

## **EVALUASI PEMAKAIAN BIT 6-1/8" DI SUMUR DH-10 DAN DHX-4 UNTUK PEMILIHAN BIT PADA LAPISAN BASEMENT LAPANGAN DHP**

Dhimas Haryo Priyoko, Faisal E. Yazid, Abdul Hamid,  
Jurusan Teknik Perminyakan – Universitas Trisakti

### **Abstrak**

Dalam pencarian minyak dan gas bumi, kini tidak hanya dilakukan pada batuan sedimen. Namun, kini pencarian minyak dan gas bumi juga dilakukan pada batuan beku dan batuan metamorf. Batuan beku dan metamorf ini biasanya terdapat pada formasi Basement, batuan ini memiliki kekerasan antara medium sampai sangat keras. Hal ini menjadikan alasan betapa pentingnya pemilihan peralatan pemboran yang digunakan, khususnya pahat/bit. Pada lapangan DHP terdapat dua sumur yang menembus lapisan Basement yaitu sumur DH-10 dan DHX-4. Kedua sumur tersebut menggunakan bit yang berbeda – beda, untuk itu dilakukan evaluasi pemakaian dari bit yang digunakan pada kedua sumur tersebut untuk mengetahui bit apa yang seperti apa yang cocok untuk digunakan pada lapisan Basement di Lapangan DHP.

**Kata kunci** : pahat / Bit, basement

### **Pendahuluan**

Dalam suatu operasi pemboran, pemilihan peralatan pemboran sangat penting. Perkembangan dari peralatan pemboran sendiri sudah berkembang pesat, berbagai macam teknologi canggih dan bahan yang tidak mudah rusak telah digunakan. Semuanya dilakukan untuk mencapai pemboran yang efektif dan efisien, untuk itu pemilihan peralatan pemboran sangat krusial. Salah satunya adalah pemilihan pahat atau mata bor. Pada masa kini, pencarian minyak dan gas tidak hanya dilakukan pada batuan sedimen namun, pencarian dilakukan juga pada batuan beku dan batuan metamorf yang biasanya terdapat pada lapisan basement. Batuan beku dan metamorf hampir sama sekali tidak memiliki pori – pori, namun minyak atau gas yang terdapat pada batuan beku dan metamorf ini dapat mengalir melalui rekahan – rekahan alami pada batuan tersebut. Lapisan *Basement* memiliki kekerasan yang tinggi, untuk itu dilakukan pemilihan pahat yang sesuai untuk menembus formasi ini dengan dilakukannya evaluasi pemakaian bit 6-1/8 pada sumur DH-10 dan sumur DHX-4 lapangan DHP milik PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ. Evaluasi yang dilakukan adalah dengan menghitung cost per foot serta spesifik energi dari pahat – pahat yang digunakan yang setelah itu dibandingkan. Dari hasil evaluasi diharapkan dapat menemukan pahat yang cocok untuk digunakan pada Lapisan *Basement*.

### **Teori Dasar**

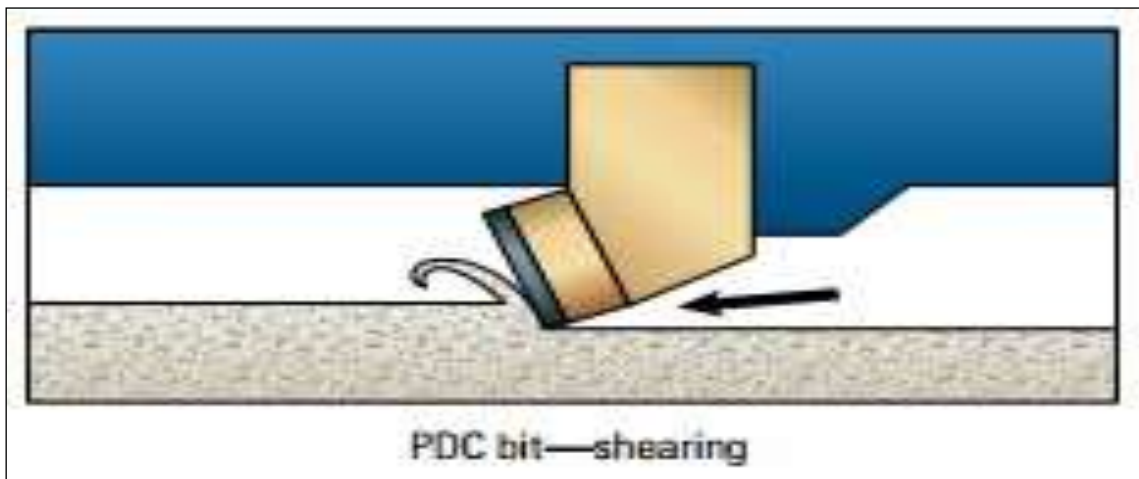
Terdapat berbagai macam pahat yang ada di dunia. Namun, yang sering digunakan ialah *roller cone* bit dan PDC bit. Setiap pahat tersebut memiliki perbedaan, baik dari cara kerja, harga, ukuran serta bentuk cutter. Selain itu, setiap pahat tersebut memiliki kelebihan serta kekurangan masing – masing. Pahat PDC (Polycrystalline Diamond Compact) adalah sebuah pahat atau mata bor yang menggunakan polycrystalline diamond compact pada pemotongnya (cutters) untuk mengikis batuan dengan gerakan menggerus secara terus menerus. Cutters tersebut berupa cakram intan sintesis berukuran tebal sekitar 1/8 inch dan diameter sekitar 1/2 sampai 1 inch.



Gambar – 1. Pahat Polycrystalline Diamond Compact (PDC)

Terdapat dua jenis pahat PDC jika dilihat dari bentuk dasarnya, yaitu :

1. Steel Body Bit
2. Matrix Body Bit
3. PDC bit merupakan tipe mata bor yang bekerja dengan cara (shearing) mengikis batuan, sehingga tidak memerlukan energi yang begitu besar, sehingga penggunaan WOB (Weight On Bit) pada PDC bit tidak terlalu besar dan diharapkan ROP (Rate Of Penetration) berbanding lurus dengan besarnya RPM.



Gambar – 2. Cara Kerja Pahat PDC

Cutter pada PDC bit tersusun atas lapisan intan sintetis tipis yang dibuat dengan tekanan dan temperatur yang tinggi, lalu dilekatkan pada badan bit dengan substrate (Tungsten carbide). Intan sintetis tersebut memiliki daya tahan yang sangat kuat dan memiliki penetrasi yang tinggi sehingga memiliki ketahanan maksimum dalam pemakaiannya dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Tungsten carbide mempunyai fungsi untuk menguatkan lapisan intan. Kemampuan PDC bit dibatasi oleh tebalnya lapisan intan pada cutter. Ukuran dari cutter ini berdiameter  $\frac{1}{2}$  sampai 1 inch, dan tebal  $\frac{1}{8}$  inch. Desain dan bentuk dari cutter PDC ini bervariasi sesuai dengan penggunaan pada formasi dengan kekerasan tertentu.



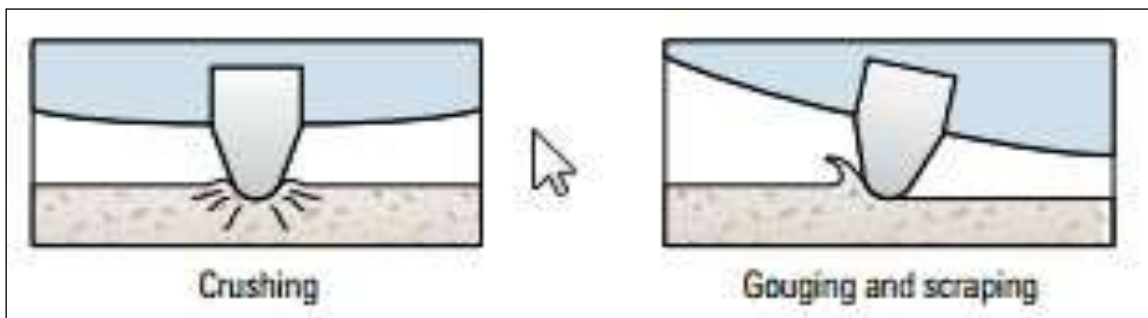
Gambar – 3. Cutter PDC Bit

Roller cone bit adalah tipe bit yang paling sering digunakan dalam pemboran berputar. Tipe bit ini tersedia dalam berbagai variasi desain gigi dan bearing sehingga dapat ditemukan berbagai macam tipe sesuai dengan formasi yang akan dibor.



Gambar – 4. Roller Cone Bit

Kinerja dari roller cone bit dipengaruhi oleh berbagai hal seperti tipe dan ukuran gigi serta besar cone offset. Roller cone bit bekerja dengan cara mencungkil dan menggores batuan pada formasi lunak, dan menghancurkan untuk formasi keras dengan gigi yang berada pada cone yang berputar.



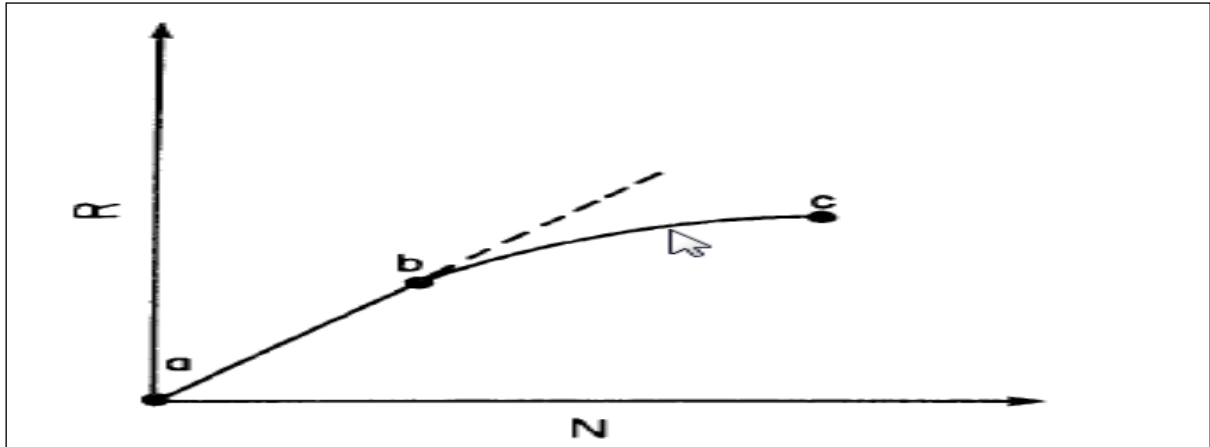
Gambar – 5. Cara Kerja Roller Cone Bit

Terdapat dua jenis roller cone bit jika dilihat berdasarkan cutting structure, yaitu :

1. Milled / Steel Tooth Bit
2. Tungsten Carbide Insert Bit

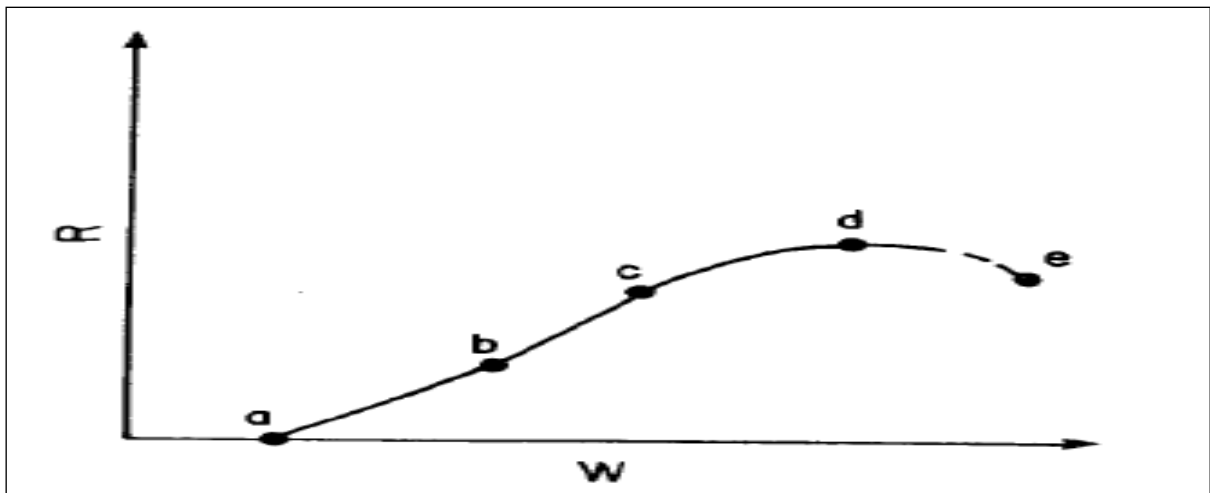
Bentuk dan ukuran gigi bit juga berperan besar dalam kecepatan pemboran. Bentuk gigi yang panjang dan berspasi besar digunakan untuk mengebor formasi yang lunak. Gigi tersebut akan memudahkan pengangkatan cutting. Spasi gigi yang besar pada cone akan memudahkan pembersihan bit. Jika tipe formasi batuan yang dibor semakin keras, panjang gigi harus diperkecil serta spasi antar gigi semakin rapat. Gigi yang kecil juga memperbesar ruang untuk pembuatan bearing yang lebih kuat. Dalam operasi pemboran

diharapkan mendapat hasil yang optimal dari pemakaian bit. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi optimasi penggunaan PDC dan Roller Cone bit seperti jenis serta kekerasan formasi yang ditembus putaran per menit (RPM), beban pada pahat (WOB), dan hidrolika pada pahat. Dengan optimasi dari faktor – faktor tersebut diharapkan dapat menghasilkan biaya pemboran yang rendah.



Gambar – 6. Grafik RPM vs ROP

Gambar diatas ini merupakan grafik N vs ROP dimana, besarnya nilai RPM (N) berbanding lurus dengan nilai ROP.



Gambar – 7. Grafik WOB vs ROP

Gambar diatas ini merupakan grafik WOB vs ROP dimana terdapat nilai WOB tertentu sehingga dapat menghasilkan nilai ROP, semakin meningkatnya WOB maka nilai ROP juga semakin tinggi. Namun, setelah WOB mencapai nilai tertinggi, maka nilai ROP perlahan lahan menurun, ini dapat disebabkan oleh ausnya cutter pada pahat. Jenis formasi juga termasuk dalam faktor yang mempengaruhi kinerja pahat. Setiap formasi memiliki jenis yang berbeda beda tergantung dari batuan yang menyusunnya. Kekerasan dari formasi juga berbeda beda, kekerasan formasi dibagi menjadi empat yaitu formasi lunak, formasi sedang, formasi keras, dan formasi sangat keras. Adapun yang termasuk didalamnya adalah sebagai berikut :

1. Formasi Lunak : Soft shales, clay, red beds, gypsum, limestone lunak, sandstone, kapur.
2. Formasi Sedang : soft limestone, sandstone, dolomite, hard shale.
3. Formasi Keras : dolomite, shale berpasir.
4. Formasi Sangat Keras : kuarsit, pasir, basalt.

Dari kinerja bit yang telah ada, untuk memilih bit pada pemboran selanjutnya dilakukan evaluasi bit. Evaluasi yang dilakukan adalah dengan analisa tingkat keausan bit, perhitungan cost per foot masing – masing bit serta perhitungan spesifik energi masing – masing bit. Cost Per Foot merupakan suatu metode yang biasa digunakan dalam mengevaluasi pemakaian pahat. Dengan mengetahui cost per foot dari pahat yang telah digunakan, maka dapat mengetahui pahat yang efisien dan ekonomis untuk digunakan pada pemboran selanjutnya. Cost per foot dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$CPF = \frac{C_B + C_R(T_r + T_c + T_t)}{F}$$

CPF = Cost Per Foot (\$/ft)  
 $C_B$  = Harga Pahat (\$)  
 $C_R$  = Harga Rig per jam (\$/hrs)  
 $T_r$  = Waktu Rotasi (hrs)  
 $T_c$  = Waktu Untuk Menyambung Rangkaian (hrs)  
 $T_t$  = Waktu Masuk dan Cabut (hrs)  
 $F$  = Footage (ft)

Spesifik energi memberikan analisa tentang performa pahat yang didasarkan pada prinsip yang berhubungan dengan sejumlah energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan satu unit volume batuan dan efisiensi pahat untuk menghancurkan batuan. Spesifik energi dapat dihitung dengan rumus :

$$E_s = 20 \times \frac{WOB \times N}{DB \times ROP}$$

$E_s$  = Spesifik Energi (psi)  
 $WOB$  = Weight On Bit (lb)  
 $DB$  = Diameter Bit (inch)  
 $N$  = RPM (rotasi/menit)  
 $ROP$  = Laju Penembusan (ft/hrs)

### Hasil dan Pembahasan

Pada tugas akhir ini dievaluasi pemakaian bit dengan ukuran 6-1/8" yang digunakan di sumur DH-10 dan DHX-4. Evaluasi yang dilakukan ialah dengan mengevaluasi keekonomian. Yaitu dengan menghitung nilai cost per foot dan spesifik energi. Pada pemboran trayek 6-1/8" di sumur DH-10 ini menembus formasi Top Marine Talang Akar yaitu pada interval kedalaman 7708 – 8084 FT. Dan menembus lapisan Basement pada interval kedalaman 8084 FT – TD. Dari *footage* yang dihasilkan dari bit VM613PDGNX yaitu sebesar 150 ft dengan ROP sebesar 13.73 ft/hrs dan dengan nilai *cost per foot* sebesar 1,257.2 \$/ft dan spesifik energi sebesar 627,852.01 lb-in/in<sup>3</sup> dinilai cukup ekonomis serta efisien. Namun, bit ini hanya bisa menembus formasi basement sejauh 13 FT. Sehingga bit ini tidak cocok untuk formasi basement. Dari kode IADC nya yaitu M217 bit ini memang didesain bukan untuk formasi keras, melainkan untuk formasi lunak. Hasil dari evaluasi bit CM34MRS#1, menunjukkan hasil pemakaian yang sangat baik dimana *footage* yang dihasilkan sebesar 175 ft, dengan ROP sebesar 14.38 ft/Hrs. *Cost per foot* yang dihasilkan sebesar 785.33 \$/ft dan spesifik energi sebesar 340.609.12 lb-in/in<sup>3</sup>. Berdasarkan kode IADC-nya bit ini kurang cocok dengan formasi basement. Bit ini memiliki kode IADC 517 yang berarti bit ini cocok digunakan untuk formasi lunak-medium. Hal ini terbukti kurang cocok saat running bit CM34MRS#2 yang menunjukkan hasil yang kurang baik dimana hanya menghasilkan *footage* sebesar 54 FT dengan ROP sebesar 8.37 ft/Hrs. *Cost per foot* yang dihasilkan sebesar 2179.88 \$/ft, dan spesifik energi sebesar 468,144.25 lb-in/in<sup>3</sup>. Bit selanjutnya adalah bit dengan nama DSR613-B16 yang merupakan tipe PDC menghasilkan *footage* sebesar 99 ft dengan ROP sebesar 11.54

ft/Hrs. Serta menghasilkan *cost per foot* sebesar 1,463.54 \$/ft serta menghasilkan spesifik energi sebesar 339,546.56 lb-in/in<sup>3</sup>. Berdasarkan kode IADC-nya bit ini tidak cocok untuk formasi basement, bit ini memiliki kode IADC M232 yang berarti bit ini cocok pada formasi lunak. Bit yang terakhir adalah bit dengan nama MSR613-A1C menghasilkan *footage* sebesar 55 ft dengan ROP yang sangat kecil yaitu sebesar 8.13 ft/Hrs hal ini dikarenakan kerasnya formasi yang ditembus sehingga membuat kinerja bit lebih sulit. Karena *footage* yang kecil dan waktu yang dibutuhkan juga lama, maka *cost per foot* yang dihasilkan cukup tinggi yaitu sebesar 2275.82 \$/ft dan spesifik energi yang sangat besar yaitu sebesar 843,437.01 lb-in/in<sup>3</sup>. Bit ini memiliki kode IADC yang sama dengan bit sebelumnya yaitu M232. Jadi, bit ini juga tidak cocok digunakan pada formasi basement. Bit pertama yang digunakan pada pemboran trayek 6-1/8 di sumur DHX-4 ini adalah bit M64 bit ini merupakan PDC. Bit ini memiliki bodi matrix dengan enam buah blade. Cutter yang dimiliki bit ini berukuran 13 mm dengan total jumlah cutter sebanyak 32 buah. Bit ini menghasilkan *footage* sebesar 44 FT dengan laju penetrasi sebesar 5.18 FT/hrs. Bit ini menghasilkan *cost per foot* sebesar 4,378 \$/FT serta spesifik energi sebesar 1,134,662.36 lb-in/in<sup>3</sup>. Dari hasil evaluasi tersebut dapat dinyatakan bit tersebut tidak cocok digunakan pada formasi basement, dikarenakan *cost per foot* serta spesifik energi yang dihasilkan cukup besar. Dengan kode IADC M433 bit ini memang tidak cocok untuk formasi Basement karena bit ini didesain untuk formasi dengan kekerasan medium. Bit kedua yang digunakan adalah bit RH40AP#1. Bit ini merupakan tipe roller cone bit dengan cutting structure tungsten carbide insert, yang memiliki tiga buah cone. Bit ini memiliki kode IADC 617, dengan kode tersebut bit ini memang didesain untuk formasi medium-hard yang cocok pada formasi Basement, sehingga memberikan hasil yang positif dimana *footage* yang dihasilkan sebesar 223 FT dengan ROP sebesar 8.9 FT/Hrs. *Cost per foot* yang dihasilkan adalah sebesar 1,247.23 \$/FT serta spesifik energi yang dihasilkan sebesar 1,098, 197.13 lb-in/in<sup>3</sup>. Sebenarnya, bit ini dapat bekerja lebih lama. Namun, dikarenakan terdapat masalah di rig floor yaitu blocks terjatuh akibat beban yang berlebih, maka bit ini diangkat ke permukaan. Bit ketiga yang digunakan pada pemboran 6-1/8" di sumur DHX-4 ini adalah RH40AP#2. Bit ini memiliki spesifikasi yang sama dengan bit RH40AP#1. Bit ini menghasilkan *footage* yang sangat baik, dengan menghasilkan *footage* sebesar 399 FT dengan ROP sebesar 20.25 FT/Hrs. Namun, *cost per foot* yang dihasilkan lebih tinggi daripada bit RH40AP#1 yaitu sebesar 2290.56 \$/FT, hal ini disebabkan lamanya waktu trip in yang disebabkan adanya pekerjaan pipa dan terdapat perbaikan – perbaikan di rig yaitu penggantian swivel dan goose neck. Bit ini menghasilkan spesifik energi sebesar 483,749.06 lb-in/in<sup>3</sup> yang mengindikasikan kinerja bit yang sangat bagus karena spesifik energi dari bit ini merupakan yang paling kecil diantara spesifik energi dari bit – bit yang digunakan di sumur DHX-4. Bit terakhir yang digunakan adalah bit RH40AP#3 memiliki spesifikasi yang sama dengan dua bit sebelumnya. Bit ini juga menghasilkan *footage* yang sangat baik yaitu 190 FT. Dengan laju penetrasi sebesar 13.22 FT/Hrs. Bit ini menghasilkan *cost per foot* sebesar 1,251\$/FT dan spesifik energi sebesar 642,193.24 lb-in/in<sup>3</sup>. Dari dull grading dapat diketahui bahwa kerusakan utama pada bit ini adalah kehilangan beberapa gigi/cutter serta keausan pada gigi/cutter yang terjadi di seluruh bagian bit namun kerusakan ini tidak terlalu parah, dengan alasan cutter dari bit tersebut pada bagian luar dan dalam hanya 3/8 bagian dari cutter yang mengalami aus. Karena sudah mencapai total kedalaman yang ditentukan yaitu kedalaman 10,655 FT maka bit ini diangkat ke permukaan rig.

### Kesimpulan

Setelah mengevaluasi dan membahas pemakaian bit 6-1/8" di sumur DH-10 dan sumur DHX-4 lapangan DHP maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pencarian minyak dan gas bumi pada masa kini tidak hanya dilakukan pada lapisan sedimen melainkan sudah melakukan pencarian pada lapisan basement. Minyak atau gas yang terakumulasi pada lapisan basement tersebut terdapat pada retakan – retakan alami pada lapisan tersebut.

2. Penggunaan roller cone bit pada formasi basement lebih baik bila dibandingkan dengan penggunaan PDC bit. Alasannya roller cone bit dengan tipe CM34MRS pada sumur DH-10 dan penggunaan roller cone bit dengan tipe RH40AP di sumur DHX-4 menghasilkan *Cost per foot* serta Spesifik Energi yang rendah.
3. Dengan mengetahui hasil kerja dari bit RH40AP pada sumur DHX-4 dan bit CM34MRS pada sumur DH-10, bila dibandingkan kedua bit tersebut, bit RH40AP terlihat lebih ekonomis serta efisien walaupun cost per foot serta spesifik energinya lebih besar tetapi footage yang dihasilkan lebih besar, maka dapat disepakati bahwa roller cone bit dengan kode IADC 617, yaitu roller cone bit dengan cutting structure Tungsten Carbide Insert (TCI) dilengkapi dengan sealed friction bearing dan gauge protection, merupakan pahat standar untuk pengeboran Formasi Basement di Lapangan DHP milik PT. Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java
4. Penggunaan PDC bit yang dipakai pada pengeboran sumur DH-10 dan DHX-4 tidak sesuai dengan kekerasan batuan yang ditembus. Karena batuan penyusun dari basement merupakan batuan dengan tipe kekerasan medium-keras. Tetapi, pahat – pahat PDC yang digunakan berdasarkan kode IADC-nya digunakan untuk batuan dengan tipe kekerasan lunak-medium.
5. Dari analisa *dull grading*, rata – rata setiap bit mengalami masalah pada *cuttemya* baik itu aus, *chipped*, ataupun rusak. Kerusakan yang dialami *cutter* ini dikarenakan kerasnya formasi yang ditembus, selain itu meningkatnya temperatur akibat putaran bit yang cepat sehingga mengakibatkan gesekan yang tinggi antara *cutter* dengan batuan formasi.

#### Daftar Simbol

$C_B$	= Harga Bit (\$)
CPF	= Cost Per Foot (\$/FT)
$C_R$	= Harga Rig (\$/jam)
$D_B$	= Diameter Bit (Inch)
$E_s$	= Spesifik Energi (psi)
F	= Footage (ft)
N	= RPM (rotasi/menit)
$T_c$	= Waktu Untuk Menyambung Rangkaian (hrs)
$T_r$	= Waktu Rotasi (hrs)
$T_t$	= Waktu Masuk dan Cabut (hrs)
WOB	= Weight On Bit (lb)

#### Daftar Pustaka

Besson, Alain, Bruce Burr. Dkk, *"On The Cutting Edge"*, Houston, Texas, 2000.

Mesty Sulistyorini, *"Evaluasi Pemakaian Pahat PDC Dalam rangka Optimasi Pemboran Di Lapangan Sumpal Sumatera Selatan Gulf Resources Indonesia"*, Tugas Akhir-Jurusan Perminyakan Trisakti, Jakarta, 1999.

Rubiandini, Rudi, *"Teknik Operasi Pemboran, Volume 1"*, ITB, IATMI, Bandung, 2012.  
 Scott, D.E, *"The History and Impact of Synthetic Diamond Cutters and Diamond Enhanced Inserts on The Oil and gas Industry"* Texas.

[http://image.china-ogpe.com/pimage/1144/image/PDC\\_Bit\\_Product1144.jpg](http://image.china-ogpe.com/pimage/1144/image/PDC_Bit_Product1144.jpg)

Bourgoyne Jr, Adam T. "Applied Drilling Engineering", SPE, Texas, 1986.

PT. PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA, "Drilling Files", 2013