



### **Hak cipta dan penggunaan kembali:**

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk mengubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

### **Copyright and reuse:**

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

## BAB III

### PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK

#### 3.1. Jadwal Kegiatan

Kerja praktik dilaksanakan dari tanggal 10 Juni 2019 sampai dengan 13 Agustus 2019 selama 10 minggu. Waktu kerja praktik adalah dari hari Senin sampai dengan Jumat, pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00 WIB. Secara umum, kegiatan yang dilakukan selama kerja praktik adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.1. Daftar Ringkasan Pelaksanaan KP secara mingguan**

Minggu ke-	Deskripsi Pelaksanaan Kerja Praktik
1	Pengenalan Lingkungan Kerja Melakukan pendataan sampel Melakukan operasi analisis dengan mesin AP-608
2	Membantu proses <i>retort</i> Melakukan operasi mesin AP-608
3	Melakukan operasi mesin AP-608 Melakukan pembukaan kemasan dari <i>core</i>
4	Melakukan operasi mesin AP-608 Membantu proses <i>Slip Analysis</i>
5	Melakukan operasi mesin AP-608
6	Melakukan operasi mesin AP-608
7	Melakukan persiapan sampel LPSA ( <i>Laser Particle Size Analyser</i> ) Melakukan operasi mesin AP-608
8	Memasukkan data <i>retort</i> dan persiapan sampel LPSA Melakukan operasi mesin AP-608
9	Melakukan operasi mesin AP-608
10	Melakukan operasi mesin AP-608 Memasukkan data sampel

### 3.2. Uraian Data dan Analisis

Saat melakukan kerja praktik peserta mempelajari alur dari analisis *core* mulai dari penerimaan *core* hingga pengembalian *core*. Pertama *core* diterima dalam bentuk kotak peti dari kayu. Setelah diterima maka peti akan dibuka dan barel besi dikeluarkan. Barel besi kemudian diberikan nama dan urutan sesuai dengan yang tertera pada kotak petinya. Kotak peti dan barel besi dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1. Kotak peti kayu (kiri), barel besi pelindung *core* (kanan)**

*Core* akan dikeluarkan dengan alat tuas yang akan mendorong *core* keluar dari barel besi. Setelah *core* di keluarkan, *core* akan dibersihkan dari lumpur dan tanah dengan sikat besi. Setelah dibersihkan *core* kemudian akan dibelah menjadi dua bagian dimana bagian yang pertama akan digunakan untuk semua analisis yang dilakukan di *Core Analysis*, dan belahan yang lainnya akan didokumentasikan dalam bentuk foto dan dikirimkan kembali kepada pihak yang memiliki *core* tersebut.

Belahan *core* yang akan dianalisis akan ditandai kedalamannya dan memasuki proses pengeboran sesuai dengan kedalaman yang diminta. Pengeboran tersebut dinamakan *plugging*. *Plugging* nantinya akan menghasilkan sebuah sampel

*core* berbentuk silinder dengan ukuran 1 inci dan 1.5 inci mengikuti permintaan pelanggan. Proses *plugging* dilakukan pada belahan *core* secara horizontal seperti pada gambar 3.2. Selain *plugging*, *core* juga akan diambil potongan kecil sejajar dengan tempat dimana *core* dibor. Potongan kecil tersebut nantinya akan digunakan untuk melakukan proses *retort*, sedangkan hasil *plugging* atau yang lebih dikenal dengan nama sampel akan melalui proses saturasi cairan dengan metode *Dean-Stark* dan pengukuran porositas dan permeabilitas dengan menggunakan mesin AP-608.

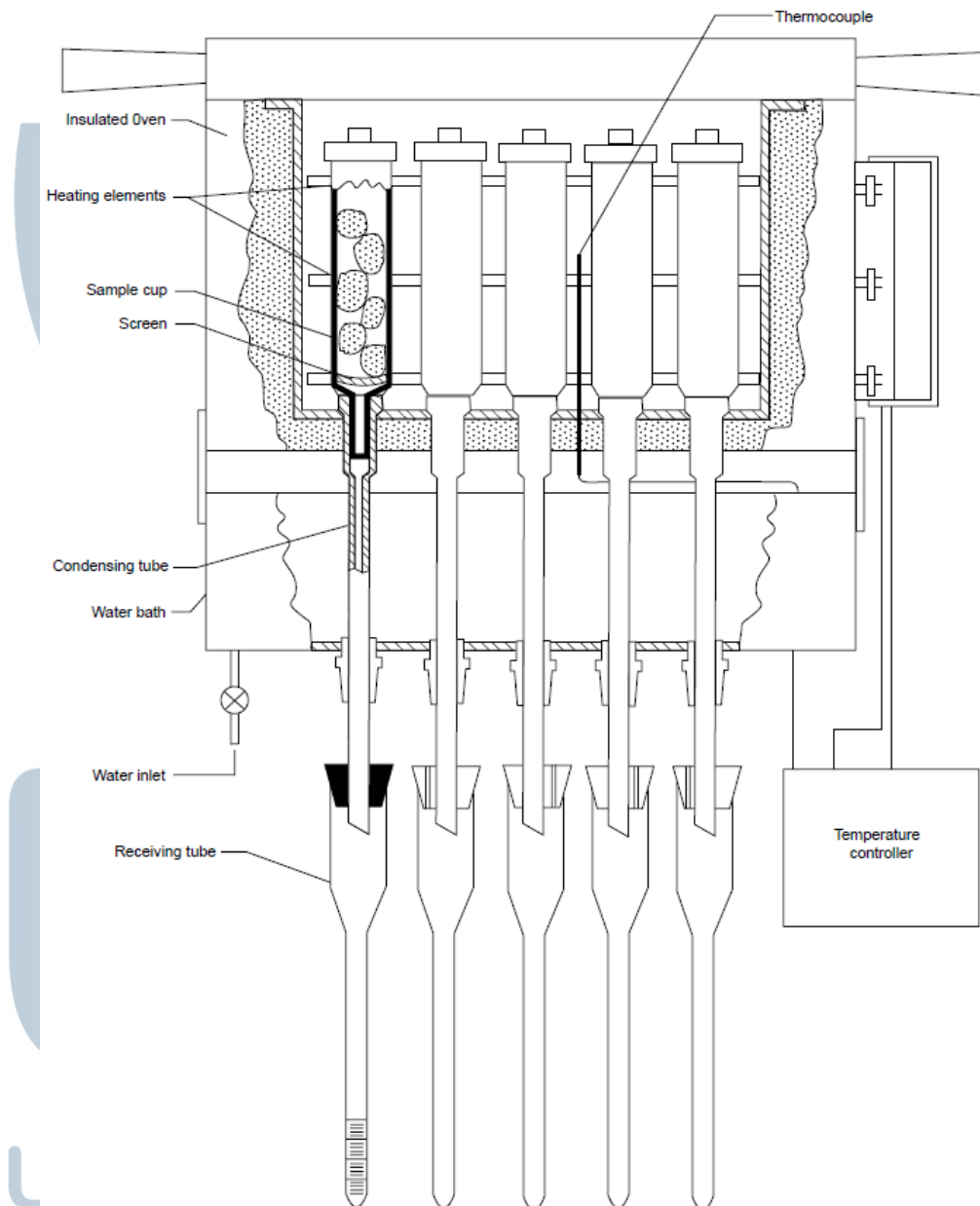


**Gambar 3.2. Core yang sudah melalui proses plugging**

### 3.2.1. *Retort*

Proses *retort* bertujuan untuk mengetahui jumlah minyak dan air yang ada pada *core*. Potongan kecil yang diambil dari *core* akan dihancurkan menjadi pecahan kecil. Pecahan tersebut kemudian ditimbang dengan kriteria massa 100–110 gram. Setelah massa sesuai dengan kriteria, maka pecahan akan dimasukkan kedalam tabung anti karat dan ditutup rapat menggunakan kain kapas di penutupnya. Setelah tertutup rapat tabung besi akan dimasukkan ke dalam oven.

Tabung besi memiliki saluran silinder berdiameter kecil dibawah tempat dimana minyak dan air akan keluar. Dikerucut tersebut diletakan gelas ukur yang diberikan karet di atasnya agar kedap udara. Gambar 3.3. menunjukan skema tembus pandang



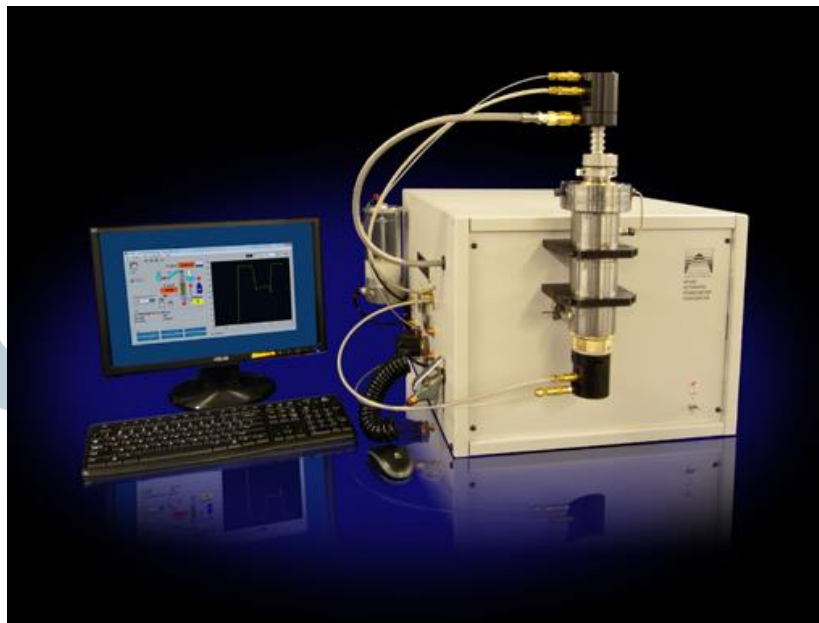
**Gambar 3.3. Ilustrasi proses *retort***

**Sumber: (American Petroleum Insititute, 1998)**

dari proses *retort*. Oven akan memanaskan tabung besi dengan suhu meningkat sepanjang waktu. Pertama mesin akan diatur di suhu 150°C untuk menguapkan air yang ada pada *core*. Setiap 30 menit suhu oven akan dinaikan hingga suhu akhir adalah 600°C. Selama proses pemanasan, semua kandungan air dan minyak akan menguap. Karena tabung besi tertutup rapat maka uap akan mengisi ruang hampa yang ada pada tabung besi, yaitu saluran tabung. Saluran tabung dikelilingi oleh air sehingga uap akan mengembun menjadi cairan kembali dan cairan jatuh kedalam gelas ukur. Pencatatan data kandungan minyak dan air yang ada pada gelas ukur dilakukan tiga kali, yaitu setelah 30 menit pada suhu 150°C, 300°C dan 600°C.

### 3.2.2. AP-608

Selain *retort*, pengukuran yang dilakukan oleh lab RCA menggunakan mesin AP-608. AP-608 merupakan mesin terintegrasi dengan gas nitrogen atau helium.



**Gambar 3.4. Mesin AP-608**

**Sumber: (Coretest Systemns, Inc., 2019)**

Mesin AP-608 dapat mengeluarkan udara bertekanan tinggi hingga 9950 psi untuk pengukuran porositas dan permeabilitas. Dengan proses kalkulasi numerik mesin AP-608 dapat menghitung permeabilitas dengan faktor persamaan Klinkenberg-corrected permeabilities, *slip* dan *turbulence* yang akan membuat hasil lebih akurat (Coretest System Inc., 2019).

Sebelum menggunakan AP-608, ada beberapa hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu terhadap sampel agar pengukuran akurat. Sudah dijelaskan bahwa *core* dibor dan dibuat menjadi sampel berukuran 1 inci dan 1.5 inci. Sampel ini kemudian akan dicuci menggunakan *Dean-Stark*. Proses pencucian ini bertujuan



**Gambar 3.5. Sampel berukuran 1 inci dan 1.5 inci**

untuk mengekstraksi seluruh minyak dan air yang ada di sampel tanpa merusak atau mempengaruhi keadaan awal dari sampel. Proses ekstraksi dilakukan dengan bantuan pelarut bernama toluene. Pelarut akan dipanaskan hingga mendidih. Uap dari pelarut terhubung dengan wadah kaca dimana tempat sampel ditaruh. Uap panas dari pelarut akan menguapkan kandungan air yang ada pada sampel. Kedua uap dari pelarut dan air akan terjebak di sebuah wadah lainnya. Karena massa jenis

pelarut lebih rendah dari pada air, maka uap pelarut akan berada diatas uap air. Uap pelarut dan uap air kemudian akan mengalami proses pengembunan dan cairan pelarut akan terjatuh ke wadah sampel sedangkan cairan air akan terperangkap.



**Gambar 3.6. Lab *Dean-Stark* di PT Geoservices divisi Geolab**

Cairan pelarut ini mempunyai sifat tarik-menarik dengan molekul minyak yang kuat sehingga pada saat sampel terendam oleh cairan pelarut kandungan minyak yang ada pada sampel akan terekstraksi. Cairan pelarut pada wadah sampel secara perlahan akan menetes kembali ke tempat dimana cairan pelarut dipanaskan.

Proses pencucian dengan menggunakan *Dean-Stark* berlangsung selama 48 jam atau lebih tergantung dari panjang sampel dan gambar 3.6 adalah tempat proses pencucian dilakukan di PT Geoservices. Proses ekstraksi hanya akan dihentikan jika volume air sudah tidak bertambah lagi setelah 24 jam. Setelah proses pencucian selesai maka sampel akan ditaruh di oven untuk menguapkan cairan toluene pada sampel. Tujuan proses pencucian adalah untuk mengekstraksi seluruh minyak dan air yang ada pada sampel, dan tujuan dari pengekstraksian ini adalah agar dapat



dilakukan proses pengukuran porositas dan permeabilitas tanpa adanya cairan di batu dengan menggunakan mesin AP-608 agar hasil yang didapatkan lebih akurat. *Dean-Stark* metode yang dipilih oleh PT Geoservices karena proses pencucian dengan metode ini aman dan tidak merusak kondisi fisik dari sampel.

Setelah dioven selama kurang lebih 24 jam, sampel akan diukur dengan mesin AP-608. Untuk menghindari adanya uap air yang masuk kedalam sampel maka sampel yang akan diukur harus ditaruh di ruang yang tertutup. Sebelum melakukan pengukuran dengan mesin AP-608 pengukuran massa, panjang, dan diameter dilakukan terlebih dahulu dengan menggunakan mikrometer sekrup digital. Data pengukuran tersebut kemudian dimasukkan kedalam perangkat lunak AP-608. Untuk mendapatkan data yang akurat, sampel dilihat kembali apakah bagian atas dan bawahnya sudah rata dan dapat berdiri dengan tegak. Jika belum rata maka akan dilakukan proses pengamplasan secara normal hingga sampel dapat berdiri dengan tegak dan tidak goyang (gambar 3.7).



**Gambar 3.7. Proses pengamplasan sampel oleh tangan**

Pengukuran pertama yang dilakukan dengan menggunakan mesin AP-608 adalah pengukuran *grain density* atau massa jenis butiran. Massa jenis diukur dengan menggunakan hukum Boyle, dimana hukum tersebut ditulis dengan persamaan:

$$P1 * V1 = P2 * V2 \quad (1)$$

Dimana P adalah tekanan dan V adalah volume. Dengan menggunakan persamaan ini massa jenis butiran pada sampel bisa didapat.

5 buah baja berbentuk silinder yang disebut *billet* dengan tebal yang berbeda-beda akan dimasukan kedalam sebuah tabung. *Billet* ini berfungsi sebagai referensi untuk mendapatkan tekanan dan volume referensi. Setelah semua *billet* didalam tabung dan tabung ditutup rapat, maka mesin AP-608 akan mengalirkan udara dengan tekanan yang cukup tinggi agar udara dapat memenuhi semua ruang hampa yang ada di dalam tabung. Karena tekanan diatur secara otomatis oleh mesin dan volume tabung serta *billet* diinput secara manual, maka didapatkanlah tekanan udara pada saat *billet* di dalam tabung dengan menghitung berapa volume udara yang diberikan kedalam tabung.

Setelah dilakukan pengukuran referensi maka sampel *core* akan dimasukan kedalam tabung. *Billet* yang sama dengan atau sedikit lebih tebal dari sampel akan dikeluarkan dari tabung dan digantikan dengan sampel. *Billet* yang dikeluarkan boleh lebih dari satu. Pilih opsi untuk mengukur massa jenis butiran pada perangkat lunak AP-608 dan pilih semua nomor *billet* yang dikeluarkan. Agar pengukuran akurat maka mesin akan menggunakan dua tekanan yang berbeda. Udara dialirkan dan tekanan udara harus stabil, jika tidak maka mesin akan mengeluarkan eror.

Setelah beberapa saat, jika tekanan stabil maka mesin akan secara otomatis menghitung volume udara dari masing-masing tekanan dan dikurangkan volume *billet* yang ada dalam tabung maka didapatkan volume dari sampel dan mesin secara otomatis menghitung massa jenis sesuai butiran dengan massa yang telah diinput diawal. Volume dan massa jenis butiran digunakan sebagai parameter pengukuran porositas dan permeabilitas.

Pengukuran selanjutnya adalah pengukuran porositas dan permeabilitas dari sampel. Nilai porositas didapatkan dalam bentuk presentase dengan menghitung perbandingan antara ruang kosong pada batuan dengan volume dari batu itu dengan tujuan untuk mengetahui presentase ruang kosong pada sampel. Sedangkan nilai permeabilitas menunjukkan kemampuan fluida untuk mengalir melalui pori-pori atau celah dari sebuah material. Nilai permeabilitas menjelaskan kemampuan suatu material untuk mengalirkan cairan. Satuan yang digunakan untuk mengukur permeabilitas adalah Darcy. Satu Darcy sama dengan  $9.87 \times 10^{-13} \text{ m}^2$  (Flow Simulation Ltd, 2018).

Kedua pengukuran ini dapat dilakukan secara bersamaan dengan menggunakan mesin AP-608. Sampel akan dimasukkan ke dalam sebuah tabung silinder tinggi seperti yang ada di gambar 3.8 yang memiliki diameter sesuai dengan sampel. Perlu diperhatikan jika sampel merupakan batuan pasir yang rapuh, maka sampel harus dilapisi oleh pita perekat dan diberi kasa besi dibagian atas dan bawahnya untuk menghindari risiko sampel hancur saat proses pengukuran. Sebelum sampel *core* diukur, sampel referensi akan diukur terlebih dahulu untuk

memastikan keadaan mesin baik – baik saja. Sampel referensi merupakan sebuah sampel batu berukuran 1 inci dan 1.5 inci yang bersifat keras dan kuat sehingga parameternya tidak cepat berubah sepanjang waktu.



**Gambar 3.8. Tabung silinder tempat sampel diukur**

Sampel yang telah ada didalam tabung kemudian akan tertutup rapat oleh alat pada mesin AP-608. Saat melakukan pengukuran ada dua tekanan yang berbeda, yang pertama *confining pressure* atau  $P_{conf}$  dimana adalah tekanan udara yang menyelimuti sampel dan kedua *pore pressure* atau  $P_{pore}$  adalah tekanan udara yang dialirkan dari atas sampel. Untuk setiap pengukuran baik porositas maupun permeabilitas nilai  $P_{conf}$  harus dimasukkan. ada dua ketegori nilai  $P_{conf}$  yaitu dengan nilai tetap 500 psi sebagai pacuan dan juga NOB (Net Overburden) *pressure* yang didapat oleh perhitungan sesuai dengan kedalaman dari *core*.

Sedangkan untuk  $P_{pore}$  diatur secara otomatis oleh mesin. Semakin besar nilai NOB akan berdampak kepada penurunan nilai permeabilitas (PERM Inc , 2016)

Pengukuran diawali oleh pengukuran porositas. Setelah sampel dimasukkan ke dalam tabung maka semua akses udara keluar akan ditutup. Setelah tekanan  $P_{conf}$  seimbang sesuai dengan pengaturan, udara untuk tekanan  $P_{pore}$  akan dialirkan ke sampel. Mesin akan menilai apakah nilai  $P_{pore}$  stabil, jika iya maka mesin akan mengubah nilai  $P_{pore}$  untuk mendapatkan parameter yang berbeda agar pengukuran lebih akurat. Pada saat masing – masing  $P_{pore}$  stabil mesin secara otomatis akan mengambil data terhadap kondisi di dalam tabung. Setelah kedua  $P_{pore}$  stabil dengan menggunakan hukum Boyle mesin melakukan kalkulasi secara numerik dan mendapatkan nilai porositas sesuai dengan data pada saat  $P_{pore}$  stabil.

Pengukuran selanjutnya adalah mengukur permeabilitas dari sampel. Melanjutkan dari pengukuran sebelumnya nilai  $P_{conf}$  sama dengan pengaturan pada saat menjalankan uji coba. Untuk  $P_{pore}$ , mesin pertama akan memberikan udara bertekanan 200 psi kepada sampel. Setelah beberapa saat dan tekanan  $P_{pore}$  stabil, mesin akan membuka akses untuk udara keluar. Menggunakan perbandingan grafik turunnya nilai  $P_{pore}$  dan waktu yang dibutuhkan maka didapatkanlah nilai permeabilitas dari sampel. Jika sampel memiliki permeabilitas yang tinggi yang menyebabkan penurunan  $P_{pore}$  sangat cepat, maka mesin akan menggunakan nilai  $P_{pore}$  yang berbeda dan dengan proses yang sama perhitungan dilakukan oleh mesin agar nilai permeabilitas yang didapat akurat. Durasi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses penghitungan permeabilitas beragam sesuai dengan

permeabilitas yang dimiliki sampel dan NOB yang digunakan, dari 5 menit hingga 40 menit. Jika sampel memiliki permeabilitas yang sangat kecil walaupun  $P_{pore}$  belum turun ke nilai dibawah 50 psi mesin akan menghentikan pengukuran dan mengeluarkan hasil permeabilitas secara langsung. Proses pengukuran umumnya dilakukan sebanyak dua kali jika sampel memiliki nilai permeabilitas dibawah 0.01 mD untuk memastikan data yang didapat akurat.

Setelah itu mesin AP-608 akan menggunakan persamaan *klinkenberg effect* untuk mengubah nilai permeabilitas oleh udara menjadi permeabilitas cairan. Nilai permeabilitas oleh udara akan selalu lebih besar dari pada permeabilitas cairan yang mengalir. Untuk eksperimen lab pada umumnya, cairan tidak memiliki kecepatan pada permukaan butiran batu, sedangkan udara memiliki sedikit nilai *slip*. Oleh karena *slip* tersebut nilai permeabilitas udara akan selalu lebih tinggi. Klinkenberg menciptakan sebuah metode untuk mengubah nilai permeabilitas udara menjadi permeabilitas cairan. Dengan menggunakan metode tersebut, faktor *slip*, dan turbulen maka didapat nilai permeabilitas cairan atau  $K_{klink}$  secara numerik (Crain, 2015).

Tabel 3.1 menunjukkan sebuah data yang didapat oleh sebuah sampel yang digali dari sebuah rumur yang namanya bersifat rahasia. Sampel diberi nama dengan format abjad diawal sebagai petunjuk proses *plugging* yang dilakukan apakah secara horizontal atau vertikal. Kemudian angka setelah abjad merupakan urutan *core* sesuai dengan kedalaman setiap beberapa meter. Dua digit angkat setelah itu adalah urutan sampel *plug* dari yang paling rendah hingga paling dalam.

$V_{bulk}$  dan  $V_{grain}$  merupakan volume keseluruhan sampel dan volume butiran sampel secara berurutan.  $Depth$  merupakan kedalaman sampel pada saat digali. Sedangkan  $K_{air}$  dan  $K_{klink}$  adalah nama lain dari permeabilitas udara dan permeabilitas klinkernberg secara berurutan.

**Tabel 3.2 Data sampel dari sumur minyak A**

Sample	tebal	diam	$V_{bulk}$	$V_{grain}$	Depth	$P_{conf}$	$V_{pore}$	Porosity	$K_{air}$	$K_{klink}$
	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	m	psig	cm <sup>3</sup>	percent	mD	mD
H101	4,978	3,788	56,1	47,76	200,1	513,9	8,12	14,52	0,17	0,114
H101	4,978	3,788	56,1	47,76	200,1	812,7	8,005	14,35	0,16	0,103
H102	4,935	3,789	55,64	48,33	200,6	516,6	6,891	12,47	0,15	0,096
H102	4,935	3,789	55,64	48,33	200,6	809,8	6,698	12,1	0,14	0,089
H203	4,903	3,787	55,22	51,36	250,5	511,6	6,809	11,70	0,04	0,023
H203	4,903	3,787	55,22	51,36	250,5	806,1	7,299	12,44	0,04	0,023
H303	4,885	3,788	55,05	48,00	275,7	517	6,516	11,95	0,51	0,375
H303	4,885	3,788	55,05	48,00	275,7	811	6,468	11,87	0,49	0,366
H304	3,722	3,794	42,07	31,85	276	500,8	9,75	23,43	181,63	177,996
H304	3,722	3,794	42,07	31,85	276	835,7	9,668	23,28	175,20	171,603

Pada tabel dapat dilihat bahwa nilai porositas dan permeabilitas sampel H304 sangat berbeda jauh dengan yang lainnya. Rata-rata porositas dan permeabilitas dari keempat sampel lainnya adalah 12.67% dan 0.145 mD. sampel H304 sendiri memiliki nilai rata-rata porositas 23.35% dan permeabilitas  $K_{air}$  178.415 mD. Perbedaan yang jauh di kedua parameter tersebut terutama di permeabilitas yang memiliki selisih 178.27 mD menunjukkan bahwa sampel H304 memiliki jenis batu yang berbeda dengan sampel-sampel lainnya. Untuk sampel H101, H102, H203, dan H303 walaupun memiliki kedalaman yang berbeda cukup dalam memiliki nilai porositas dan permeabilitas yang tidak berbeda satu dengan

yang lain menunjukkan bahwa sampel-sampel tersebut memiliki jenis batuan yang kurang lebih sama.

**Table 3.3 Nilai  $R^2$   $V_{pore}$  dan permeabilitas udara**

Parameter	$R^2$
$V_{pore}$ dan Permeabilitas udara	0,7872

$R^2$  menurut investopedia, adalah ukuran statistik yang mewakili proporsi varians untuk variabel dependen yang dijelaskan oleh variabel independen atau variabel dalam model regresi.  $R^2$  menunjukkan bagaimana suatu variabel mempengaruhi variabel lainnya. Jika nilai  $R^2$  adalah 0.5, berarti suatu variabel mempengaruhi setengah dari variabel lainnya. Nilai  $R^2$  di bawah 0.7 dianggap tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen (Hayes, 2019).

Dengan menggunakan regresi dapat dilihat hubungan antara variabel independen  $V_{pore}$  dengan variabel dependen permeabilitas udara pada tabel 3.3. Kedua variabel ini digunakan karena relasi yang unik. Secara teoritis semakin banyak lubang atau poros pada sebuah material maka semakin besar kemampuan material tersebut untuk mengalirkan fluida. Sehingga semakin besar  $V_{pore}$  dari sampel akan berbanding lurus dengan semakin tingginya nilai permeabilitas suatu sampel dimana hal tersebut menandakan nilai regresi kedua variabel akan selalu tinggi. Tetapi melalui regresi dapat diketahui bahwa hanya 0.78 atau 78% nilai dari  $V_{pore}$  mempengaruhi nilai permeabilitas udara. Hal ini dikarenakan ada banyak jenis porositas. Jika sampel memiliki banyak rongga tetapi posisi parikel sampel tersebut membuat rongga tidak terhubung satu dengan yang lain, maka nilai permeabilitas dari batu tersebut tidak akan tinggi. (Choquette & Pray, 1970).



Hasil data pengukuran porositas dan permeabilitas akan dibandingkan dan dicocokkan dengan data yang didapat pada proses retort. Hasil yang bagus atau ideal adalah jika kandungan minyak yang didapat melalui proses retort tinggi dengan nilai porositas dan permeabilitas oleh mesin AP-608 juga tinggi. Jika kandungan minyak banyak tetapi nilai porositas dan permeabilitas rendah akan membuat sulit saat melakukan proses pengekstraksian minyak dari batuan nantinya. Sedangkan jika nilai porositas dan permeabilitas tinggi tetapi kandungan minyak yang didapat melalui proses retort rendah atau rasio air dengan minyak lebih tinggi, maka akan sia-sia untuk melakukan penggalan di sumur tersebut.

Hasil data analisis pada akhirnya akan diberikan kepada pihak penggali. Data tersebut yang akan menjadi acuan bagi penggali untuk mengambil keputusan, antara melanjutkan penggalan atau berhenti karena risiko yang terlalu besar. Pelanggan juga dapat memperdalam analisis sampel *core* dengan lab SCAL. SCAL memiliki lebih banyak dan metode pengukuran yang lebih detail khususnya untuk permeabilitas atau aliran fluida pada sampel, tetapi analisis akan memakan waktu lebih lama dan biaya yang lebih tinggi (McPhee, Reed, & Zubizarreta, 2015)