pembuatan Bubur Semen dan Cetakan Sampel Semen.....	19

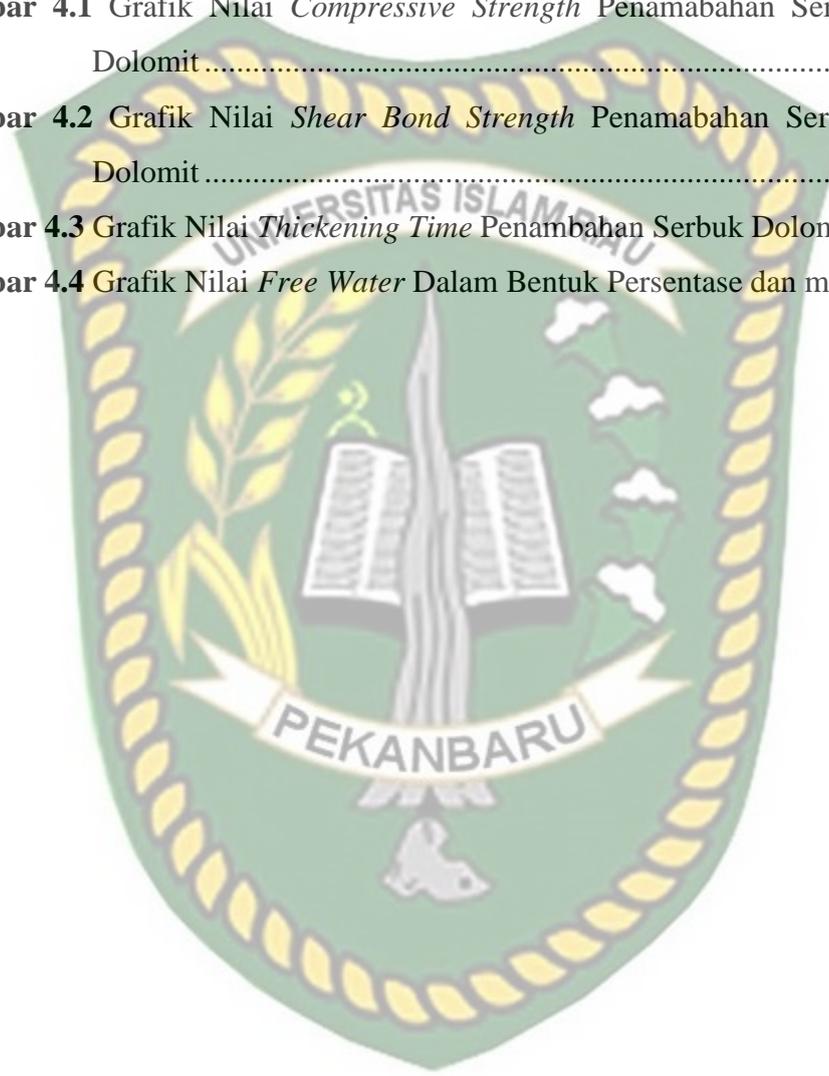
DAFTAR ISI

3.4.3	Uji Nilai <i>Compressive Strength</i>	20
3.4.4	Uji nilai <i>shear bond strength</i>	21
3.4.5	Uji Nilai <i>Thickening Time</i>	22
3.5	PENGUJIAN <i>FREE WATER</i>	22
3.6	JADWAL PENELITIAN	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	Pengujian <i>Compressive Strength</i>	24
4.2	Pengujian <i>shear bond strength</i>	26
4.3	Pengujian <i>Thickening Time</i>	27
4.4	Pengujian <i>Free Water</i>	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		31
5.1	KESIMPULAN	31
5.2	SARAN	31
DAFTAR PUSTAKA		32
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perubahan bentuk batuan dolomit (dokumen pribadi).....	5
Gambar 3.2 <i>Flow Chart</i>	15
Gambar 3.3 Alat penelitian.....	18
Gambar 4.1 Grafik Nilai <i>Compressive Strength</i> Penambahan Serbuk Dolomit	25
Gambar 4.2 Grafik Nilai <i>Shear Bond Strength</i> Penambahan Serbuk Dolomit	26
Gambar 4.3 Grafik Nilai <i>Thickening Time</i> Penambahan Serbuk Dolomit	28
Gambar 4.4 Grafik Nilai <i>Free Water</i> Dalam Bentuk Persentase dan ml.....	29

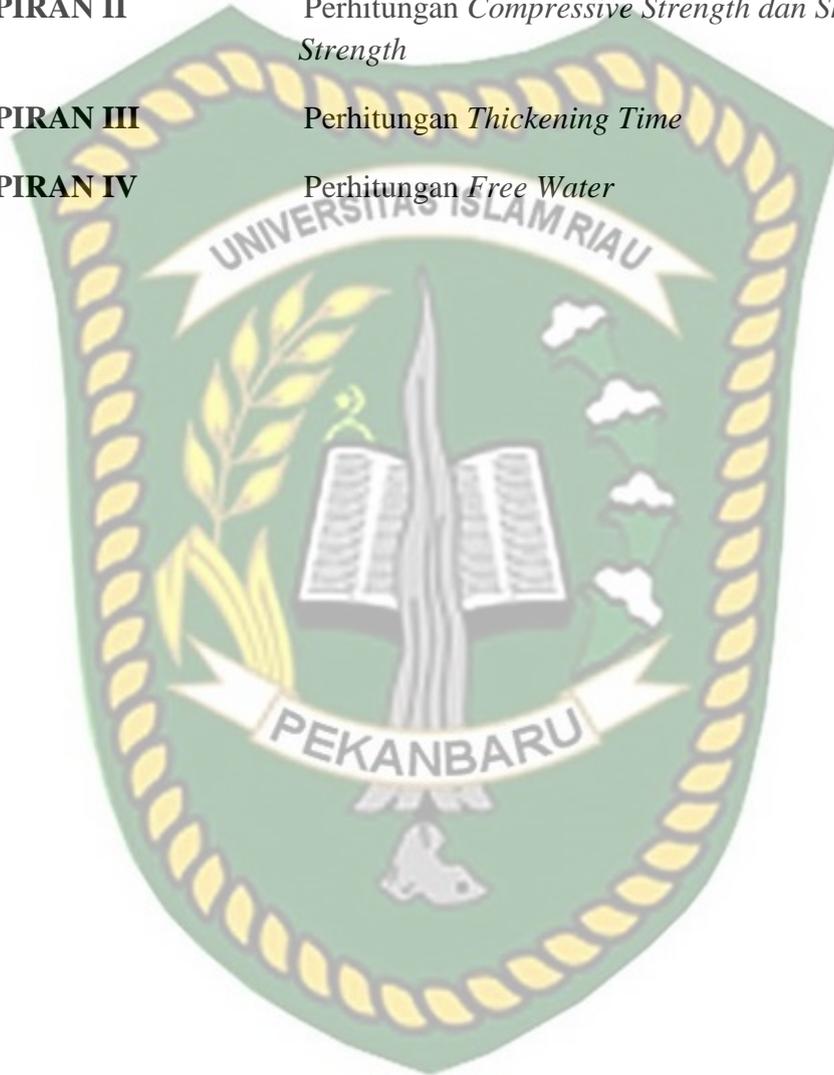


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik Batuan Dolomit	5
Tabel 2.2 Hasil Analisis XRF mineral dolomit Gresik	6
Tabel 2.3 Perbandingan h/d Terhadap Koefisien Faktor.....	8
Tabel 2.4 Kandungan Air Normal API	9
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	23
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Nilai <i>Compressive Strength</i> Semen Dasar ditambah Variasi Dolomit	24
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Nilai <i>Shear Bond Strength</i> Semen Dasar ditambah Variasi Dolomit	26
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Thickening Time</i> Semen Dasar Ditambah Variasi Dolomit.....	27
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Free Water</i> Semen Dasar dan Penambahan Dolomit.....	29
Tabel 4.6 Tabel Hasil <i>Thickening Time</i>	29

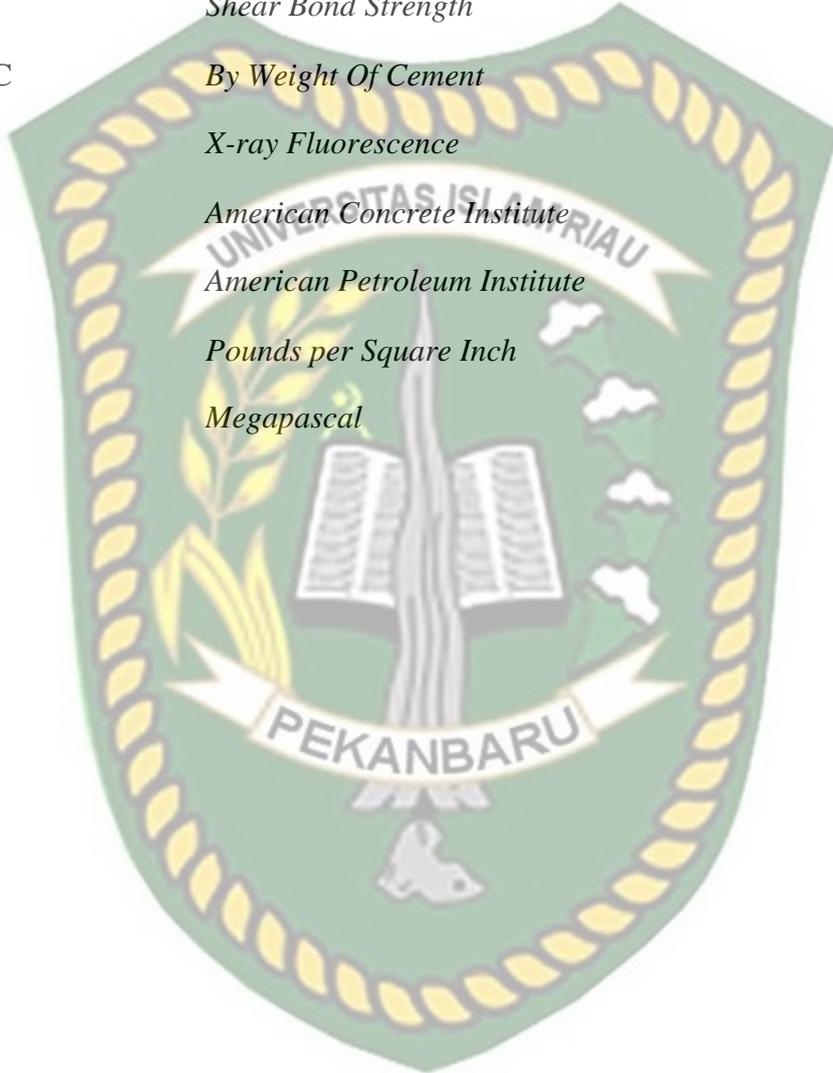
DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Perhitungan BWOC
LAMPIRAN II	Perhitungan <i>Compressive Strength</i> dan <i>Shear Bond Strength</i>
LAMPIRAN III	Perhitungan <i>Thickening Time</i>
LAMPIRAN IV	Perhitungan <i>Free Water</i>



DAFTAR SINGKATAN

CS	<i>Compressive Strength</i>
SBS	<i>Shear Bond Strength</i>
BWOC	<i>By Weight Of Cement</i>
XRF	<i>X-ray Fluorescence</i>
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
Psi	<i>Pounds per Square Inch</i>
Mpa	<i>Megapascal</i>



DAFTAR SIMBOL

k	Konstanta
P	Pembebanan Maksimum
A_1	Luas Permukaan Bidang <i>Blok</i>
A_2	Luas Permukaan Bidang Sampel
r	Jari jari
d	Diameter
h	Tinggi



**STUDI LABORATORIUM PENAMBAHAN SERBUK
DOLOMIT PADA SEMEN PEMBORAN TERHADAP
COMPRESSIVE STRENGTH, SHEAR BOND STRENGTH, DAN
THICKENING TIME BERDASARKAN VARIASI
KONSENTRASI**

REINDY HIDAYATUL AKBAR

NPM 163210194

ABSTRAK

Penyemenan berfungsi untuk mengisolasi *hydrocarbon* yang berada di lapisan zona produktif, sehingga apabila terjadi kegagalan penyemenan akan menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik kerugian material, biaya, maupun waktu. Melalui penelitian ini, kualitas dolomit diujikan terhadap *compressive strength*, *shear bond strength*, *thickening time* dan *free water* agar bisa diterapkan di industri perminyakan. Dalam pengujian, dilakukan variasi konsentrasi agar dapat mengetahui jumlah optimum dari penambahan dolomit dalam menaikkan *strength* semen pemboran. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan peningkatan nilai *compressive strength* optimum pada penambahan konsentrasi 4,5% sebesar 4791,92 psi. Sedangkan untuk nilai *shear bond strength* didapatkan nilai optimum penambahan pada konsentrasi 7,5% sebesar 1189,98 psi. Karena pengukuran CS dan SBS barbanding lurus, maka nilai optimum untuk kenaikan *strength* pemboran yaitu penambahan sebesar 4,5% BWOC. Untuk nilai *thickening time* dan pengukuran *free water* mengalami penurunan, artinya serbuk dolomit digolongkan ke jenis aditif *accelerator* dimana dapat mempercepat waktu pengerasan dan mengurangi kadar air bebas pada suspensi semen. Dari penentuan CS, SBS, dan *tickening time* ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan serbuk dolomit pada suspensi semen dapat diterapkan dalam dunia perminyakan.

Kata kunci : dolomit, *strength*, *thikening time*

**LABORATORY STUDY OF ADDITIONAL DOLOMITE POWDER
IN DRILLING CEMENT ON COMPRESSIVE STRENGTH,
SHEAR BOND STRENGTH, AND THICKENING TIME BASED
ON VARIATION OF CONCENTRATION**

REINDY HIDAYATUL AKBAR

NPM 163210194

ABSTRACT

Cement serves to isolate hydrocarbons that are in the layer of the productive zone, so that if there is a cement failure, it will cause huge losses, both material, cost, and time losses. Through this research, the quality of dolomite was tested for compressive strength, shear bond strength, thickening time and free water so that it can be applied in the petroleum industry. In the test, various concentrations were carried out in order to determine the optimum amount of addition of dolomite in increasing the strength of the drilling cement. The results of the research conducted showed an increase in the value of the optimum compressive strength at an additional 4.5% concentration of 4791.92 psi. As for the value of shear bond strength, the optimum value added at a concentration of 7.5% was 1189.98 psi. Because the CS and SBS measurements are straight, the optimum value for increasing drilling strength is the addition of 4.5% BWOC. The thickening time and free water measurements have decreased, meaning that dolomite powder is classified as an accelerator additive which can accelerate the setting time and reduce the free water content in the cement suspension. From the determination of CS, SBS, and thickening time, it can be concluded that the use of dolomite powder in cement suspension can be applied in the petroleum world.

Keywords : *dolomite, strength, thickening time*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penyebaran batuan dolomit yang cukup besar di Indonesia terdapat di provinsi Sumatera Utara, Sumatera barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura dan Papua dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Dolomit jarang ditemukan dengan komposisi murni, karena umumnya akan bercampur dengan batuan gamping, kuarsa, rijang, pirit, lempung dan pengotor lainnya (Royani et al., 2016). Dibeberapa daerah sebenarnya terdapat juga potensi dolomit namun dengan jumlah yang relatif kecil dan hanya berupa lensa-lensa pada endapan batu gamping (Mulyati et al., 2016). Salah satu daerah penghasil batuan dolomit di Provinsi Sumatera Barat yaitu Bukittinggi. Cadangan dolomit sendiri diperkirakan mencapai jutaan ton (Kurniawan & Heriyadi, n.d.).

Penyemenan pada dunia perminyakan berfungsi untuk mengisolasi *hydrocarbon* yang berada di lapisan zona produktif, sehingga apabila terjadi kegagalan dalam penyemenan maka akan menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik kerugian dari material, biaya, maupun waktu. Kegagalan tersebut ditandai dengan terproduksinya air dan gas yang tidak diinginkan sehingga mengganggu produksi yang berlangsung (Huda et al., 2018). Oleh karena itu, sebelum dilakukan eksploitasi perlu dilakukan penilaian terhadap hasil penyemenan (*cementing*), agar apabila terjadi kekurangan dalam penyemenan bisa segera diperbaiki (Suhascaryo et al., 2001).

Pada proses penyemenan pemboran, kunci keberhasilan terletak pada pengontrolan serta penggunaan semen pemboran itu sendiri. Penyemenan dan perencanaan bubuk semen yang baik mampu mengurangi potensi kerusakan sumur bor yang diakibatkan dari berbagai tekanan pada sumur minyak tersebut (Samura & Zabidi, 2018). Perhitungan dari nilai CS (*compressive strength*) dan SBS (*shear bond strength*) merupakan dua parameter yang bisa menggambarkan kekuatan dari semen pada sumur tersebut. Pada saat ini terdapat berbagai senyawa kimia yang digunakan sebagai bahan aditif yang dapat meningkatkan kekuatan dari

semen pemboran secara efektif, karena alasan ekonomi serta masalah lingkungan, penggunaan bahan kimia tersebut ini harus dibatasi (Novrianti, 2016).

Kandungan MgO dan CaO murni dapat menaikkan kekuatan dari semen pemboran dengan penambahan yang sesuai (Suhascaryo et al., 2001). Batuan dolomit memiliki ciri fisik diantaranya berwarna putih keabuan atau putih kebiruan, mempunyai kandungan senyawa MgO sebesar 11.1 - 20.9%, bersifat kompak, keras, kristalin dan pejal, serta memiliki berat jenis antara 2.80 – 2.90 berbutir halus sampai kasar (Mulyati et al., 2016). Jika mineral dolomit dapat diolah lebih lanjut untuk berbagai bidang industri, maka nilai jual dolomit akan lebih tinggi (Sulistiyono et al., 2015).

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap semen pemboran dengan penambahan serbuk dolomit. Pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau, dengan cara membuat komposisi bubuk semen yang ditambah serbuk dolomit yang sebelumnya sudah dihaluskan dan disaring dengan menggunakan ayakan, dengan membandingkan hasil dari suspensi semen dasar tanpa aditif dengan suspensi semen yang ditambahkan dolomit dengan variasi konsentrasi dolomit 1,5%, 3%, 4,5%, 6%, 7,5% dan 9% BWOC. Sampel dolomit diambil di daerah Kamang, Bukittinggi, Sumatera barat.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menghitung nilai CS (*compressive strength*), SBS (*shear bond strength*) dan *thickening time* dari suspensi semen yang ditambah serbuk dolomit.
2. Menentukan jumlah dolomit ideal agar dapat menaikkan nilai CS dan SBS.
3. Mengetahui apakah dolomit bisa dijadikan sebagai bahan aditif untuk merubah sifat fisik semen.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang akan didapat dari penelitian ini adalah mengetahui sejauh mana dolomit dapat menaikkan nilai *compressive strength*, *shear bond strength* dan *thickening time* dari suspensi semen, serta melihat apakah dolomit dapat dijadikan sebagai salah satu bahan aditif.

1.4 BATASAN MASALAH

Pembahasan pada penelitian ini akan difokuskan untuk mengetahui hasil pengujian dari *compressive strength*, *shear bond strength* dan *thickening time* dengan penambahan serbuk dolomit pada semen berdasarkan variasi konsentrasi yang telah ditentukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Sebagai khalifah dimuka bumi, manusia mempunyai tanggung jawab untuk menjaga sumber daya alam yang telah di anugerahkan Allah Yang Maha Esa yang tidak ternilai harganya. Indonesia sendiri merupakan negara yang memiliki kekayaan sumber daya alam yang sangat besar. Sumber daya alam ini hendaknya dikelola dengan baik dan benar agar dapat dimanfaatkan tepat guna serta berkelanjutan demi kemakmuran masyarakat itu sendiri. Pemanfaatan sumber daya alam juga tertuang dalam surat Al-Baqarah: 2:164 yang artinya *“Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian siang dan malam, kapal yang berlayar di lautan mengangkut segala apa yang memberi manfaat kepada manusia, air (hujan) yang diturunkan Tuhan dari langit, lalu dihidupkan bumi sesudah mati (tandus) dan berkeluaran berbagai jenis hewan dan perkisaran angin dan awan yang diperintahkan bekerja diantar langit dan bumi, sungguh terdapat kekuasaan Allah bagi kaum yang berakal”* (NOOR, 2018).

2.1 DOLOMIT

Dolomit merupakan mineral alam yang mengandung unsur hara magnesium dengan rumus kimia $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Batuan dolomit memiliki berat jenis antara 2,8-2,9 g/ml dan bersifat lunak (derajat kekerasan hanya 3,5-4 skala mohr) biasanya berwarna putih, keabuan, kebiruan, dan kuning muda. (Royani, 2016). Mineral dolomit murni secara teoritis terdiri dari 45,6% MgCO_3 atau 21,9% MgO dan 54,3% CaCO_3 atau 30,4% CaO (Febriana, 2011).

Salah satu daerah penghasil batuan dolomit di pulau Sumatera yaitu Bukittinggi. Cadangan dolomit sendiri diperkirakan mencapai jutaan ton. Hal ini disebabkan oleh letak provinsi Sumatera Barat secara fisiografis yang sangat kompleks, selain dolomit juga terdapat beberapa cadangan tambang bumi lainnya dalam jumlah yang besar (Rieshapsari et al., 2020). Dalam proses produksi, metode *Blasting* (peledakan) digunakan pada penambangan ini untuk melepaskan batuan dolomit dari batuan induknya. Setelah dolomit lepas dari batuan induk, kemudian masuk pada tahapan pemecahan batuan menjadi ukuran yang lebih

kecil, setelah itu batuan kecil masuk kedalam penggilingan dengan menggunakan *Hammer Mill* hingga didapat produk berbentuk tepung. Metode penambangan ini dilakukan dengan mengkaji sifat material terutama kekerasannya (Kurniawan & Heriyadi, n.d.). Berikut gambar perubahan bentuk dolomit dari batuan hingga didapat produk berbentuk tepung



Gambar 1.1 Perubahan bentuk batuan dolomit (dokumen pribadi)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Mulyati et al., 2016), didapatkan beberapa sifat fisik batuan dolomit pada tabel 2.1, yang mana sampel merupakan dolomit yang diambil di daerah Bukittinggi tersebut.

Tabel 2.1 Sifat Fisik Batuan Dolomit

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1	Modulus halus butir	6,72
2	Berat isi	1,38 gr/cm ³
3	Berat jenis Apparent	2,74 gr
4	Berat jenis kering	2,69 gr
5	Berat jenis SSD	2,71 gr
6	Penyerapan	0,64 %
7	Kausan	27,62 %
8	<i>Specific Gravity</i>	2,80

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium ITP

Selama ini dolomit banyak dimanfaatkan dalam pertanian dan perkebunan sawit, bahan bangunan, ataupun dalam industri dengan nilai jual yang rendah (Sari et al., 2013). Dari unsur kimia yang dimiliki dolomit, penambahan berupa serbuk berpotensi dapat menaikkan kekuatan semen pemboran sehingga nantinya dapat digunakan di industri perminyakan. Hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan (Buntoro et al., 2001) dengan menambahkan MgO pada semen pemboran, didapatkan hasil bahwa pembakaran pada suhu 1500° dapat menaikkan kekuatan dari semen dengan konsentrasi MgO sebesar 10% BWOC. Melihat

kandungan yang dimiliki dolomit yang juga berpotensi dapat menaikkan *strength* semen dengan konsentrasi penambahan yang diatur.

Beberapa peneliti juga melakukan penelitian terhadap kalsinasi dolomit untuk mendapatkan magnesium dan kalsium agar dapat dimanfaatkan lagi. Pada penelitian yang dilakukan (Wulanahayani & Rohmawati, 2020), kalsinasi yang dilakukan pada suhu 700°C akan memiliki fase optimum CaCO₃/MgO dengan persentase 44,8% dan 38,1%, yang termasuk kedalam nanokristalin yang dapat mencegah pengikisan pada gigi. (Sari et al., 2019) juga mengatakan bahwa proses kalsinasi dolomit pada suhu 700°C sampai 900°C akan terdekomposisi menjadi MgO dan CaO₃, dimana senyawa CO₂ terlepas karena proses kalsinasi. Proses kalsinasi dolomit Gresik yang dilakukan oleh (Sulistiyono et al., 2015) memiliki kualitas yang cukup tinggi. Beberapa kandungan dolomit yang diuraikan pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Hasil Analisis XRF mineral dolomit Gresik

No	Senyawa	Kadar % berat
1	CaO	32,5937
2	MgO	19,6018
3	LOI	43,5019
4	SiO ₂	0,4629
5	Al ₂ O ₃	0,4337
6	Fe ₂ O ₃	0,1436
Kadar air sampel : 3,2624%		

Sumber : (Sulistiyono et al., 2015)

2.2 COMPRESSIVE STRENGTH DAN SHEAR BOND STRENGHT

Desain bubuk semen yang baik harus menghasilkan sifat-sifat fisik yang sesuai dengan standar API (*American Petroleum Institute*) yang meliputi densitas, *filtration loss*, *thickening time*, *free water*, dan kekuatan dari bubuk semen pemboran (Yazid et al., 2015). Berbagai penelitian dilakukan untuk mencari bahan tambahan agar sifat dari semen tersebut sesuai dengan yang diinginkan. Perlunya komposisi semen yang tepat dalam menghadapi beberapa kondisi pada penyemenan (Suhascaryo et al., 2001). Suspensi semen yang digunakan dalam penyemenan sumur minyak maupun gas bumi terdiri dari

komponen dasar dan komponen tambahan. Komponen dasarnya yaitu semen portland yang termasuk semen hidrolis, semen portland dikembangkan oleh Joseph Aspdin (1824), semen portland ini akan mengeras apabila dicampur dengan air, sedangkan komponen tambahan yaitu berupa zat aditif (Suhascaryo et al., 2001). Oleh sebab itu, penyemenan suatu sumur memerlukan kualitas semen yang baik, karena akan mempengaruhi proses kompleksi dan produksi dari sumur itu sendiri (Ramadhan et al., 2018).

Pengukuran kekuatan semen dalam menahan tekanan yang berasal dari formasi maupun *casing* atau dari tekanan dalam arah horizontal dikenal dengan istilah *Compressive Strength*, sedangkan *Shear Bond Strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan berat *casing* atau yang berasal dari arah vertikal (Negara & Hamid, 2015). Pada pengukuran *strength* semen seringkali yang diukur adalah *compressive strength* yang mempunyai harga 8-10 kali lebih besar dari *shear strength* dengan *strength* minimum yang direkomendasikan API adalah 6,7 Mpa atau 1000 Psi (Bagus Ichwan Martha, Lilik Zabidi, 2018). Sedangkan untuk nilai *shear bond strength* minimum yang direkomendasikan API adalah sebesar 100 Psi (Novrianti, 2016). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung *compressive strength* sebagai berikut :

$$C_s = k \times P \times \frac{A_1}{A_2} \quad (1)$$

CS adalah *compressive strength* dengan satuan psi. Untuk k merupakan faktor koreksi tinggi (H) terhadap diameter (D) dari cetakan. P merupakan pembebanan maksimum yang terdapat pada pembacaan *hydraulic press* dengan satuan psi. A1 yaitu luas permukaan *bearing blok*, dan A2 merupakan luas dari permukaan sampel dengan satuan inch².

Sedangkan untuk memperoleh nilai *shear bond strength*, sampel yang digunakan yaitu berupa sampel silinder yang telah diisi semen. Untuk perhitungan dari *shear bond strength* dapat digunakan persamaan berikut (Buntoro et al., 2001) :

$$SBS = k \times P \times \left(\frac{A1}{\pi dh} \right) \quad (2)$$

Keterangan :

d = Diameter dalam casing sampel, inch

h = Tinggi sampel semen, inch

Tabel 2.3 Perbandingan h/d Terhadap Koefisien Faktor

h/d	Koefisien Faktor
1,75	0,98
1,5	0,96
1,25	0,93
1	0,87

2.3 THICKENING TIME

Selain pengujian *strength*, pengukuran *thickening time* juga harus sangat diperhitungkan dalam penyemenan pemboran, karena *thickening time* merupakan waktu yang dibutuhkan bubuk semen untuk mencapai *consistency* maksimum 100 BC (*Bearden Unit of Consistency*), dimana bubuk semen biasa masih bisa dipompakan. *Consistency* yang dinyatakan dalam UC sebenarnya merupakan nilai viskositas dari bubuk semen yang diukur menggunakan alat *consistometer* (Bagus Ichwan Martha, Lilik Zabidi, 2018). Pada umumnya, untuk kedalaman 6.000 – 18.000 ft biasanya dibutuhkan waktu 3 – 3,5 jam (Samura & Zabidi, 2018). Sedangkan untuk sumur yang lebih dalam dibutuhkan aditif untuk memperlambat *thickening time* tersebut. Pengujian ini dilakukan berdasarkan prosedur API dalam pencampuran bubuk semen dengan menggunakan alat yang disebut *atmospheric consistometer* dengan suhu dan tekanan yang terkontrol untuk mensimulasikan kondisi yang akan dihadapi bubuk didalam sumur (Muhammad Rheza M.Y. Agam, Bayu Satyawira, 2015).

2.4 FREE WATER

Free water atau air yang terbebas dari bubur semen pada keadaan statis pada saat didiamkan selama 2 jam, yang mana kadar air tersebut tidak melebihi dari 3,5 ml (Yazid et al., 2015). Apabila kadar air melebihi batas tersebut, maka akan menyebabkan terjadinya pori-pori pada semen dan membuat semen memiliki permeabilitas yang tinggi, sehingga mengakibatkan terjadinya kontak antara formasi dan fluida didalamnya dengan *casing* yang disemen (Satria et al., n.d.). Kadar air yang ditambahkan pada pembuatan bubur semen tidak boleh melebihi batas maksimal dan tidak boleh kurang dari batas maksimal yang telah ditentukan. (Novrianti, Mursyidah, n.d.). Kandungan air normal dalam suspensi semen yang direkomendasikan oleh API dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.4 Kandungan Air Normal API

<i>API Class Cement</i>	<i>(%) By Weight of Cement</i>	<i>Water (Gal per Sack)</i>	<i>Water (Liter Per Sack)</i>
A dan B	46	5.19	19.6
C	56	6.32	23.9
D, E, F dan H	38	4.29	16.2
G	44	4.97	18.8
J (Centative)	-	-	-

2.5 STATE OF THE ART

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Mulyati et al., 2016) dengan menggunakan dolomit sebagai agregat kasar dengan menguji terhadap kuat tekan pada beton normal. Besar penggunaan dolomit yaitu sebanyak 0%, 50 % dan 75% dari berat batu pecah dan berat kerikil. Berdasarkan penelitian tersebut, hasil yang didapatkan yaitu dolomit sebagai pengganti agregat kasar atau pengganti batu pecah dengan jumlah 50%-70% memberikan pengaruh terhadap penurunan kuat tekan beton, sedangkan sebagai pengganti kerikil didapatkan hasil yaitu memberikan pengaruh peningkatan kuat tekan beton. Metode perancangan campuran yang dilakukan sesuai dengan standar ACI (*American Concrete*

Institute). Dengan demikian, dolomit memiliki pengaruh yang baik apabila digunakan sebagai agregat halus terhadap kuat tekanan beton.

Pada penelitian yang dilakukan (Putra et al., n.d.), penggunaan serbuk dolomit sebagai pengganti semen terhadap kuat tekanan beton mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Pada konsentrasi sebesar 5% dan 10% kekuatan semen mengalami penurunan dari kuat beton normal, sedangkan pada konsentrasi 13% mengalami kenaikan sebagai pengganti semen. Pedoman pada perencanaan campuran beton tersebut dilakukan sesuai dengan SNI 03-2834-2000 yang merupakan standar peraturan perencanaan. Pada kesimpulan dijelaskan bahwa serbuk dolomit tidak bisa digunakan pada campuran beton struktural.

Pada penelitian yang dilakukan (Suhascaryo et al., 2001) dengan penambahan aditif berupa MgO dan CaO murni yang ditambahkan kedalam semen pemboran untuk dilakukan pengujian terhadap *strength*. MgO dan CaO murni dibakar pada suhu 1000⁰C dan 1400⁰C kemudian dihaluskan hingga 2800-3200 cm²/gr. Semen yang digunakan yaitu semen tipe G PT. Indocement Tunggal Prakarsa. Hasil yang didapatkan pada penambahan MgO terhadap CS dan SBS berbanding terbalik. Nilai CS mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase dari MgO, sedangkan untuk nilai SBS mengalami kenaikan. Untuk penambahan CaO, nilai CS dan SBS juga berbanding terbalik. Peningkatan terjadi pada nilai CS sedangkan nilai SBS kurang menunjukkan peningkatan yang signifikan. Dari kesimpulan didapatkan bahwa penambahan ideal MgO yaitu sebesar 5% - 10% dan CaO yaitu sebesar 1.5% - 3%.

Pada penelitian (Khalid et al., 2020) melakukan pengujian *bentonite* lokal terhadap *strength* semen pemboran, pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pada penambahan *bentonite* komersial yang biasa digunakan dalam perminyakan. Pada pengujian CS didapatkan hasil yang lebih baik pada penambahan *bentonite* komersial, sedangkan pada pengukuran SBS didapatkan hasil yang lebih bagus pada penambahan *bentonite* lokal. Kondisi optimum pada penambahan *dolomite* lokal yaitu sebesar 5.1%. Penambahan yang melebihi konsentrasi tersebut akan berdampak pada penurunan SBS. Melalui penelitian

tersebut, *bentonite* lokal memiliki peluang untuk digunakan sebagai aditif pada operasi penyemenan sumur minyak.

Pada penelitian yang dilakukan (Novrianti, 2016) dengan menggunakan Nanocomposite Nanosilika dan arang cangkang kelapa sawit dengan variasi temperatur pemanasan didapatkan nilai *shear bond strength* optimum sebesar 163,45 Psi dengan penambahan *additive* 0.019% Nanosilika dan arang cangkang kelapa sawit dengan variasi suhu pada temperatur 700°C. Sedangkan pada *compressive strength* didapatkan nilai optimum pada suhu 700°C juga dengan nilai 1433,01 Psi. Hal ini disebabkan karena pemanasan cangkang kelapa sawit diatas 700°C dapat menyebabkan karbon aktif yang terkandung menjadi berkurang karena adanya gas hydrogen yang muncul.

Menurut penelitian yang dilakukan (Huda et al., 2018) pada pengaruh penambahan *barite*, *hematite*, dan *mecomax* terhadap semen pemboran dengan variasi temperatur, didapatkan hasil bahwa penambahan zat aditif *weighting agent* dapat membuat penurunan pada nilai *thickening time* nya yang disebabkan oleh variasi temperatur tersebut. Selain *thickening time*, kekuatan semen juga dipengaruhi oleh perbedaan variasi temperatur pada suhu 30°C dan 50°C. Hasil yang lebih bagus didapatkan pada variasi suhu 50°C. Selain berpengaruh terhadap *thickening time* dan *strength*, penambahan *weighting agent* juga terjadi pada *yield point*, tetapi tidak berpengaruh terhadap *plastic viscosity* nya secara signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Samura & Zabidi, 2018), mereka menambahkan *calcium carbonate*, *hydrated lime*, dan *lignosulfonate* sebagai aditif jenis *retarder* untuk dilakukan pengujian terhadap peningkatan kekuatan semen dan nilai *thickening time* nya, serta untuk mengetahui aditif paling efektif yang digunakan dari ketiga jenis retarder tersebut. Penelitian dilakukan dengan membuat semen dengan ditambah aditif retarder (*calcium carbonate*, *hydrated lime*, dan *lignosulfonate*) dan kemudian diuji terhadap kuat tekanan dengan menggunakan *hydraulic mortar* dan melihat mana yang paling efektif dan bisa memenuhi kriteria dari desain bubuk semen yang diinginkan. Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa aditif *hydrated lime* dengan konsentrasi

1.5% pada temperatur 140°F sebagai aditif yang memiliki *compressive strength* paling besar, serta pada temperatur 80°F sebagai aditif yang memiliki nilai *thickening time* paling lama.

(Fatlolon et al., 2018) melakukan penelitian dengan penambahan sabut kelapa, kulit pohon pisang dan ampas tebu pada campuran semen terhadap kekuatan semen pemboran. Selain itu juga untuk mengetahui *rheology* semen pemboran dengan penambahan tersebut. Pada penelitian ini, semen yang digunakan adalah semen kelas G dengan tambahan aditif ampas tebu, serabut kelapa dan kulit pohon pisang pada perbedaan temperatur 95°F, 150°F dan 200°F dan perbedaan komposisi sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% . Penelitian dilakukan dengan pengujian sifat fisik semen lainnya seperti pengujian *Rheology* semen, *Free Water*, dan *Thickening Time*. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa semakin bertambah zat aditif yang digunakan, maka semakin menurunkan nilai dari kekuatan semen tersebut, menurunkan nilai kadar airnya serta waktu pengerasan semen yang lebih cepat. Pada kesimpulan penelitian, jumlah aditif yang efektif untuk ditambahkan pada campuran semen pemboran ini yaitu sebesar 1%.

Pada penelitian (Negara & Hamid, 2015) yang melakukan pengujian terhadap semen pemboran kelas A dengan penambahan aditif *accelerator* KCl, Na₂SiO₃ dan CAL-SEAL, dengan pengujian pada *rheology* semen, kekuatan semen serta *thickening time* nya. Penelitian dilakukan menggunakan variasi temperatur sebesar 60°C, 70°C, 80°C dengan konsentrasi 0.5%, 1%, 1.5% dan 2%. Pada hasil penelitian didapatkan bahwa penambahan *accelerator* tersebut dapat mempercepat proses *thickening time* dengan penambahan konsentrasi sebesar 1% pada suhu 70°C. Penambahan Na₂SiO₃ terjadi kenaikan pada *plastic viscosity* dan *yield point*, hal ini karena Na₂SiO₃ tersebut dianggap sebagai aditif *extender* yang mana dapat menaikkan volume suspensi semen. Pada penelitian ini, semen yang digunakan yaitu semen A, karena lebih ekonomis dibandingkan dengan semen G dengan catatan untuk sumur yang dangkal.

Pada penelitian yang dilakukan (Bagus Ichwan Martha, Lilik Zabidi, 2018), mereka menggunakan lignosulfonate sebagai bahan aditif tambahan untuk merubah sifat fisik semen yaitu waktu pengerasan. Pada dasarnya lignosulfonat berasal dari pulp yang juga merupakan *polymer*. Pada penelitian ini, mereka melakukan pengujian terhadap *compressive strength* dan *thickening time* dengan melakukan variasi konsentrasi terhadap aditif tersebut. Pada kesimpulan didapatkan bahwa penambahan sodium borat pada Lignosulfonat dapat bertahan sebagai *retarder* hingga temperatur 315°C, serta kuat tekanan maksimal pada suhu 80°C adalah sebesar 2039 psi dengan konsentrasi aditif 5%.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

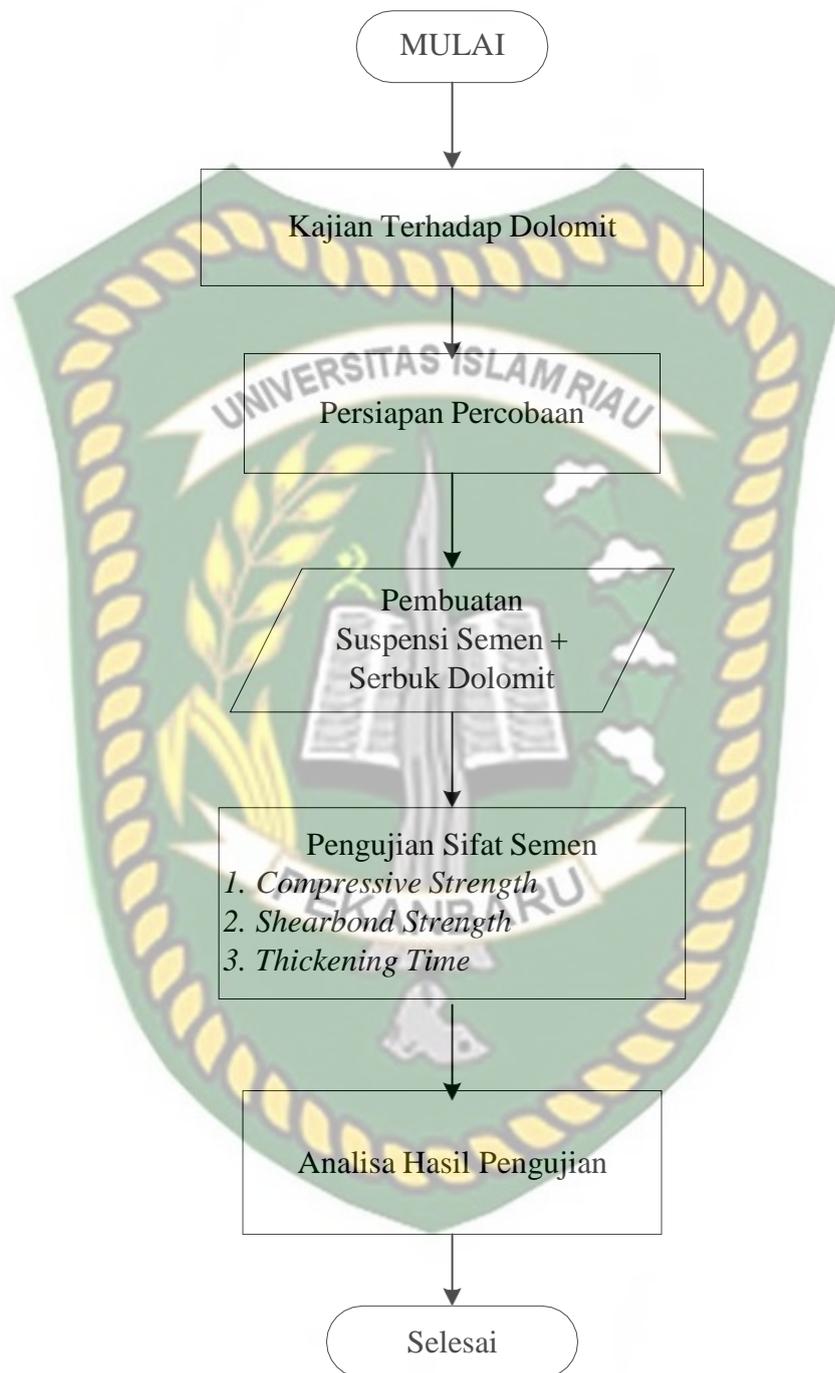
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan yaitu berupa *experiment research* yang dilakukan untuk mengetahui apakah serbuk dolomit dapat digunakan sebagai bahan aditif untuk meningkatkan *strength* dari semen pemboran dengan menggunakan semen portland kelas G. Melihat dari kandungan dolomit yang diharapkan mampu menaikkan nilai *strength* serta mengubah *thickening time* sesuai yang diinginkan. Penelitian dilakukan dilaboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dengan pengambilan sampel dolomit di daerah Kamang, Bukittinggi, Sumatera Barat.

Serangkaian tes dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dari dolomit terhadap semen pemboran. Langkah pertama yaitu pengujian sampel semen dasar sesuai dengan standar *American Petroleum Institute* (API), kemudian dilanjutkan dengan menguji pengaruh penambahan serbuk dolomit dengan variasi konsentrasi 1,5%, 3%, 4,5%, 6%, 7,5% dan 9% BWOC terhadap *strength*, *thickening time*, dan *free water* semen pemboran. Sampel semen standar digunakan sebagai acuan pembandingan terhadap semen campuran dolomit.

3.2 FLOWCHART



Gambar 3.2 Flow Chart

3.3 ALAT DAN BAHAN

Adapun beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang akan dijabarkan sebagai berikut :

3.3.1 Alat

1. Timbangan Digital



2. *Constant Speed Mixer*



3. *Water Bath Temperature Controller*



4. *Hydraulic Press*



5. Atmospheric Consistometer



6. Gelas ukur



7. Alumunium foil



8. Stopwatch



9. Jangka sorong



10. Ayakan



11. Cetakan sampel

(cetakan kubik)

(cetakan silinder)



Gambar 3.3 Alat penelitian

3.3.2 Bahan

1. Semen *Portland* kelas G

Merupakan semen dasar yang dapat digunakan sampai kedalaman 8000 ft (2440 m). Jika ditambahkan *additive*, maka semen tersebut bisa digunakan pada tekanan dan temperatur yang lebih tinggi serta kedalaman yang lebih dalam.

2. Air

Air ditambahkan untuk mencapai densitas yang diinginkan. Air berguna agar suspensi semen dapat dengan mudah mengalir dan dipompa. Pemakaian air yang terlalu sedikit akan menyebabkan terjadinya gesekan atau friksi di *annulus* karena sulit untuk dipompakan, sedangkan pemakaian air yang terlalu banyak akan menyebabkan terbentuknya pori-pori pada semen sehingga air dapat dengan mudah keluar dari formasi yang telah disemen, sehingga terjadi *loss circulation*.

3. *Polypropylene Glycol* (PPG)

PPG berguna untuk mengatasi *foam* pada saat pengadukan semen, yang mana jika terbentuk *foam*, maka saat suspensi semen tersebut mengeras akan terbentuk pori-pori yang mengurangi kekuatan semen.

4. Batu dolomit

Dolomit yang diambil dalam bentuk batuan kemudian dihaluskan hingga dapat digunakan dalam campuran bubur semen.

5. Grease

Grease digunakan untuk mengolesi cetakan sampek kubik agar sampel semen tidak menempel pada cetakan dan mudah untuk dipisahkan.

3.4 PROSEDUR PERCOBAAN

Beberapa prosedur penelitian berikut dilakukan sesuai dengan diktat praktikum Analisa Semen Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

3.4.1 Proses Pembuatan Serbuk Dolomit

- a. Menyiapkan sampel batuan dolomit. Sampel diambil di area pertambangan dolomit CV Bukit Raya di daerah Kamang, Bukittinggi.
- b. Membersihkan batuan dari tanah tanah yang melekat, agar serbuk dolomit yang dihasilkan tidak terkontaminasi dengan zat lain.
- c. Mengeringkan sampel agar tidak ada zat cair yang melekat pada batuan.
- d. Memasukkan sampel dolomit ke dalam karung kemudian dihaluskan dengan cara manual menggunakan martil.
- e. Menghaluskan batuan batuan hingga didapat ukuran partikel seperti pasir.
- f. Pisahkan butiran yang sudah berbentuk butiran pasir kedalam kain yang memiliki pori-pori yang sangat kecil.
- g. Lanjut menghaluskan hingga didapatkan sampel berbentuk serbuk.
- h. Saring menggunakan ayakan 100 *mesh* agar dolomit yang masih berbentuk pasir tidak bercampur dengan dolomit yang sudah berbentuk serbuk, sehingga bisa digunakan untuk campuran semen.

3.4.2 Pembuatan Bubur Semen dan Cetakan Sampel Semen

- a. Menimbang semen seberat 350 gram. Karena akan membuat 7 sampel yang berbeda, maka penimbangan dilakukan sebanyak 7 kali.
- b. Mengukur air dengan WCR (*Water Cement Ratio*) yang diinginkan. Untuk penelitian ini digunakan sebanyak 154 ml air.
- c. Menimbang serbuk dolomit sesuai takaran yang sudah ditentukan yaitu 1,5%, 3%, 4,5%, 6%, 7,5% dan 9% BWOC.

- d. Mencampur bubuk semen dengan bubuk dolomit dalam keadaan kering dengan komposisi sebagai berikut :
- 350 gr semen + 0 % gr dolomit dengan label “sampel 1”.
 - 350 gr semen + 1,5 % gr dolomit dengan label “sampel 2”.
 - 350 gr semen + 3 % gr dolomit dengan label “ sampel 3”.
 - 350 gr semen + 4,5 % dolomit dengan label “sampel 4”.
 - 350 gr semen + 6 % dolomit dengan label “ sampel 5”.
 - 350 gr semen + 7,5 % dolomit dengan label “ sampel 6”.
 - 350 gr semen + 9 % dolomit dengan label “sampel 7”.
- e. Menuangkan air 154 ml kedalam blender, hidupkan *mixer* dengan kecepatan 4000 rpm lalu masukkan campuran bubuk semen ke dalamnya tidak lebih dari 15 detik, kemudian lanjut pengadukan pada kecepatan 1200 rpm selama 35 detik.
- f. Melakukan langkah sebelumnya untuk setiap sampel percobaan.
- g. Mengolesi cetakan kubik dengan *grease* agar memudahkan saat pelepasan sampel setelah kering, untuk cetakan silinder tidak perlu diolesi *grease*.
- h. Mengisi cetakan kubus dan silinder dengan bubur semen yang sudah selesai untuk masing-masing sampel.
- i. Semua cetakan sampel dibungkus menggunakan alumunium foil, lalu memberi label di setiap sampel, kemudian rendam pada *water bath* selama 24 jam.

3.4.3 Uji Nilai *Compressive Strength*

- a. Membuka lapisan alumunium foil untuk mengambil sampel semen pada cetakan.
- b. Membersihkan sampel dari air dan butiran pasir yang masih menempel supaya tidak melekat pada *bearing* blok mesin penguji.
- c. Memeriksa sampel yang belum rata, kemudian diratakan dengan mesin gerinda.
- d. Meletakkan sampel semen dengan keadaan vertikal dalam blok *bearing* dan posisikan agar sampel tepat di tengah-tengah permukaan blok *bearing*.

- e. Memperkirakan tekanan maksimum retak (pecah), apabila lebih dari 3000 psi (skala manometer) maka pemberian pembebanan awal tidak diperlukan.
- f. Memperkirakan proses pembebanan sampai maksimum tidak kurang dari 20 detik dan tidak melebihi dari 80 detik.
- g. Menghidupkan mesin penggerak pompa dan jangan melakukan pembetulan pada katrol *testing* selama pembebanan maksimum ketika sampel pecah.
- h. Mencatat hasil dari pembebanan maksimum tersebut.
- i. Melakukan perhitungan nilai *compressive strength* sesuai dengan persamaan (1).
- j. Lakukan untuk setiap sampel percobaan.

3.4.4 Uji nilai *shear bond strength*

- a. Membuka pembungkus kemudian mengambil cetakan silinder *casing* yang berisi semen.
- b. Membersihkan permukaan sampel dan permukaan *mold* dari tetesan air, pasir maupun gerusan butiran semen agar tidak menempel pada *bearing blok* mesin penguji.
- c. Meletakkan *mold* silinder pada *holder* silinder penyangga dengan posisi vertikal yang didudukkan pada *bearing block hydraulic* bagian bawah.
- d. Mendudukkan batang pendorong pada permukaan sampel semen dan menurunkan posisi *bearing block hydraulic* bagian atas dengan memutar tangkai pengontrol spiral.
- e. Memperkirakan laju pembebanan sampai maksimum tidak kurang dari 20 detik dan tidak lebih dari 80 detik. Jangan melakukan pengaturan pada kontrol *testing* motor selama pembebanan sampai terjadi pergeseran sampel semen dari *casing* sampel. Pada saat terjadi pergeseran merupakan harga pembebanan yang maksimum.
- f. Mencatat harga pembebanan geser maksimum, kemudian melakukan perhitungan *Shear Bond Strength* sesuai dengan persamaan (2).
- g. Lakukan langkah diatas untuk setiap sampel percobaan.

3.4.5 Uji Nilai *Thickening Time*

- a. Pembuatan suspensi semen dengan komposisi yang telah ditentukan yaitu 600 gram semen portland, 264 ml air dan ditambah dengan bahan dolomit mengikuti persen (%) BWOC yang telah ditentukan.
- b. Menyiapkan peralatan dan *stopwatch*, mengkalibrasi terlebih dahulu peralatan yang akan digunakan.
- c. Hidupkan *switch master* dan *set temperature* pada skala yang diinginkan.
- d. Tuangkan suspensi semen ke dalam *slurry container* sampai batas ketinggian yang ada pada garis batas.
- e. *Paddel* yang telah dilapisi *grease* dipasang pada *lid*, kemudian memasang *lid* pada *slurry container* dan dimasukkan ke dalam *Atmospheric Consistometer*.
- f. Menghidupkan motor dan catat waktu ketika pembacaan alat sudah menunjukkan skala 70 UC.

3.5 PENGUJIAN *FREE WATER*

- a. Menyiapkan tabung ukur, kemudian mengisi tabung ukur dengan suspensi semen sebanyak 250 ml.
- b. Mendinginkan selama 2 jam sehingga terjadi air bebas pada bagian atas tabung, kemudian catat harga air bebas yang terbentuk.
- c. Lakukan untuk setiap sampel yang diuji.
- d. Air yang bebas tidak boleh lebih dari 3,5 ml.

3.6 JADWAL PENELITIAN

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	September 2021				Oktober 2021				November 2021			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisis Sistem												
2	Pengumpulan Bahan												
3	Penelitian di Laboratorium												
4	Pengolahan Hasil												
5	Menyusun Laporan Hasil												

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

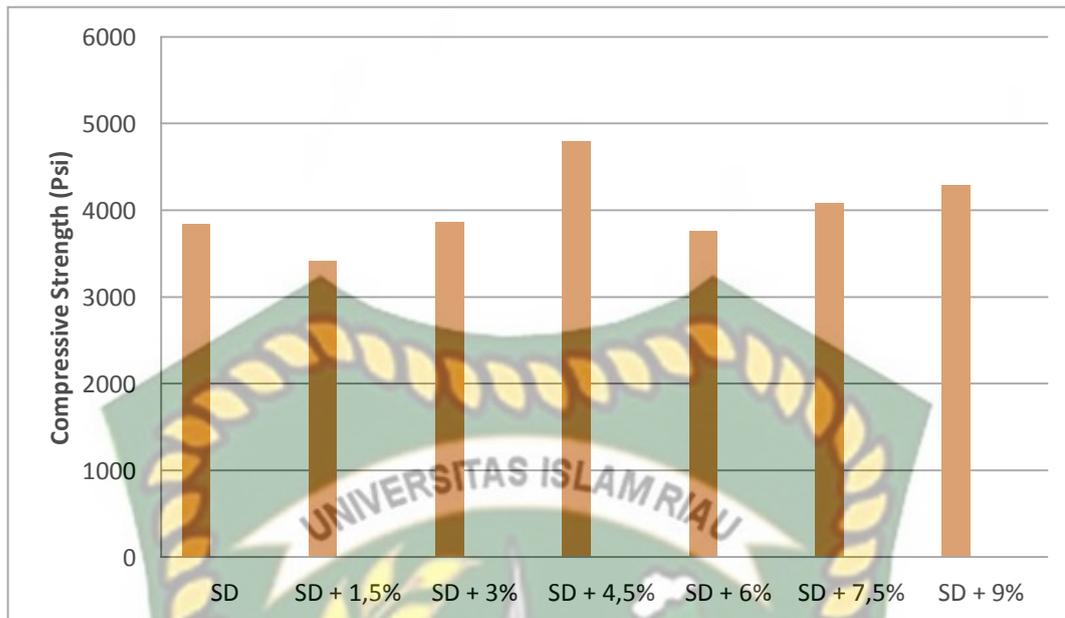
Selama ini, dolomit hanya dimanfaatkan sebagai bahan pertanian dan beberapa bidang industri. Dilihat dari cadangan yang banyak, dolomit diharapkan bisa dimanfaatkan di industri perminyakan, karena kandungan MgO dan CaO yang dapat meningkatkan kekuatan semen pemboran. Pada bab ini akan menjelaskan hasil penelitian untuk mengetahui kualitas dari dolomit terhadap *compressive strength*, *shear bond strength*, *thickening time* dan *free water* pada semen pemboran. Tahapan pengujian dilakukan dengan penambahan dolomit yang sudah berbentuk bubuk kedalam suspensi semen dengan skenario variasi konsentrasi dolomit sebesar 1,5%, 3%, dan 4.5%, 6%, 7.5%, 9% BWOC.

4.1 Pengujian *Compressive Strength*

Perhitungan nilai *compressive strength* dapat dilihat pada lampiran 2. Berikut ini merupakan hasil perhitungan *compressive strength* yang dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Nilai *Compressive Strength* Semen Dasar ditambah Variasi Dolomit

No. Sampel	Komposisi	Nilai <i>Compressive strength</i> (psi)
S1	SD	3837,15
S2	SD + 1,5% Dolomit	3406,18
S3	SD + 3% Dolomit	3864,59
S4	SD + 4,5% Dolomit	4791,92
S5	SD + 6% Dolomit	3759,27
S6	SD + 7,5% Dolomit	4080,95
S7	SD + 9% Dolomit	4282,71



Gambar 4.1 Grafik Nilai *Compressive Strength* Penambahan Serbuk Dolomit

Dari tabel 4.2 kemudian diubah kedalam bentuk grafik pada gambar 4.1 untuk melihat perubahan nilai dari uji *compressive strength* pada semen pemboran dengan penambahan serbuk dolomit. Komposisi dolomit yang digunakan pada pengujian yaitu sebesar 1,5%, 3%, 4,5%, 6%, 7,5% dan 9%. Adapun alasan menggunakan komposisi tersebut adalah dari penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dengan menggunakan bahan MgO dan CaO pada semen pemboran. Penambahan yang ideal untuk semen yaitu 1,5% - 3% untuk CaO dan 5% - 10% untuk penambahan MgO. Melihat kandungan MgO dan CaO pada dolomit, maka peneliti mengambil variasi tersebut sebagai acuan penelitian.

Dilihat dari hasil pada grafik diatas, komposisi semen dasar tanpa adanya penambahan dolomit menunjukkan nilai *compressive strength* sebesar 3837,15 Psi. Sedangkan untuk penambahan serbuk dolomit terjadi kenaikan dan penurunan terhadap nilai *compressive strength* pada penambahan komposisi dolomit. Penambahan optimum untuk dolomit pada semen pemboran adalah 4,5% dengan nilai 4791,92 psi dengan kenaikan mendekati 1000 psi dari semen dasar. Hal ini disebabkan oleh unsur MgO pada dolomit yang efektif mengembang pada penambahan 1,5% - 3%, sedangkan untuk penambahan lebih dari 5% akan

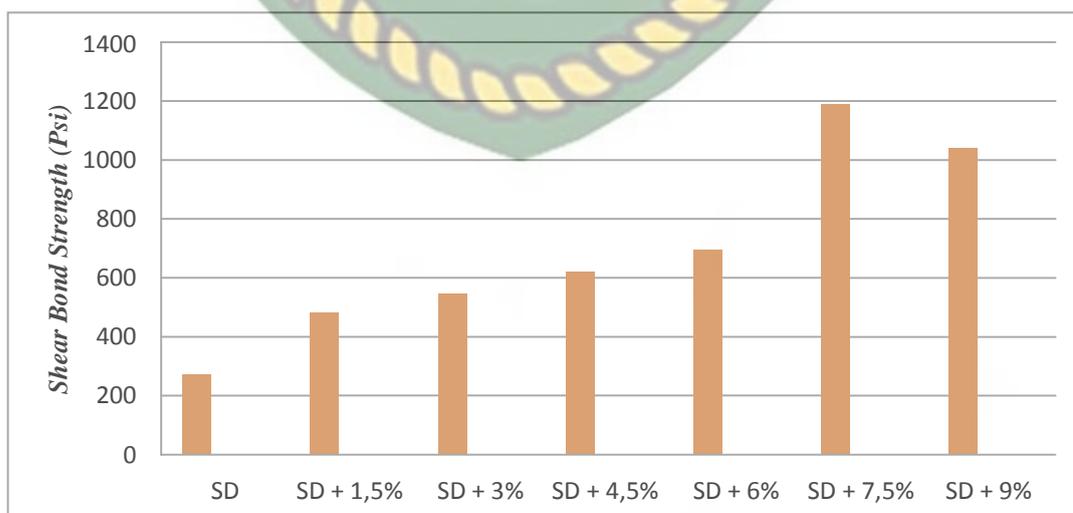
mengalami sedikit penurunan karena unsur CaO yang mengembang lebih banyak sehingga agak mengurangi kerapatan dari semen. Selain itu unsur MgO yang bertambah juga dapat mengurangi nilai *compressive strength* dari semen pemboran (Suhascaryo et al., 2001). Dilihat dari standar API, penambahan dolomit sebesar 4,5% sudah memenuhi kriteria sebagai aditif tambahan untuk meningkatkan nilai *compressive strength*.

4.2 Pengujian *shear bond strength*

Berikut merupakan hasil perhitungan dari *shear bond strength* dengan penambahan serbuk dolomit. Untuk perhitungan *shear bond strength* dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Nilai *Shear Bond Strength* Semen Dasar ditambah Variasi Dolomit

No. Sampel	Komposisi	Nilai <i>Shear Bond Strength</i> (psi)
St1	SD	272,71
St2	SD + 1,5% Dolomit	483,44
St3	SD + 3% Dolomit	545,4
St4	SD + 4,5% Dolomit	619,78
St5	SD + 6% Dolomit	694,15
St6	SD + 7,5% Dolomit	1189,98
St7	SD + 9% Dolomit	1040,98



Gambar 4.2 Grafik Nilai *Shear Bond Strength* Penamabahan Serbuk Dolomit

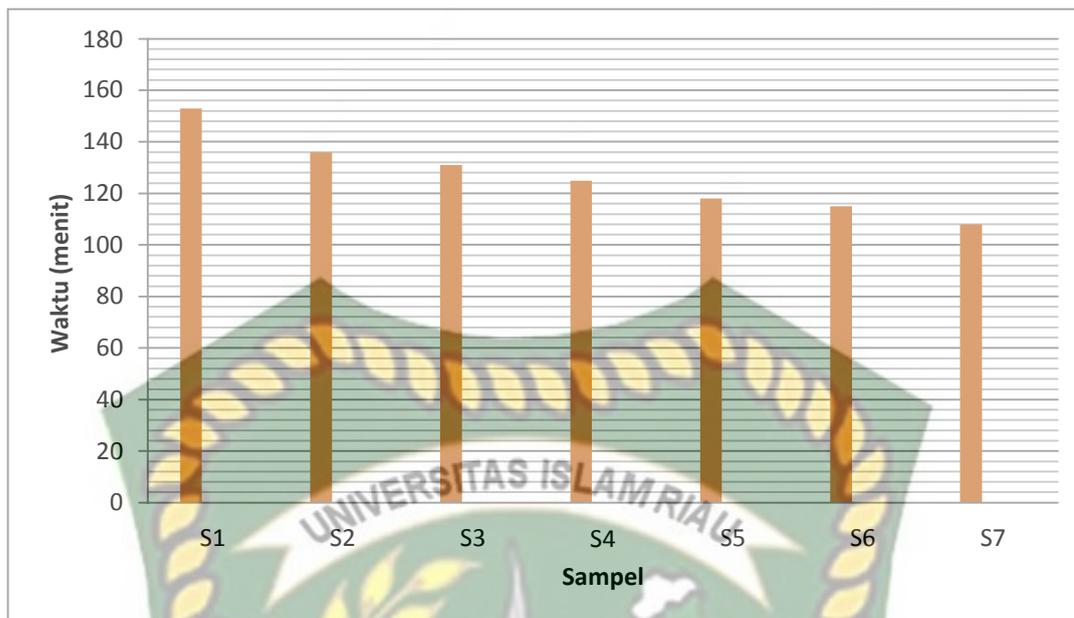
Gambar 4.2 menunjukkan hasil dari komposisi semen dasar pada pengujian *shear bond strength* semen pemboran memiliki nilai sebesar 272,71 psi. Kenaikan nilai *shear bond strength* terjadi hingga penambahan sebesar 7,5%, lalu terjadi penurunan pada penambahan 9% dolomit. Kenaikan harga SBS yang signifikan terjadi karena unsur MgO dan CaO yang mengembang optimum. Penurunan yang terjadi diakibatkan dari pengembangan yang sudah besar sehingga mengurangi kerapatan dari semen dan mengurangi nilai *shear bond strength*. Nilai optimum pada penambahan dolomit yaitu sebesar 7,5% dengan nilai 1189,98 psi. Dilihat dari nilai optimum *compressive strength* dengan penambahan sebesar 4,5% dolomit jika dibandingkan dengan nilai *shear bond strength* juga sudah melewati batas minimum dari standar API sebesar 100 psi dan bisa diterapkan sebagai aditif untuk menaikkan *strength* semen pemboran.

4.3 Pengujian *Thickening Time*

Berikut merupakan hasil dari pengukuran *thickening time* semen dasar dan penambahan serbuk dolomit sesuai dengan konsentrasi penambahan yang ditentukan.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Thickening Time* Semen Dasar Ditambah Variasi Dolomit

No Sampel	Semen	Air	Aditif		Temperatur (°F)	<i>Thickening Time</i> (Menit)
			(%)	(gr)		
S1	600	264	0	0	140	153
S2	600	264	1,5	9	140	136
S3	600	264	3	18	140	131
S4	600	264	4,5	27	140	125
S5	600	264	6	36	140	118
S6	600	264	7,5	45	140	115
S7	600	264	9	54	140	108



Gambar 4.3 Grafik Nilai *Thickening Time* Penambahan Serbuk Dolomit

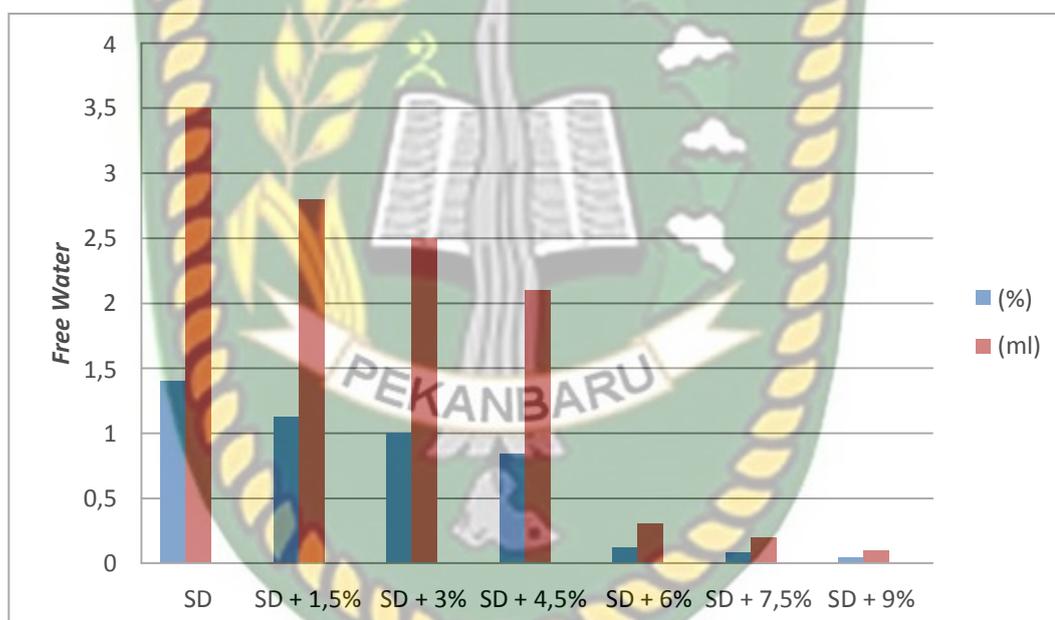
Pengujian *thickening time* dilakukan dengan membuat sampel dan dimasukkan kedalam alat pengujian yaitu *atmospheric consistometer* dengan set temperatur sebesar 140 °F atau 60 °C. Pembacaan hasil dilakukan ketika skala alat menunjukkan angka 70 UC, dimana angka tersebut merupakan batasan aman yang dilakukan dalam pengujian *thickening time*. Dari hasil pengujian, terlihat bahwa dengan penambahan dolomit hasil *thickening time* mengalami penurunan waktu, atau waktu pengerasan semakin cepat. Hal ini terjadi karena kandungan MgO dan CaO yang dapat menyerap air, sehingga waktu pengerasan lebih cepat. Melihat dari sifat fisik semen pemboran yang diuji, serbuk dolomit dapat digolongkan ke aditif *accelerator* yang berfungsi mempercepat waktu pengerasan.

4.4 Pengujian *Free Water*

Berikut merupakan hasil pengujian *free water* semen dasar ditambah dengan serbuk dolomit dengan berbagai variasi konsentrasi.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Free Water* Semen Dasar dan Penambahan Dolomit

No. Sampel	Komposisi	Nilai <i>Free Water</i>	
		(%)	(ml)
s1	SD	1,4	3,5
s2	SD + 1,5% Dolomit	1,12	2,8
s3	SD + 3% Dolomit	1	2,5
s4	SD + 4,5% Dolomit	0,84	2,1
s5	SD + 6% Dolomit	0,12	0,3
s6	SD + 7,5% Dolomit	0,08	0,2
s7	SD + 9% Dolomit	0,04	0,1

**Gambar 4.4** Grafik Nilai *Free Water* Dalam Bentuk Persentase dan ml

Pengujian *free water* dilakukan dengan mengisi gelas ukur sebanyak 250 ml dan mendinginkan selama 2 jam, hingga didapat air yang terpisah dari suspensi semen tersebut. Dari tabel 4.3 dan grafik pada gambar 4.3 menunjukkan hasil dari nilai *free water* pada penambahan serbuk dolomit. Didapat hasil yang signifikan seiring penambahan serbuk dolomit. Nilai *free water* semakin berkurang dengan bertambahnya konsentrasi dari serbuk dolomit. Batas nilai maksimal dari *free water* yang disarankan API yaitu sebesar 3,5 ml, jika melebihi akan menyebabkan

terjadinya pori pori pada semen pemboran dan membuat kekuatan dari semen itu menurun (Yazid et al., 2015).

Dilihat dari hasil pengujian, pada penambahan 6 % - 9 % mengalami penurunan hasil *free water* yang sangat jauh, hal ini disebabkan unsur MgO dan CaO yang memiliki sifat menyerap air, sehingga suspensi menjadi lebih kental. Dari pengujian *free water*, penambahan dolomit optimum yaitu sebesar 4,5%.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan peneleian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian *compressive strength* tertinggi didapatkan pada penambahan serbuk dolomit sebesar 4,5% BWOC dengan nilai 4791,92 Psi. Untuk pengujian *shear bond strenght* didapatkan nilai tertinggi pada penambahan dolomit sebesar 7,5% BWOC dengan nilai sebesar 1189,98 Psi. Untuk nilai *free water*, semakin meningkat konsentrasi dolomit maka nilai *free water* yang didapat semakin kecil. Semua variasi penambahan yang dilakukan didapatkan hasil dibawah 3,5 ml sebagai batas maksimum nilai *free water* yang disarankan API.
2. Jumlah dolomit optimum yang dapat ditambahkan pada suspensi semen agar nilai dari *compressive strength* dan *shear bond strength* dapat memenuhi standar API adalah sebesar 4,5% BWOC.
3. Berdasarkan hasil pengujian *thickening time* dan *free water*, dolomit dapat digolongkan ke aditif *accelerator* atau dapat mempercepat proses pengerasan dan menaikkan nilai kekuatan semen pemboran dengan panambahan optimum sebesar 4,5% BWOC.

5.2 SARAN

Adapun saran untuk penelitian berikutnya yaitu :

1. Untuk penelitian berikutnya disarankan melakukan pengujian terhadap sifat fisik semen pemboran dengan melakukan kalsinasi terhadap batuan dolomit.
2. Melakukan pengujian terhadap semen kelas A serta melakukan perhitungan keekonomiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus Ichwan Martha, Lilik Zabidi, L. S. A. (2018). Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Lignosulfonate Pada Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G. *Petro*, 4(4), 248–253. <https://doi.org/10.25105/petro.v4i4.289>
- Buntoro, A., Rubiandini, R., & Key, T. (2001). *the Effect of Neat Magnesium Oxide (Mgo) As Expanding Additive With Burning Temperature 1200 O C and 1300 O C*.
- Fatlolon, E., Kasmungin, S., & Fathaddin, T. (2018). *Kajian Laboratorium Karakteristi Semen Mengenai Campuran Semen Pemboran Dengan Serabut Kelapa , Kulit*. 167–171.
- Febriana, E. (2011). *Kalsinasi Dolomit Lamongan Untuk Pembuatan Kalsium-Magnesium Oksida Sebagai Bahan Baku Kalsium Dan Magnesium Karbonat Presipitat Kalsium-Magnesium Oksida Sebagai Bahan Baku*.
- Huda, A., Hamid, A., & Sulistyanto, D. (2018). Pengaruh Penambahan “Barite”, “Hematite”, Dan “Mecomax” Terhadap Thickening Time, Compressive Strength, Dan Rheologi Buburr Semen Pada Variasi Temperatur (Bhct) Di Laboratorium Pemboran Dan Produksi. *Petro*, 7(2), 47–58. <https://doi.org/10.25105/petro.v7i2.3676>
- Khalid, I., Musnal, A., Novriansyah, A., & Sitanggang, K. (2020). Aplikasi Bentonite Lokal Terhadap Nilai Compressive dan Shear Bond Strength Suspensi Semen Sumur Minyak. *Jurnal Saintis*, 20(02), 85–92. [https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20\(02\).5252](https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20(02).5252)
- Kurniawan, W., & Heriyadi, B. (n.d.). *Analisis Metode Penggalian Batuan Berdasarkan Kriteria Indeks Kekuatan Batu (Franklin) di Site Penambangan Batu*. 3(3), 1275–1284.

- Muhammad Rheza M.Y.Agam, Bayu Satyawira, L. (2015). *Pengaruh Penambahan Accelerator Sebagai Additive Semen Kelas B Terhadap Thickening Time, Compressive Strength, Dan Rheology Bubur Semen Dengan Variasi Temperatur (Bhct) Di Laboratorium Pemboran Dan Produksi Universitas Trisak*. 3, 309–316.
- Mulyati, Saputra, B., & Nardon, S. (2016). *Pengaruh Penggunaan Batu Dolomit Sebagai Agregat Kasar*. 3(2), 43–47.
- Negara, T. P., & Hamid, A. (2015). *Time, Compressive Strength, Dan Rheology Bubur Semen Dengan Variasi Temperatur (Bhct) Di Laboratorium Pemboran*. 3, 543–549.
- NOOR, F. (2018). Pengelolaan Sumber Daya Alam Berdasar Prinsip Fiqh Al-Bi'Ah. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan*, 3(1), 47–55. <https://doi.org/10.17977/um019v3i12018p047>
- Novrianti, Mursyidah, T. P. U. (n.d.). *Studi Laboratorium Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Arang Batok Kelapa Terhadap Thickening Time dan Free Water Semen Pemboran*. 6(1), 38–43.
- Novrianti, N. (2016). Studi Laboratorium Pengaruh Nanocomposite Nanosilika dan Arang Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Temperatur Pemanasan Terhadap Free Water dan Kekuatan Semen Pemboran. *Journal of Earth Energy Engineering*, 5(1), 21–27. <https://doi.org/10.22549/jeee.v5i1.465>
- Putra, A. S., Warman, H., Anif, B., & Aryasenjapgmailcom, E. (n.d.). *Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton*. 5–6.
- Ramadhan, R., Satiyawira, B., & Rosyidan, C. (2018). Penanggulangan Loss Formation Menggunakan Metode Dual Stage Cementing Pada Sumur Ar-001. *Petro*, 7(1). <https://doi.org/10.25105/petro.v7i1.3224>
- Rieshapsari, A. M., Mafakhir, M. Z., Rieziq, N. M., Adila, S. N., Putri, T. A., Sasongko, W., & Jalaluddin, M. (2020). Potensi Sumber Daya Mineral Logam Dan Non Logam Di Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Georafflesia*,

5(1), 87–95.

- Royani, A. (2016). Proses Pelarutan Bijih Dolomit Dalam Larutan Asam Klorida. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, November, 2–6*. jurnal. umj.ac.id/index.php/semnastek
- Royani, A., Sulistiyono, E., & Sufiandi, D. (2016). Pengaruh suhu kalsinasi terhadap dekomposisi dolomit. *Jurnal Sains Materi Indonesia, 18(1)*, 41–46.
- Samura, L., & Zabidi, L. (2018). Pengujian Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G Dengan Penambahan Additif Retader. *Petro, 6(2)*, 49–54. <https://doi.org/10.25105/petro.v6i2.3103>
- Sari, N., Jalil, Z., & Rahwanto, A. (2013). Identification of Oxide Compound in Dolomite Mineral from Aceh Tamiang Region. *Journal of Aceh Physics Society, 2(1)*, 1–2.
- Sari, N., Nila, I. R., Teknik, J., & Universitas, F. (2019). *Dekomposisi Mineral Dolomit Melalui Proses Kalsinasi. 1(02)*, 22–24.
- Satria, F., Sari, N. Y., Yahdiker, R., Irawan, S. A., & F, W. D. (n.d.). *Pengujian Free Water Examination Of Free Water. 1–6*.
- Suhascaryo, I. N., Wibowo, I. E., & Suroyo, I. B. (2001). Kinerja Expanding Additive Baru Untuk Meningkatkan Shear Bond Strength (Sb) Semen Pada Kondisi HTHP. *Proceeding Simposium Nasional Iatmi 2001, 18*, 3–5.
- Sulistiyono, E., Firdiyono, F., Natasha, N. C., & Sufiandi, D. (2015). *Pengaruh U Kuran B Utiran T Terhadap S Truktur K Ristal P Ada. 125–132*.
- Wulancahayani, E., & Rohmawati, L. (2020). *Analisis Ukuran Kristalin Serbuk CaCO₃/MgO Hasil Kalsinasi Dolomit 1). 09, 21–24*.
- Yazid, F. E., Hamid, A., & Affifah, A. N. (2015). *Evaluasi Penyemenan Casing Liner 7 ” Pada Sumur X-1 Dan Y-1 Blok Lmg. 88–96*.