

Dry Lab – Laboratorium Virtual Untuk Anlisa Rekayasa Lumpur Pemboran

M. Mahlil Nasution ^{1,*}, Edy Soesanto ², Aly Rasyid ³

¹ Fakultas Teknik ; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: mahlil.nasution@dsn.ubharajaya.ac.id

² Fakultas Teknik; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: edy.soesanto@dsn.ubharajaya.ac.id

³ Fakultas Teknik; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: aly.rasyid@dsn.ubharajaya.ac.id

* Korespondensi: e-mail: mahlil.nasution@dsn.ubharajaya.ac.id

Submitted: **01/03/2022**; Revised: **10/04/2022**; Accepted: **05/05/2022**; Published: **31/05/2022**

Abstract

Dry Lab is a virtual laboratory design, also called as a laboratory of the future. Dry Lab was designed because of the increasingly advanced computerized especially Artificial Intelligence for making a simulator that can function to simulate a tool wich is can similiar with the real condition so that it gets the same results as when run in a conventional laboratory. With the existence of this Simulator technology, then I try to make a virtual simulator for drilling mud analysis which is very much needed in the world of oil engineering education especially and also needed in the world of oil and gas industry, especially when conducting drilling activities.

Keywords: *Dry Lab, Artificial Intelligence, virtual simulator, drilling mud.*

Abstrak

Dry Lab adalah suatu rancangan virtual laboratorium, dapat juga dikatakan sebagai Laboratorium masa depan. *Dry Lab* dirancang karena semakin majunya ilmu komputerisasi Artificial intelligence dalam membuat suatu simulator yang dapat berfungsi mensimulasikan suatu alat sesuai dengan cara kerja aslinya sehingga mendapatkan hasil yang sama seperti saat dijalankan di Laboratorium konvensional. Dengan adanya teknologi Simulator ini, maka saya mencoba membuat suatu simulator virtual untuk analisa lumpur pemboran yang sangat dibutuhkan dalam dunia pendidikan Teknik perminyakan khususnya dan juga dibutuhkan di dalam dunia industri Migas terutama saat melakukan kegiatan pemboran.

Kata kunci: *Dry Lab, Artificial intelligence, simulator virtual, lumpur pemboran.*

1. Pendahuluan

Lumpur pemboran adalah suatu fluida yang sangat dibutuhkan saat melakukan aktivitas pemboran di Industri migas. Karena begitu pentingnya peran dari lumpur pemboran ini bahkan di analogikan sama dengan darah pada tubuh manusia. Sehingga apabila bisa menjaga kualitas dan kuantitas yang dibutuhkan pada saat pemboran, maka akan semakin besar peluang suksesnya pekerjaan pemboran tersebut.

Proses pemboran akan selalu menghadapi zona zona tertentu dimana operator harus siap menghadapi zona tersebut yang terkadang harus merubah sifat sifat fisik dari lumpur pemboran itu sendiri,

Oleh karena itu, seorang Mud Engineer atau orang yang ahli dalam pembuatan dan penanganan lumpur pemboran harus selalu bisa memahami rheologi dari fluida pemboran itu yang tentunya tidak sama karakteristiknya untuk setiap sumur yang berbeda.

Sebagai bahan pelajaran dasar tentang materi Teknik Lumpur pemboran, calon mud engineer atau Mahasiswa diwajibkan untuk mengetahui sifat sifat dasar dari sifat phisik lumpur pemboran.

Adapun sifat sifat phisik lumpur yang harus dipelajari antara lain adalah:

- Densitas
- Sand Content
- Viscositas
- Gel Strength
- Filtrasi
- Mud Cake

2. Metode Penelitian

Lumpur pemboran mempunyai fungsi yang sangat signifikan terhadap kesuksesan suatu proses kegiatan pemboran. Adapun fungsi dari fluida lumpur pemboran adalah sebagai berikut :

1. Mengangkat serpihan-serpihan hasil penggerusan saat pemboran.
2. Memberikan efek pendinginan dan pelumasan rangkaian pipa yang terinstalasi didalam lubang pemboran dan juga mata bor (Bit) melalui sifat pelumas dari lumpur tersebut.
3. Memberikan lapisan seperti kue (*mud cake*) yang berfungsi sebagai dinding pada lubang bor.
4. Untuk mengontrol tekanan formasi.
5. Menahan serpihan bor bila sirkulasi lumpur dihentikan sementara.
6. Melepaskan hasil penggerusan di solid control equipment.
7. Berfungsi untuk menahan daripada sebagian berat drill pipe dan casing (bouyancy effect) saat rangkaian drill string dan rangkaian casing sudah ter pasang.
8. Menghindari dan mengurangi kerusakan atau efek negatif pada formasi
9. Sebagai media untuk menjalankan logging

Dari fungsi fungsi diatas dapat terlihat dengan jelas betapa besarnya fungsi dan peranan dari lumpur pemboran, sehingga sebagai peserta didik teknik perminyakan wajib mengetahui secara mendalam tentang filosofi dan fundamental dari lumpur pemboran tersebut.

Sifat sifat phisik dari lumpur pemboran :

1. Densitas

- Lumpur dengan densitas yang terlalu besar akan menyebabkan lumpur hilang ke formasi (lost circulation)
- Lumpur dengan densitas yang terlalu kecil akan menyebabkan "kick"
- Densitas lumpur juga berfungsi sebagai gambaran untuk gradien hidrostatik dari lumpur bor (psi/ft), tetapi umumnya di lapangan dipakai satuan ppg.
- Alat pengukur densitas disebut "mud balance"



Gambar 1. Mud Balance

Mud Balance

Mud Balance adalah alat pengukur densitas untuk lumpur pemboran. Mud balance biasanya digunakan dalam pengukuran densitas lumpur pemboran, fluida kompleks ataupun killing fluids yang berfungsi saat melakukan killing well. Adapun prosedur kerja mud balance ini akan saya jelaskan dengan detail berikut dengan bagian bagian penyusun dari alat Mud Balance ini.

Alat ini terdiri atas komponen komponen penyusunnya yaitu :

1. Lengan kesetimbangan atau balance arm.

Balance arm adalah bagian alat dari mud balance untuk membuat kesetimbangan saat pengukuran berlangsung. Skala pengukuran tertera pada komponen tersebut. Dimana terdapat angka 8.33 pounds/gallon (ppg) yang tertulis pada skala alat ini yang merupakan nilai pengukuran referensi/acuan untuk fresh water/air tawar. Hal ini menjadi nilai standar dari densitas air yaitu besarnya senilai 8.33 ppg. Nilai ini dibuat oleh manufaktur mud balance. Nilai 8.33 ppg setara dengan 1 gram/cc.

2. Tabung sampel atau Cup

Cup adalah tempat yang digunakan untuk meletakkan sampel fluida yang densitasnya akan diukur. Pada cup ini terdapat tutup yang memiliki lubang kecil pada posisi ditengah. Pada waktu cup tersebut diisi dengan sampel, harus dipastikan bahwa cup terisi penuh dengan sampel, sehingga saat dilakukan penutupan akan terlihat sejumlah sampel fluida yang keluar dari lubang kecil tersebut. Hal ini harus dilakukan karena sampel fluida yang keluar dari lubang kecil tersebut akan mendorong sejumlah udara yang mungkin masih terperangkap berada di dalam cup.

3. Water pass

Water pass adalah indikator untuk posisi kesetimbangan dari mud balance. Harus dipastikan bahwa bubble yang terlihat pada water pass posisinya berada persis di tengah garis kesetimbangan saat anda hendak membaca nilai densitas dari suatu sampel fluida.

4. Bola-bola timbal

Bola bola timbal adalah bola-bola yang berukuran mini terbuat dari timbal yang posisinya berada didalam lid pada ujung balance arm. Harus dilakukan pengkalibrasian mud balance saat alat ini akan digunakan untuk pertama kali. Pengkalibrasian dilakukan dengan cara mengisi mud balance dengan fresh water dan menggerakkan indikator penunjuk skala ke teraan 8.33 ppg sesuai dengan nilai densitas dari fresh water tersebut. Jika diperoleh ketidaksetimbangan, maka harus membuka lid (dapat menggunakan obeng) agar bisa mengatur jumlah bola timbal didalamnya sehingga kita peroleh angka bacaan 8,33 ppg nya, dengan cara mengurangi atau menambah bola-bola timbal ini.

Viskositas & Gel Strength Lumpur Pemboran

Viskositas adalah nilai besaran kekentalan suatu fluida dimana jika semakin kental suatu fluida maka akan menjadi semakin besar pula nilai Viskositasnya.

Sedangkan Gel Strength adalah merupakan sifat statik dari lumpur pemboran yang merupakan bentuk solid atau padatan dalam lumpur yang terjadi saat sirkulasinya di proses pemboran dihentikan. Faktor penyebab terbentuknya gel strength pada lumpur pemboran yaitu dengan adanya gaya tarik-menarik yang terjadi dari partikel-partikel unsur penyusun lumpur berupa plat clay sewaktu tidak ada terjadinya sirkulasi atau saat lumpur pemboran statik.

Untuk dapat mengukur Viskositas dan Gel Strength dapat kita ketahui dari penjelasan berikut yaitu :

- Pengukuran viskositas dengan cara yang sederhana dapat diukur dengan menggunakan alat "Marsh Funnel"
- Harga viskositas yang didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan Marsh Funnel tersebut digunakan sebagai perbandingan antara fluida awal atau yang baru dengan fluida dalam kondisi sekarang
- Cara kerjanya adalah dalam pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan Marsh Funnel yaitu dengan memperhatikan waktu yang didapatkan dalam satuan detik yang merupakan hitungan dibutuhkan oleh lumpur sebanyak 0.9463 liter (1 quart) untuk dapat mengalir keluar dari corong Marsh Funnel tersebut.



Gambar 2. Marsh Funnel

Viskositas dan Gel Strength juga dapat ditentukan dengan menggunakan Fann VG meter.



Gambar 3. Fann VG Meter

Pengukuran gel strength dengan menggunakan Fann VG Meter, sebagai berikut:

1. Apabila shear stress sudah selesai diukur, maka berikutnya lumpur diaduk dengan Fann VG meter pada kecepatan 600 RPM dalam waktu 10 detik.
2. Mematikan Fann VG meter, dan setelah itu lumpur didiamkan selama 10 detik.
3. Setelah menunggu selama 10 detik dengan mengatur rotor pada seting kecepatan 3 RPM. Maka dibaca simpangan maksimum yang tertera pada skala penunjuk.
4. Lalu dilakukan pengadukan kembali lumpur dengan Fann VG meter pada kecepatan putaran rotor 600 RPM untuk waktu selama 10 detik.

Setelah selesai maka diulangi prosedur step-step tersebut di atas untuk mencari harga gel strength untuk waktu 10 menit (dimana untuk memabaca nilai gel strength 10 menit, maka dilakukan pendiaman lumpur pemboran tersebut selama 10 menit).

$$\mu_p = \frac{\tau_{600} - \tau_{300}}{\gamma_{600} - \gamma_{300}} \quad \mu_p = C_{600} - C_{300} \quad Y_b = C_{300} - \mu_p$$

Dimana :

μ_p = Plastic viscosity, cp
 Y_b = Yield point Bingham, lb/100 ft²
 C_{600} = Dial reading pada 600 RPM, derajat
 C_{300} = Dial reading pada 300 RPM, derajat

Cara melakukan pengukuran shear stress dengan menggunakan Fann VG Meter:

1. Bejana diisi dengan lumpur sampai dengan batas yang telah ditentukan.
2. Kemudian letakkan bejana tersebut pada tempatnya, setelah itu atur posisinya hingga bagian dari rotor dan bob tercelup ke dalam lumpur sesuai batas yang telah diatur tadi.
3. Lalu kita hidupkan rotor nya pada posisi High dan tempatkan kecepatan putaran rotor pada posisi 600 RPM. Pemutaran rotor terus dilakukan sehingga menghasilkan kedudukan posisi skala (dial) dapat mencapai keseimbangan. Lalu catat harga yang ditunjukkan pada skala yang tertera di Fan VG meter tersebut.
4. Pencatatan angka yang ditunjukkan oleh skala penunjuktadi setelah mencapai keseimbangan, maka dilanjutkan prosedur yang sama untuk kecepatan 300, 200, 100, 6 dan 3 RPM.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengamatan

Tabel 3.1 Pengukuran viskositas, shear stress dan gel strength

Pengukuran	Skala					
	High (RPM)			Low (RPM)		
	200 RPM	6 RPM	600 RPM	100 RPM	3 RPM	300 RPM
Shear Stress	9,5		5	14	8	4

Tabel 3.2 Pengukuran dari Marsh Funnel

No	Bahan	Waktu	Volume (ml)
1.	Air	13,86	350
2.	Lumpur standar	17,30	350

Tabel 3.3 Pengukuran shear rate dan gel strenght dengan Fann VG Meter.

Pengukuran	Simpangan Maksimum	
	10 detik	10 menit
Gel strength	25	30

Harga setelah dihitung secara matematik.

- Viscositas plastic = 4 cp
- Yield point = 6 lb/100ft²
- Gel strength = 0,83 100lb/ft²

Dari cara penggunaan alat alat diatas dan hasil yang diperoleh untuk menentukan sifat sifat phisic lumpur pemboran, dibuat suatu software simulasi yang berfungsi menggantikan alat alat tersebut secara Virtual.

Simulator dibuat dengan memasukkan data data detail terhadap cara kerja dari peralatan labortorium tersebut. Selain itu saya juga harus menginput data data detail tentang sifat sifat phisic material yang akan digunakan, sehingga ketika disimulasikan dengan simulator tersebut akan menghasilkan angka angka yang akan sesuai dengan realita aslinya (Saat pengukura secara konvensional).

Dengan semakin majunya perkembangan teknologi, khususnya dibidang IT dan Artificial intelligence, tidak ketinggalan pula dalam perkembangan simulator simulator yang dapat merepresentasikan hasil yang sangat luar biasa miripnya dengan hasil aslinya jika menggunakan teknologi konvensional.

Mahalnya peralatan peralatan di Laboratorium juga menjadi faktor yang signifikan yang menjadi alasan ditemukannya karya ilmiah ini. Dengan masih banyaknya perguruan tinggi yang ada di Indonesia khususnya dan di dunia umumnya yang tidak memiliki fasilitas laboratorium phisik secara lengkap,

Oleh karena itu, dilakukan pembuatan simulator yang dapat mewakili pekerjaan dari peralatan peralatan di laboratorium tersebut dengan hasil yang sama seperti aslinya. Banyak peralatan peralatan yang cara kerjanya sebenarnya sederhana pada peralatan tersebut, tetapi karena menyangkut material pembuatan alat itu maka harga peralatan peralatan tersebut menjadi sangat mahal, khususnya untuk kampus kampus yang baru terbentuk.

Semua cara kerja dari peralatan peralatan laboratorium diinput ke dalam bahasa komputer. Seperti misalnya, Marsh Funnel, yang cara kerjanya adalah mengukur berapa lama suatu fluida dapat mengalir melalui corongnya ketika corong tersebut diisi dengan fluida. Hal itu awalnya di simulasikan dengan menggunakan air sebagai fluidanya, dimana air akan menjadi standar pengukuran lamanya waktu yang diperoleh untuk mengalirkan fluida melalui corong tersebut. Jika Waktunya lebih lama, maka di asumsikan bahwa fluida itu adalah lebih kental dari air, dan jika waktu yang dibutuhkan lebih sedikit, maka diasumsikan fluida yang dialirkan lebih encer dari air.

Dengan asumsi tersebut, lalu dimasukan data data material penyusun fluida yang akan di uji, yaitu seperti Bentonite, Barite, KCL dan berbagai additive penyusun fluida pemboran lainnya. Hasil yang diharapkan adalah akan didapatkannya waktu peroleh dari corong Marsh Funnel Virtual yang akan mirip dengan hasil dari pengukuran waktu dari corong Marsh Funnel aslinya.

Pengukuran Densitas Fluida (ρ) dengan menggunakan Mud Balance, juga dilakukan dengan cara yang sama. Dengan memasukkan cara kerja mud balance kedalam bahasa komputer, dan dengan hasil penginputan data material material penyusun lumpur pemboran yang telah dilakukan saat input data untuk Marsh Funnel, di harapkan hasil pengukuran densitas lumpur secara virtual akan sama hasilnya dengan menggunakan mud balance yang aslinya. Air juga digunakan sebagai standarisasi awal untuk pengukuran berat jenis lumpur pemboran tersebut. Dengan asumsi jika timbangan mud balance lebih berat, maka diartikan bahwa fluidanya memiliki berat jenis di atas berat jenis air, dan begitu juga sebaliknya, jika berat jenis yang didapatkan angka lebih kecil yang terbaca di mud balance, itu diartikan berat jenis fluida tersebut lebih ringan dari berat jenis air.

Pengukuran viskositas, shear stress dan gel strength dengan menggunakan Fan VG Meter, juga dilakukan dengan cara yang sama. Dengan memasukkan cara kerja Fan VG Meter kedalam bahasa computer, dan dengan hasil penginputan data material material penyusun lumpur pemboran yang telah dilakukan saat input data untuk Marsh Funnel, di harapkan hasil pengukuran densitas lumpur secara virtual akan sama hasilnya dengan menggunakan Fan VG Meter yang aslinya. Air juga digunakan sebagai standarisasi awal untuk pengukuran berat jenis lumpur pemboran tersebut. Dengan asumsi air sebagai standard pengukurannya.

Sangat banyak sekali manfaat dari Dry Lab ini, antara lainnya yaitu :

1. Menghemat biaya pengadaan suatu laboratorium phisic konvensional yang harga peralatannya sangat mahal.
2. Dapat menggunakan ruangan yang sangat sederhana, hanya dibutuhkan ruangan dengan computer dan infocus dengan ukuran 4X6 meter saja.
3. Para peserta praktikum di dry lab ini akan terbebas dari paparan zat kimia yang mungkin ada saat pencampuran dan pembuatan fluida lumpur pemboran tersebut.
4. Tidak perlu lagi memesan material penyusun senyawa lumpur pemboran yang akan membutuhkan waktu saat pemesanan dan membutuhkan ruangan khusus untuk penyimpanannya material material nya.
5. Dry Lab Fluida lumpur pemboran ini akan menjadi terobosan pertama di Indonesia khususnya di kampus kampus sehingga pembuatan Dry Lab Fluida Pemboran ini akan menjadi kiblat nya laboratorium laboartorium di kampus kampus nanti kedepannya.

4. Kesimpulan

Kebutuhan yang sangat penting terhadap laboratorium Fluida Pemboran khususnya untuk kampus kampus baru yang memiliki jurusan Teknik Perminyakan, membuat saya berfikir untuk menciptakan Dry Lab dengan memanfaatkan teknologi yang sangat berkembang dengan pesat saat ini. Penggunaan Dry Lab ini sangat membantu para praktikan melakukan pengujian dan penganalisaan terhadap lumpur pemboran, yang selama ini hanya bisa dilakukan secara nyata di laboratorium. Mahalnya perlengkapan perlengkapan yang terdapat di laboratorium konvensional membuat kampus kampus baru berfikir ulang untuk mengeluarkan anggaran untuk mengadakan laboratorium konvensional tersebut di kampus kampusnya. Penggunaan laboratorium partner kampus yang biasanya memiliki jarak yang jauh terhadap kampus praktikan menimbulkan masaah baru lagi yaitu pengeluaran biaya yang cukup besar dan waktu yang dibutuhkan selalu bentrok dengan waktu perkuliahan praktikan. Dengan adanya Dry Lab ini maka hal hal tersebut dapat teratasi. Pemaparan atau terkontaminasi praktikan terhadap zat zat penyusun senyawa lumpur pemboran juga dapat dihindari dengan menggunakan Dry Lab ini.

Daftar Pustaka

- Agusman, A. R., Rasyid, A., & Lesmana, D. L. (2022). Evaluasi Water Shut Off Dan Membuka Lapisan Baru Sumur Bagong Di Lapangan Lesma. *JURNAL BHARA PETRO ENERGI*, 38-43.
- Aly Rasyid, A. R. (2021). Seleksi Material Untuk Casing Sumur Migas & Geothermal–Buku Referensi.
- Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids: Seventh Edition, Caenn, RyenDarley, H. C.H. and Gray, George R. (2016)
- Composion And Properties Of Drilling And Complition Fluids, H.C.H Darley and George R. Gray
- J.T. Patton (New Mexico State U.) P.F. Phelan (Los Alamos Natl Laboratory), Well Damage Hazards Associated With Conventional Completion Fluids
- Khodja, M., Khodja-Saber, M., Canselier, J. P., Cohaut, N. and Bergaya, F. (2010) 'Drilling fluid technology: performances and environmental considerations', Product and Services, From R&D to final solutions, pp. 227-232. Available at: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/12330.pdf>
- Nasution, M. M., Rasyid, A., & Pahrudin, G. (2022). Desain Formulasi Lumpur Untuk Pemboran Panas Bumi Di Sumur GG-01. *JURNAL BHARA PETRO ENERGI*, 11-18.
- Rasyid, A., Mardiana, R. Y., Budiono, K., & Noviaستا, B. (2021, December). Drilling optimization in geothermal exploration wells using enhanced design of conical diamond element bit. In *Asia Pacific Unconventional Resources Technology Conference, Virtual, 16–18 November 2021* (pp. 1795-1808). Unconventional Resources Technology Conference (URTeC).
- Rasyid, A., Soesanto, E., & Nababan, E. N. (2022). Evaluasi dan Optimasi Desain Casing Sumur Pemboran dengan Metode Maximum Load di Sumur ENN-1 di Lapangan Batuwangi. *JURNAL BHARA PETRO ENERGI*, 1-10.
- Rasyid, A. (2019). Pemanfaatan Wellbore Strengthening Agent Selama Pengeboran di Onshore Sumatera Bagian Utara Indonesia. *Jurnal Jaring SainTek*, 1(2).
- Rudi Rubiandini R.S, Buku Teknik Pemboran Volume 1, Bandung, 2015
- Virtual and Physical Experimentation in Inquiry-Based Science Labs: Attitudes, Performance and Access. *Journal of Science Education and Technology* Pyatt, Kevin., Sims, Rod, 2012
- Virtual laboratories in engineering education: the simulation lab and remote lab *Computer Applications in Engineering Education*. Balamuralithara, B. Woods, P. C. 2009
- Agusman, A. R., Rasyid, A., & Lesmana, D. L. (2022). Evaluasi Water Shut Off Dan Membuka Lapisan Baru Sumur Bagong Di Lapangan Lesma. *JURNAL BHARA PETRO ENERGI*, 38-43.