

**ANALISA PERBANDINGAN *SHEAR STRESS RHEOLOGY*
LUMPUR PEMBORAN MENGGUNAKAN APLIKASI PADA
SECTION ASELOLE LAPANGAN JOSS**

JURNAL

**REZA FADILLAH
124.19.016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
BEKASI
JULI 2023**

ABSTRAK

Analisa Perbandingan *Shear Stress Rheology* Lumpur Pemboran Menggunakan Aplikasi Pada *Section* Aselole Lapangan Joss

Oleh: Reza Fadillah

Pembimbing: Ganesha Rinku Darmawan S,T.,M.T.,
Samuel Halomoan Silitonga, S.T

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa perbandingan *Shear Stress Rheology* fluida pemboran dengan menggunakan aplikasi Landmark - WallPlan. Kegiatan pemboran diharapkan dapat berjalan efisien dan ekonomis. Maka dari itu diperlukan adanya perbaikan saran yang menunjang ,salah satunya dengan mengevaluasi *Rheology* lumpur dan mengoptimasi hal tersebut.

Rheology lumpur pemboran merupakan tolak ukur sifat dasar lumpur yang berguna untuk menggambarkan kemampuan lumpur dalam menanggulangi masalah-masalah tertentu pada saat pemboran dilaksanakan.

Model *Rheology* yang digunakan pada penelitian kali ini didasarkan pada kurva *Shear Stress Rheology* lumpur. Pada kurva *Shear Stress Rheology* lumpur telah melalui penginputan data-data yang dibutuhkan aplikasi untuk dilakukan perhitungan secara otomatis. Pada analisa kali ini akan membandingkan *Shear Stress Rheology* dari 3 (tiga) model yaitu *Bingham Plastic*, *Power Law*, dan *Herschel-Bulkley*.

Pada proses penginputan untuk model *Rheology* dibutuhkan data *Density* lumpur, *Plastic Viscosity*, *Yield Poin*, *Yield Strength*, *Flow Behavior Index* (n), dan *Consistency Factor* (K). Dari setiap model memiliki proses penginputan parameter yang berbeda-beda.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 1) model *Rheology powe law* memiliki nilai *Shear Stress* yang besar yang dapat mengakibatkan kerusakan pada rangkaian pipa maupun lubang sumur; 2) model *Rheology Herschel-Bulkley* masih memiliki nilai *Shear Stress* yang besar, sama hal nya seperti model *Power Law* yang dapat mengakibatkan problem yang sama; 3) untuk model *Rheology Bingham Plastic* nilai *Shear Stress* tidak terlalu besar dan juga tidak terlalu kecil dan dapat mengakibatkan proses pemboran berjalan dengan lancar karena tidak adanya gaya gesek yang besar pada rangkaian pipa maupun pada lubang sumur; 4) maka hasil penelitian ini model yang dipakai yaitu model *Bingham Plastic*.

Kata Kunci: *Rheology*, *Shear Stress* dan *Shear Rate*, Model *Rheology*

ABSTRACT

Comparative Analysis Of Shear Stress Rheology Of Drilling Mud Using Application In Aselole Section Of Joss Field

By: Reza Fadillah

Advisor: Ganesha Rinku Darmawan S, T.,M.T.,
Samuel Halomoan Silitonga, S.T

This study was conducted to analyze the Shear Stress comparison of drilling fluid Rheology using Landmark-WallPlan application. Drilling activities are expected to run efficiently and economically. Therefore, there is a need for improvement of supporting suggestions, one of which is to evaluate the Rheology of mud and optimize it.

Drilling mud Rheology is a measure of the basic properties of mud that is useful to describe the ability of mud to overcome certain problems when drilling is carried out.

Rheology Model used in this study is based on Shear Stress curve Rheology mud. The Shear Stress curve of mud Rheology has been through inputting the data needed by the application to be calculated automatically. In this analysis will compare Shear Stress Rheology of 3 (three) models, namely Bingham Plastic, Power Law, and Herschel-Bulkley.

In the inputting process for Rheology model required data mud Density, Plastic Viscosity, Yield points, Yield Strength, Flow Behavior Index (n), and Consistency Factor (K). Each model has a different parameter input process.

The results of this study showed that 1) Rheology powe law model has a large Shear Stress value that can cause damage to the series of pipes and wellbore; 2) Rheology Herschel-Bulkley model still has a large Shear Stress value, the same thing as the Power Law model that can cause the same problem; 3) for Rheology Bingham Plastic Shear Stress value is not too; 4) the results of this study the model used is the Bingham Plastic model.

Keywords: *Rheology, Shear Stress dan Shear Rate, Model Rheology*

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada industri minyak dan gas, pemboran merupakan suatu proses yang berguna untuk menembus zona prospek (mengandung hidrokarbon) dan membentuk sumur yang akan memudahkan untuk proses pengangkatan fluida hidrokarbon dan reservoir ke permukaan. Proses pemboran yang baik adalah proses pemboran yang efisien serta aman, dalam proses pemboran terdapat berbagai macam masalah yang dapat muncul dan dapat menghambat untuk mencapai zona yang akan dituju.

Rheology lumpur pemboran merupakan tolak ukur sifat dasar lumpur yang berguna untuk menggambarkan kemampuan lumpur dalam menanggulangi masalah-masalah tertentu pada saat pemboran dilaksanakan. Sifat fluida pemboran, densitas, dan Rheology dimonitor untuk membantu mengoptimalkan proses pemboran. Sifat ini berkontribusi pada beberapa aspek penting untuk keberhasilan pemboran, oleh karena itu penting untuk mengontrol sifat-sifat ini sehubungan dengan persyaratan

untuk sumur dan fluida tertentu yang digunakan.

Sifat Rheology fluida merupakan salah satu ilmu yang berperan penting dan diterapkan dalam bidang pengeboran. Rheology yaitu ilmu yang mempelajari perubahan bentuk dan aliran dari fluida serta bagaimana respon fluida tersebut terhadap penerimaan tekanan dan tegangan. Fluida merupakan zat yang dapat berubah bentuk secara terus menerus jika terkena tegangan geser. Studi ini dilakukan untuk menganalisa perbandingan Shear Stress Rheology fluida pemboran dengan menggunakan aplikasi Landmark-WallPlan.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari studi ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis dan membandingkan Shear Stress dari setiap model Rheology lumpur pengeboran pada section 8 ½ inch.
2. Menganalisis hasil kurva Rheology dari perhitungan aplikasi Landmark – WallPlan.

3. Menentukan model Rheology lumpur pengeboran yang digunakan pada section 8 ½ inch.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis akan fokus pada permasalahan-permasalahan yang melingkupi :

1. Studi ini hanya berfokus pada perbandingan Shear Stress dari setiap model Rheology lumpur pemboran pada section 8 ½ inch.
2. Studi ini hanya dalam cangkupan mud design saja dan tidak menganalisis lebih lanjut hidrolika pemboran.
3. Studi ini tidak menggunakan peralatan lumpur pemboran pada laboratorium.
4. Studi ini hanya menggunakan aplikasi.

1.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan cara mengumpulkan sumber informasi yang berasal dari referensi buku maupun data perusahaan yang

berhubungan dengan tujuan penelitian yang sedang dilakukan. Studi literatur ini dilakukan sebelum dan selama penelitian dilaksanakan.

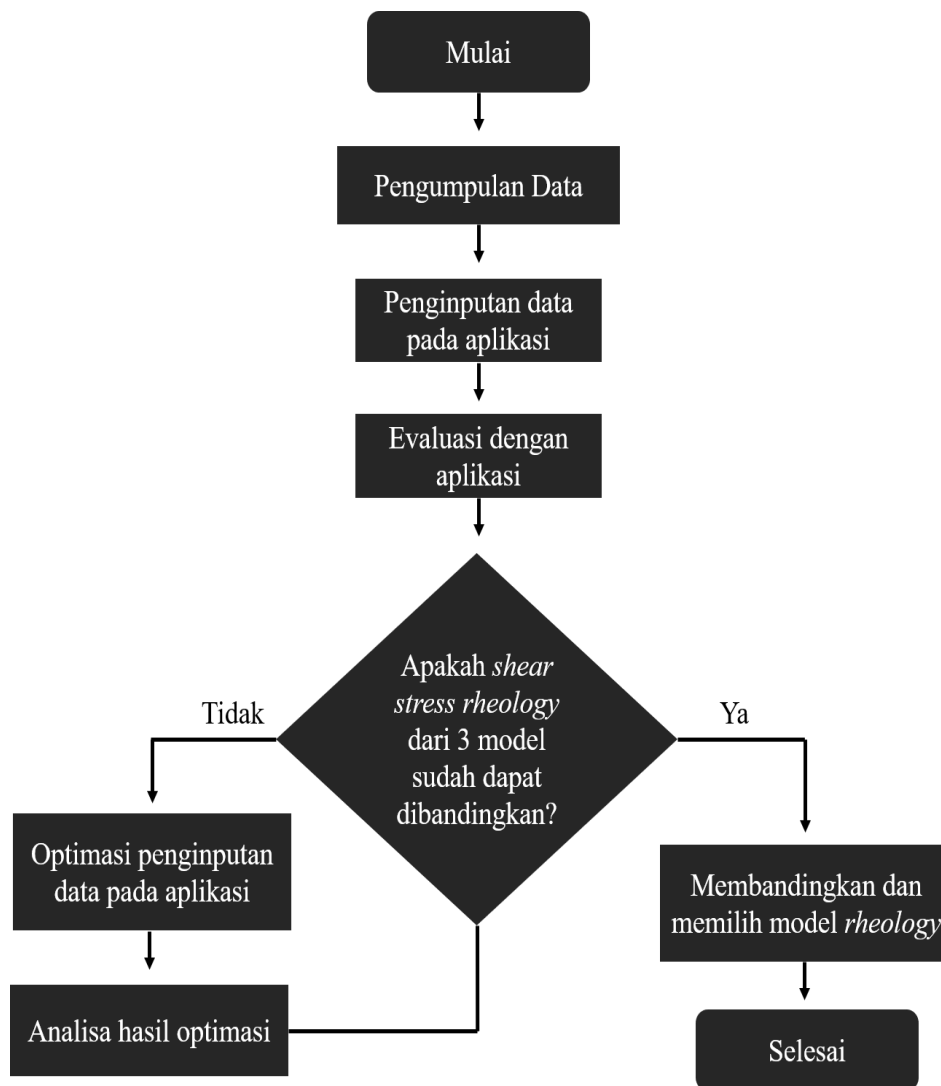
b. Diskusi

Melakukan diskusi atau pedalaman materi secara langsung maupun secara daring dengan pembimbing.

1.5 Alur Perencanaan Pekerjaan

Tugas akhir ini diawali dengan studi literatur mengenai teori-teori dasar yang berkaitan dengan Rheology lumpur yang akan di bahas. Lalu dilakukan perencanaan pengerjaan tugas akhir. Kemudian, pendalaman materi melalui diskusi dengan pembimbing dan pembelajaran via internet dilakukan unuk lebih memahami penelitian yang akan dilakukan. Pengolahan data yang dibutuhkan dilakukan dengan memahami terlebih dahulu segala proses dalam perencanaan menentukan Analisa perbandingan model Rheology lumpur pemboran agar data yang dipilih tepat sasaran. Berikut adalah alur umum dari pengerjaan studi ini:

1. Menentukan atau melihat data datum;
2. Memilih hole section;
3. Memperhatikan data lumpur;
4. Mengolah data yang sudah di peroleh dan sudah di pilih;
5. Menganalisa kajian Shear Stress;
6. Menganalisa kajian model Rheology lumpur pemboran;
7. Memastikan hasil analisa sesuai kriteria dengan tetap memperhatikan parameter yang sudah ada;
8. Selesai.



Gambar 1. 1 Diagram Alir

II. Pembahasan

Pada bab ini akan membahas dan menyajikan data yang tersedia di lapangan, analisa perhitungan awal dari data – data serta parameter yang telah tersedia secara perhitungan dengan aplikasi Landmark. Kemudian dari hasil perhitungan yang sudah ada akan di Analisa dan optimasi dengan tujuan mendapatkan hasil Shear Stress Rheology yang sesuai dari perhitungan sebelumnya. Berikut adalah data – data yang tersedia untuk pemboran trayek 8 ½ inch.

2.1 Data yang tersedia

2.1.1 Data Pore Pressure,

Fracture Gradient

Tabel 2. 1 Tabel Pore pressure, dan Fracture Gradiet

SECTION	Topsand (m TVDss)	MW PLAN	Pore Pressure	Fracture Gradient
			Est Curr	LOT/FIT
			ppg	ppg
8 1/2"	2,629,0	17.0	16.0	18.5
	2,699,0	17.0	16.0	18.5
	2,721,0	17.0	16.0	18.5
	2,963,0	17.0	16.0	18.5
	3,097,0	17.0	16.0	18.5
	3,102,0	17.0	16.0	18.5

Pada data pore pressure dan fracture gradient dari kedalaman 2.629.0 sampai 3.102.0 didapat nilai pore pressure sebesar 16.0 ppg dan

nilai fracture gradient sebesar 18.5 ppg.

2.1.2 Data Lumpur

Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi Lumpur

Mud Parameter	8 1/2" Hole section
Interval (m TVD)	2609-3168
Mud Type	OBM
Mud weight - ppg (Kg/l)	15.2-17.0
Plastic Viscosity (cps)	20-30
Funnel Viscosity (sec/qt API)	25-35
Yield Point (lb/100ft ²)	12-16

2.1.3 Data Bottom Hole

Assembly (BHA)

Tabel 2. 3 Tabel Rangkaian Bor

BHA DESCRIPTION	length (m)	ID (in)	OD (in)
8 1/2" PDC Bit Nozzle	0.00	2.25	5.75
8 1/2" PDC Bit shank	0.30	2.25	5.75
A675M7850XP 8 3/8"	7.68	5.50	6.75
8 1/4" Stabilizer	1.52	2.88	6.75
MWD-SlimPulse 675	9.45	3.88	6.75
8 1/4" Stabilizer	1.52	2.88	6.75
NMDC	9.14	2.88	6.75
Circulating Sub	1.52	3.00	6.75
19 x 6.5" Collar	173.74	2.25	6.50
6 3/4" Jar	10.21	2.50	6.75
3 x 6.5" Collar	27.43	2.25	6.50
12 x 5" HWDP	120.00	3.00	5.00
5" 19.50 DPG. Premium	2768.48	4.28	4.86

2.2 Perhitungan Aplikasi

Pada perhitungan menggunakan aplikasi ini, hasil perhitungan akan disajikan dalam bentuk gambar yang akan di analisa hasil dari Shear Stress di setiap Rheology model.

2.2.1 Proses Input Data

2.2.1.1 Input Data *Bottom Hole Assembly (BHA)*

String name: Assembly
 String depth: 3.131,00 m
 Sort order: Top to Bottom

	Section Type	Length (m)	MD (m)	OD (in)	ID (in)
1	Drill Pipe	2.768,490	2.768,49	5,000	4,276
2	Heavy Weight	120,000	2.888,49	5,000	3,000
3	Drill Collar	27,430	2.915,92	6,500	2,250
4	Jar	10,210	2.926,13	6,750	2,500
5	Drill Collar	173,740	3.099,87	6,500	2,250
6	Sub	1,520	3.101,39	6,750	3,000
7	Drill Collar	9,140	3.110,53	6,750	2,880
8	Stabilizer	1,520	3.112,05	6,750	2,880
9	MWD	9,450	3.121,50	6,750	3,880
10	Stabilizer	1,520	3.123,02	6,750	2,880
11	Mud Motor	7,680	3.130,70	6,750	5,500
12	Bit	0,300	3.131,00	8,500	

Gambar 2. 1 Input Data *Bottom Hole Assembly (BHA)*

2.2.1.2 Input Data *Rheology Mud*

Fluid Composition
 Mud base type: Oil
 Base fluid: Diesel

Rheology Tests
 Is foamable
 Rheology model: Bingham Plastic
 Rheology Fann

	Temperature (°F)	Pressure (psi)	Reference
1	70,00	14,70	

Density: 17,00 ppg
 Plastic viscosity: 20,89 cp
 Yield point: 14,000 lbf/100ft²

Gambar 2. 2 Input Data *Rheology Mud Bingham Plastic*

Fluid Composition
 Mud base type: Oil
 Base fluid: Diesel

Rheology Tests
 Is foamable
 Rheology model: Power Law
 Rheology Fann

	Temperature (°F)	Pressure (psi)	Reference
1	70,00	14,70	

Density: 17,00 ppg
 Plastic viscosity: 20,89 cp
 Yield point: 0,000 lbf/100ft²
 n': 0,50
 K': 0,02089 lb*sⁿ/ft²

Gambar 2. 3 Input Data *Rheology Mud Power Law*

Fluid Composition
 Mud base type: Oil
 Base fluid: Diesel

Rheology Tests
 Is foamable
 Rheology model: Herschel Bulkley
 Rheology Fann

	Temperature (°F)	Pressure (psi)	Reference
1	70,00	14,70	

Density: 17,00 ppg
 Plastic viscosity: 20,89 cp
 Yield strength: 7,500 lbf/100ft²
 n: 0,50
 K: 0,02089 lb*sⁿ/ft²

Gambar 2. 4 Input Data *Rheology Mud Herschel-Bulkley*

2.2.1.3 Input Data *Pore Pressure*

	TVD (m)	Pressure (psi)	EMW (ppg)
1	6,80	11,59	10,00
2	166,00	294,24	10,40
3	375,00	664,69	10,40
4	410,00	726,73	10,40
5	622,00	1.081,30	10,20
6	852,00	1.481,13	10,20
7	1.295,00	2.251,25	10,20
8	1.730,00	3.007,46	10,20
9	2.470,00	4.293,90	10,20
10	2.510,00	4.363,43	10,20
11	2.629,00	7.169,10	16,00
12	2.699,00	7.359,99	16,00
13	2.721,00	7.419,98	16,00
14	2.963,00	8.079,90	16,00
15	3.097,00	8.445,31	16,00
16	3.102,00	8.458,94	16,00
17	3.163,00	4.959,54	9,20
18	3.259,00	5.110,07	9,20
19	3.330,00	5.221,39	9,20
20	3.380,00	5.299,79	9,20

Gambar 2. 5 Input Data *Pore Pressure*

2.2.1.4 Input Data Fracture Gradient

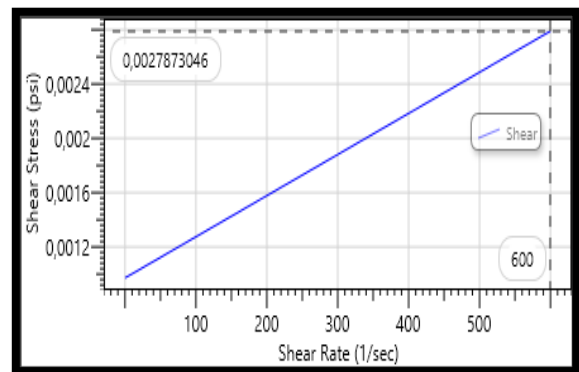
	TVD (m)	Pressure (psi)	EMW (ppg)
1	6,80	18,77	16,20
2	166,00	458,33	16,20
3	375,00	1.035,38	16,20
4	410,00	1.132,02	16,20
5	622,00	1.886,97	17,80
6	852,00	2.584,72	17,80
7	1.295,00	3.928,66	17,80
8	1.730,00	5.248,32	17,80
9	2.470,00	7.493,27	17,80
10	2.510,00	7.614,62	17,80
11	2.629,00	8.289,28	18,50
12	2.699,00	8.509,99	18,50
13	2.721,00	8.579,35	18,50
14	2.963,00	9.342,38	18,50
15	3.097,00	9.764,89	18,50
16	3.102,00	9.780,65	18,50
17	3.163,00	9.164,37	17,00
18	3.259,00	9.442,51	17,00
19	3.330,00	9.648,23	17,00
20	3.380,00	9.793,09	17,00

Gambar 2. 6 Input Data *Fracture Gradient*

2.3 Analisa Shear Stress Rheology Lumpur

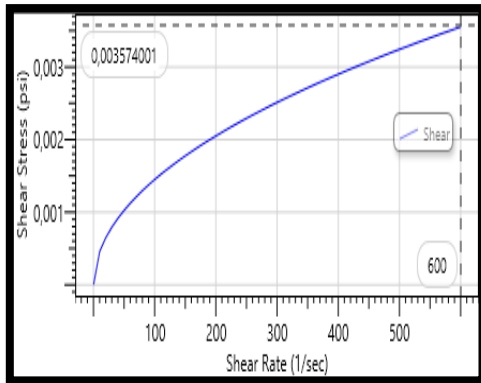
Model *Rheology* yang digunakan pada tugas akhir kali ini didasarkan pada kurva *Shear Stress Rheology*

lumpur. Pada kurva *Shear Stress Rheology* lumpur telah melalui penginputan data-data yang dibutuhkan aplikasi untuk dilakukan perhitungan secara otomatis. Pada analisa kali ini akan membandingkan *Shear Stress Rheology* dari 3 (tiga) model yaitu *Bingham Plastic*, *Power Law*, dan *Herschel-Bulkley*.



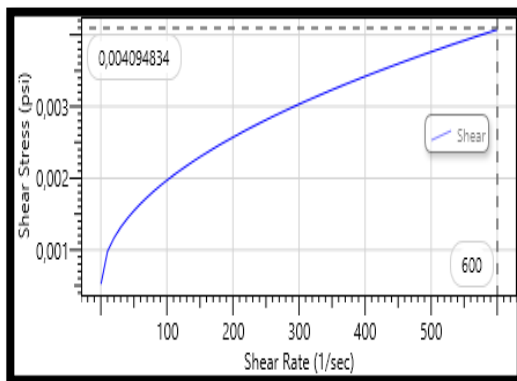
Gambar 2. 7 *Shear Stress Rheology Bingham Plastic*

Pada gambar 2.7 hasil perhitungan menggunakan aplikasi didapat nilai *Shear Stress Rheology* lumpur dengan model *Bingham Plastic* sebesar 0,00278 (psi), dengan *Shear Rate* 600 (1/sec). Pada model *Bingham Plastic* perhitungan yang dilakukan untuk mencari *Shear Stress Rheology* yaitu menginput *Plastic Viscosity* (PV) dan *Yield Point* (YP).



Gambar 2. 8 Shear Stress Rheology Power Law

Pada hasil perhitungan menggunakan aplikasi didapat nilai *Shear Stress Rheology* lumpur dengan model *Power Law* sebesar 0,00357 (psi), dengan *Shear Rate* 600 (1/sec). Pada model *Power Law* perhitungan yang dilakukan untuk mencari *Shear Stress Rheology* yaitu menginput *Flow Behavior Index* (n) dan *Consistency Factor* (K).



Gambar 2. 9 Shear Stress Rheology Herschel-Bulkley

Pada hasil perhitungan menggunakan aplikasi didapat nilai *Shear Stress Rheology* lumpur dengan

model *Herschel-Bulkley* sebesar 0,00409 (psi), dengan *Shear Rate* 600 (1/sec). Pada model *Herschel-Bulkley* perhitungan yang dilakukan untuk mencari *Shear Stress Rheology* yaitu menginput *Yield Strength*, *Flow Behavior Index* (n) dan *Consistency Factor* (K).

Pada *Herschel-Bulkley* model, kurva *Shear Stress* dimulai dari titik rendah dan akan menahan tekanan sampai titik luluh agar fluida dapat mengalir yang dapat mengakibatkan kehilangan tekanan pada saat menahan tekanan sampai titik luluh. Didapat nilai *Shear Stress* yang besar seiring naiknya *Shear Rate* dan dapat mengakibatkan kerusakan pada rangkaian pipa dan juga lubang sumur dikarenakan gaya gesek yang besar.

Pada *Power Law* model prinsip alirannya masih sama seperti *Herschel-Bulkley* model, dilihat dari kurva *Shear Stress Power Law* menahan aliran agar sampai ke titik luluh, dan dapat mengakibatkan problem yang sama. Dan didapat nilai *Shear Stress* yang masih cukup tinggi.

Pada *Bingham Plastic* model, kurva *Shear Stress* di mulai dari nilai *Shear Stress* yang tinggi, dan tidak perlu menahan aliran agar mencapai

titik luluh, model ini digunakan karena sederhana dan kemampuannya untuk memperkirakan kehilangan tekanan. nilai *Shear Stress* yang didapat tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar yang menjadi nilai positif pada saat pengeboran karena tidak merusak rangkaian dan juga lubang sumur karena nilai gaya gesek yang tidak terlalu besar.

III. Kesimpulan dan Saran

3.1 Kesimpulan

1. Pada model *rheology bingham plastic* nilai *shear stress* yang didapat sebesar 0,00278 (psi), model *power law* nilai *shear stress* sebesar 0,00357 (psi), dan model *herschel-bulkley* nilai *shear stress* sebesar 0,00409 (psi). Dari ketiga model tersebut nilai *shear stress* yang didapat berbeda-beda dari parameter penginputan yang berbeda pula.
2. Pada *bingham plastic* model, kurva *shear stress* di mulai dari nilai *shear stress* yang tinggi, dan tidak perlu menahan aliran agar mencapai titik luluh, pada *power law* model, kurva *shear stress* dimulai dari titik rendah dan akan menahan tekanan sampai titik luluh agar fluida dapat mengalir

yang dapat mengakibatkan kehilangan tekanan pada saat menahan tekanan sampai titik luluh, dan pada *herschel-bulkley* model prinsip alirannya masih sama seperti *power law* model, dilihat dari kurva *shear stress* *herschel-bulkley* menahan aliran agar sampai ke titik luluh, dan dapat mengakibatkan problem yang sama seperti *power law*.

3. Dari ketiga model *bingham plastic*, *power law*, dan *herschel-bulkley* didapat kesimpulan bahwa model yang dapat digunakan pada penelitian kali ini yaitu *bingham plastic* model, karena dari nilai *shear stress* yang didapat tidak terlalu besar dan tidak menyebabkan banyak problem dalam proses pengeboran, dan model ini banyak digunakan karena sederhana dan kemampuannya untuk memperkirakan kehilangan tekanan.

3.2 Saran

1. Diperlukan kajian dan penelitian mendalam dengan menggunakan peralatan lumpur pada laboratorium.

2. Diperlukan pembelajaran lebih mendalam mengenai aplikasi Landmark WallPlan pada pengerjaan tugas akhir ini.
3. Pada penelitian ini masih dapat mengembangkan metode yang sudah ada dan atau membuat pemodelan yang baru.

IV. Daftar Pustaka

- ALAM, M. S. (2021). *PROPERTIES DAN SISTEM LUMPUR PEMBORAN*.
- Darmawan, G. R. (2017). *Basic Drilling & Completion Engineering*.
- Élisabeth Guazzelli., O. P. (2018). Cambridge University. *Rheology of dense granular suspensions*.
- Faaiziin, B. R. (2020). Institut Teknologi Sains Bandung. *ANALISA HIDROLIKA PEMBORAN MENGGUNAKAN APLIKASI PADA SUMUR HOKYA LAPANGAN AMBYAR*.
- Friedheim, J., & Shinnie, J. (1991). Paper presented at the SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Netherlands, March 1991. *New Oil-Base Mud Additive Reduces Oil Discharged on Cuttings*.
- pétrole, I. f. (2004). Rev. IFP, Vol. 59. *Rheological Behavior of Drilling Muds, Characterization Using Mri Visualization, 23-29*.
- Riani, Y. A. (2014). *Drilling Fluids Manual Handbook*.
- Schlumberger. (2016). *The Defining Series: Rheology*.
- Shaida, A. (2020). Business Development Manager Drilling Fluids Chemicals. *Advantages and Disadvantages of Water and Oil-Based Mud*.
- Vassilios C. Kelessidis., P. D. (2011). Journal of Petroleum Science and Engineering. *Experimental study and predictions of pressure losses of fluids modeled as Herschel–Bulkley in concentric and eccentric annuli in laminar, transitional and turbulent flows*.
- Y. Julien., & Y. (1991). J. Hydr. Eng. ASCE. *Rheology of Hyperconcentrations*.
- Zhinchuan Guan, Y. L. (2015). Journal of Applied Science and Engineering. *Drilling Hydraulic Parameters Design Method under the Limited Circulating System Bearing Capacity Condition*.