

Analisis Performa Tricone Dan *Polycrystalline Diamond Compact* (PDC) Bit Pada Sumur S11 Menggunakan Metode *Cost Per Foot* Dan *Specific Energy*

Achmad Hidayat¹, Fidya Varayesi²

Universitas Tanri Abeng^{1,2}
achmad.hidayat@student.tau.ac.id

Abstrak— Pemilihan jenis bit merupakan salah satu faktor penting dalam operasi pemboran yang diharapkan dapat memberikan laju penembusan yang baik guna mendapatkan hasil yang optimum dan ekonomis. Pada sumur S11 telah diaplikasikan dua jenis bit yaitu roller cone tipe tricone dan PDC bit, dengan melakukan pemboran pada kedalaman 0-2350 ft.

Dimana pada sumur S11 ini ada sembilan kali percobaan run bit dengan tiga jenis ukuran bit yang berbeda yakni ukuran 17-1/2", ukuran 12-1/2" dan yang terakhir ukuran 8-1/2" . Pada run bit yang pertama dan kedua memakai ukuran 17-1/2", run bit yang ketiga dan keempat memakai ukuran 12-1/2" serta run bit yang kelima hingga kesembilan memakai ukuran 8-1/2". Selain itu dari sembilan kali run bit yang dilakukan, run bit yang pertama memakai jenis Roller cone tipe tricone bit, dan run bit kedua sampai ke sembilan memakai jenis PDC bit.

Nilai *specific energy* yang paling besar yaitu pada bit berdiameter 8-1/2". Hal ini disebabkan karena laju tembus dari bit ini rendah sebesar 82.3 ft/hours, bit berjenis PDC ini menembus kedalaman akhir pemboran sepanjang 247 feet. Akan tetapi jika dilihat pada harga *cost per foot* yang paling rendah yaitu berada pada bit yang ukuran paling besar 17-1/2". Analisis dilakukan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai dari *specific energy* dan juga besar kecilnya harga dari *cost per foot*.

Keywords --- *Specific energy, Cost per foot, PDC bit, Tricone bit*

Abstract— The choice of bit type is one of the important factors in drilling operations which is expected to provide a good penetration rate in order to obtain optimum and economical results. In well S11, two types of bits have been applied, namely roller cone type tricone and PDC bit, by drilling at a depth of 0-2350 ft.

Where in well S11 there were nine attempts to run the bit with three different types of bit sizes, namely size 17-1/2", size 12-1/2" and the last one size 8-1/2". The first and second run bits use size 17-1/2", the third and fourth run bits use size 12-1/2" and the fifth to ninth run bits use size 8-1/2". Apart from that, from the nine run bits that were carried out, the first run bit used a Roller cone type tricone bit, and the second to ninth run bits used the PDC bit type.

The greatest *specific energy* value is the 8-1/2" diameter bit. This is because the penetration rate of this bit is low at 82.3 ft/hours, this PDC type bit penetrates the final drilling depth of 247 feet. However, if you look at the lowest *cost per foot* price, which is at the largest bit size 17-1/2". The analysis was carried out to determine the factors that influence the size of the value of the *specific energy* and also the size of the price of *cost per foot*.

Keywords --- *Specific energy, Cost per foot, PDC bit, Tricone bit*

I. PENDAHULUAN

Analisis *performance bit* menggunakan perhitungan *cost per foot* untuk jenis *bit tricone* dan *PDC bit* yang digunakan dengan menggunakan tiga ukuran bit yang berbeda. Yang dimana metode *cost per foot* ini dipengaruhi oleh besarnya biaya sewa *rig*, harga *bit*, panjang kedalaman, waktu rotasi dan lamanya total waktu dari proses keluar (POH) dan masuknya (RIH) *drill string*.

Dengan menggunakan data pada sumur S11 ini akan dibahas *performance bit* menggunakan metode CPF baik untuk *bit* jenis *tricone* dan *PDC bit* secara bertahap pada setiap kedalaman yang ditembus.

Operasi pemboran dimaksudkan untuk membuat hubungan antara reservoir hidrokarbon yang berada bawah permukaan bumi, sehingga hidrokarbon tersebut dapat diproduksi. Pemboran yang efektif adalah pemboran yang mencapai kedalaman sumur target dalam waktu yang relatif singkat. Salah satu faktor terpenting untuk direncanakan sebelum memulai pengeboran adalah jenis mata bor yang di pilih [6]. Pemilihan mata bor/pahat yang tepat adalah salah satu aspek terpenting dari operasi bor dimana penetrasi yang baik diharapkan untuk hasil yang optimal dan efisien. Pemilihan jenis bit harus disesuaikan dengan tingkat kekerasan dan sifat batuan yang akan ditembus.

Salah satu hoisting equipment yang digunakan adalah mata bor (bit drilling). Untuk menghitung jenis bit, diperlukan suatu metode yaitu *specific energy* dan metode *cost per foot*. Menentukan nilai *specific energy* tidak hanya bergantung pada sifat batuan, tetapi juga pada jenis dan desain bit. Oleh karena dari itu, bit yang digunakan dalam formasi lunak menghasilkan nilai *specific energy* yang berbeda dengan bit yang dihasilkan dalam formasi keras. Mata bor dengan harga *specific energy* terendah belum tentu menjadi mata bor yang ekonomis karna akan di pengaruhi oleh parameter dalam perhitungan harga *cost per foot*. Oleh karena itu di butuhkan penelitian untuk menganalisis performa bit dengan metode *specific energy* dan *cost per foot* [3].

Lapangan minyak LD memiliki total cadangan awal minyak ditempat (OOIP) di lapangan LD diperkirakan sebesar 1,338 MMSTB dengan

ultimate recovery factor rata rata sebesar 53%. Lapangan LD memproduksi minyak pertama kali pada bulan february tahun 1972 dengan memiliki laju alir 2,375 BOPD, dan water cut sebesar 0,2% yang berasal dari Formasi Bangko dan Formasi Duri, puncak produksi dicapai pada tahun 2002 sebesar 30,923 BOPD dengan 30% water cut. Saat ini, jumlah produksi lapangan LD sebesar 13,764 BOPD dan kumulatif produksi pada lapangan LD sampai pada bulan April 2015 sebesar 257,246 MBO dan recovery factor (RF) nya sebesar 19,23(%)

Formasi Bangko adalah salah satu formasi dari 5 formasi yang berada Lapangan LD. Reservoir paling utama yang menghasilkan minyak berasal dari Formasi Bangko, dengan jumlah sekitar 51% OOIP di Lapangan LD. Setiap formasi memiliki tingkat kekerasan batuan yang berbeda-beda, untuk membuat sumur tentu juga akan memakai bit yang berbeda, sesuai formasi yang akan di tembus [2]

Dari indikasi tersebut, maka dari itu di analisis kinerja mata bor yang telah digunakan di lapangan LD yaitu sumur S11. Di sumur S11 ini, kinerja mata bor PDC bit dan juga roller cone bit tipe *tricone bit* akan dievaluasi pada kedalaman 0-2350 ft. Analisis ini menggunakan dengan metode *specific energy* dan juga *cost per foot*.

II. METODE PENELITIAN

A. Cost Per Foot

Cost per foot adalah metode perhitungan biaya pemboran berdasarkan kedalaman pemboran yang ditembus oleh bit yang dipakai. Metode ini biasa digunakan dalam menganalisis pemakaian mata bor dari segi perhitungan biaya. Dengan mengetahui *Cost per foot* dari mata bor yang di gunakan, dan parameter dampak lainnya. Ini akan membantu menemukan mata bor yang efisien dan ekonomis untuk kegiatan pemboran [1].

Melaksanakan trip, yaitu melakukan kegiatan proses pencabutan atau penarikan rangkaian pipa dari dalam sumur untuk menggantikan bit atau kombinasi peralatan bawah permukaan (*bottom hole assembly*) dan kemudian kembali menurunkannya ke dalam sumur [5]. Kriteria pemilihan pahat yang didasarkan pada *cost per foot* dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$CPF = \frac{B+Rt(Tt+tr)}{F}, \$/\text{foot} \quad (1)$$

dimana,

- B :Harga mata bor, (\$)
- Rt :Harga sewa rig per jam, (\$/jam)
- Tt :Waktu Trip (jam)
- F :Footage (Interval kedalam yang ditembus satu kali run) ft

B. Specific Energy

Metode specific energy adalah cara sederhana dan praktis untuk memilih bit yang tepat. specific energy adalah energi yang dibutuhkan untuk menghilangkan satu satuan volume batuan yang telah dibor, kemungkinan mengambil bagian yang homogen. SE adalah ukuran langsung dari kinerja alat dalam formasi dan menunjukkan interaksi antara alat dan batuan.

$$SE = 20x \frac{WN}{DROP}, \text{in-lb}/[\text{in}]^3 \quad (2)$$

dimana,

- SE : Specific Energy [(lb-in/in) ^3
- W :Weight On Bit (lbf)
- N :RPM (rpm)
- D :Diameter (inch)
- F :Footage (ft)
- ROP :laju penembusan (ft/hrs)

Penentuan besar kecilnya harga SE tidak hanya didasarkan pada sifat batuan saja, tetapi sangat bergantung pada jenis dan desain bit, menghasilkan nilai SE yang berbeda dengan nilai yang dihasilkan bit pada formasi. Bit dengan nilai SE terendah adalah alat yang ekonomis [4].

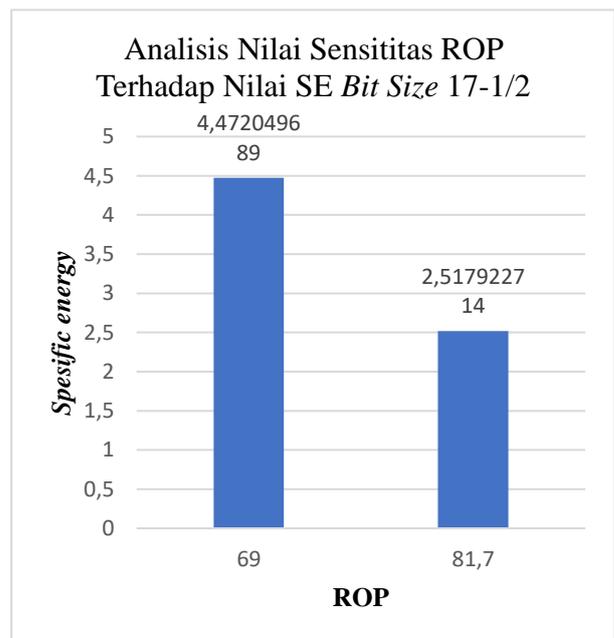
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Nilai Sensitivitas ROP Terhadap Nilai Specific Energy Yang Didapatkan

Analisis nilai sensitivitas ROP terhadap nilai specific energy yang didapatkan. Nilai ROP yang ada pada sumur S11 dianalisis sensitivitasnya terhadap nilai specific energy yang didapatkan. Dimana pada setiap ukuran bit pada sumur S11 ini akan dianalisis sensitivitas nilai ROP nya terhadap nilai specific energy dengan memperhatikan perbedaan nilai ROP pada running tersebut.

B. Analisis Nilai Sensitivitas ROP Terhadap Nilai SE Bit Size 17-1/2"

Dari (Gambar 1) dibawah dapat dianalisa Performa *bit PDC* pada sumur S11. yang baik adalah *specific energy* yang memiliki harga yang rendah, karena dengan harga yang rendah berarti performa *bit PDC* saat melakukan pengeboran pada sumur S11 baik. Pada grafik dibawah, grafik berwarna biru adalah *running* pertama dan kedua,. *Running* pertama dan kedua menggunakan *bit* yang berdiameter 17-1/2" dengan bit *Roller cone* jebis *tricone* pada *running* yang pertama dan bit PDC pada *running* yang kedua. *Running* pertama menunjukkan nilai *specific energy* yang lebih besar dengan nilai 4,472 lb – in/in³ ini karena ROP nya lebih rendah daripada *running* yang kedua yakni sebesar 69 *ft/hrs*, begitupun juga *running* kedua menunjukkan nilai *specific energy* yang lebih kecil dengan nilai 2,517 lb – in/in³ ini karena ROP nya lebih besar daripada *running* yang pertama yakni sebesar 81,7 *ft/hrs*. Hal ini menunjukkan nilai ROP sangat berpengaruh terhadap nilai SE yang didapatkan.

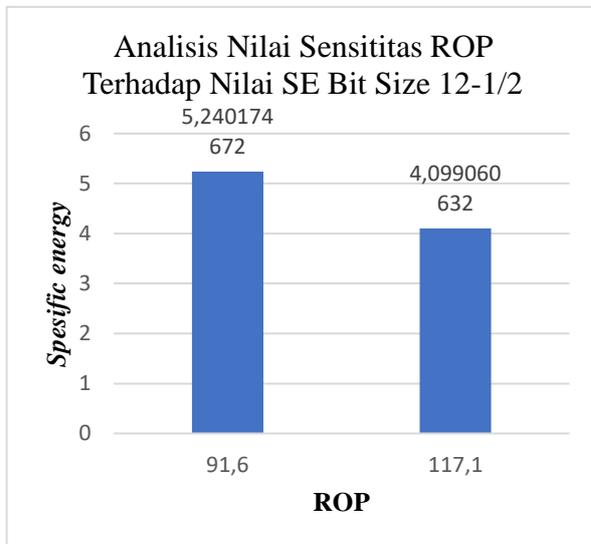


Gambar 1. Grafik Nilai Sensitivitas ROP Terhadap Nilai SE Bit Size 17-1/2"

C. Analisis Nilai Sensitivitas ROP Terhadap Nilai SE Bit Size 12-1/2"

Dari (Gambar 2) dibawah dapat dianalisa performa *bit PDC* pada sumur S11. yang baik adalah *specific energy* yang memiliki harga yang rendah, karena dengan

harga yang rendah berarti Performa *Bit PDC* saat melakukan pengeboran pada sumur S11 baik. Pada grafik (gambar 2), grafik berwarna biru adalah *running* ketiga dan keempat. *Running* ketiga dan keempat menggunakan *bit* yang berdiameter 12-1/2” dengan jenis bit PDC. *Running* ketiga menunjukkan nilai *specific energy* yang lebih besar dengan nilai 5,240 lb – in/in³ ini karena ROP nya lebih rendah daripada *running* yang keempat yakni sebesar 91,6 ft/hrs, begitupun juga *running* keempat menunjukkan nilai *specific energy* yang lebih kecil dengan nilai 4,099 lb – in/in³ ini karena ROP nya lebih besar daripada *running* yang ketiga yakni sebesar 117,1 ft/hrs. Hal ini menunjukkan nilai ROP sangat berpengaruh terhadap nilai SE yang didapatkan

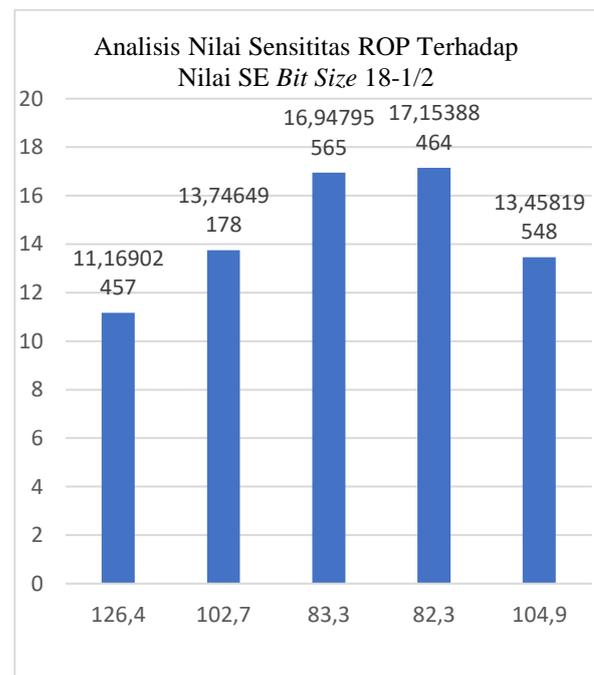


Gambar 2. Grafik Nilai Sensititas ROP Terhadap Nilai SE Bit Size 12-1/2”

D. Analisis Nilai Sensititas ROP Terhadap Nilai SE Bit Size 8-1/2”

Dari (Gambar 3) dapat dianalisa performa *bit PDC* pada sumur S11 yang baik adalah *specific energy* yang memiliki harga rendah. Pada grafik dibawah, grafik berwarna biru adalah *running* kelima, keenam, ketujuh, kedelapan dan kesembilan. *Runinng* kelima, keenam, ketujuh, kedelapan dan kesembilan menggunakan *bit* yang berdiameter 8-1/2” dengan jenis *bit PDC*. Hal ini menunjukkan nilai ROP sangat berpengaruh terhadap nilai SE yang didapatkan. Pada grafik dibawah dapat kita perhatikan dengan data yang didapat nilai ROP nya diturunkan secara berturut-turut di *running* yang keenam, ketujuh dan

kedelapan, sehingga nilai SE yang didapatkan juga ikut naik secara berturut-turut di *running* yang keenam, ketujuh, dan kedelapan. Tetapi setelah 3 kali *running* dan nilai ROP-nya terus diturunkan secara berturut-turut pada *bit* berdiameter 8-1/2” ini, nilai ROP nya kembali dinaikkan pada *running* yang terakhir, yakni *running* yang kesembilan, sehingga pada *running* yang terakhir nilai SE nya kembali turun. Ini menunjukkan bahwa diprediksi formasi yang di tembus pada *running* yang keenam-ketujuh dan kedelapan semakin keras dikarenakan nilai SE nya yang semakin naik pada *running* tersebut. Kenaikan nilai SE wajar karena itu menunjukkan formasi yang ditembus semakin kuat atau keras dan *bit* mulai menunjukkan keausan. Semakin dalam suatu sumur maka nilai ROP .



Gambar 3. Grafik Nilai Sensititas ROP Terhadap Nilai SE Bit Size 8-1/2”.

E. Analisis Perbandingan Perhitungan Nilai ROP Dan Waktu Terhadap Nilai Specif Energy Dan Harga Cost Per Foot

Suatu kegiatan operasi pemboran, salah satu faktor yang sangat penting adalah laju penembusan atau biasa disebut *Rate of penetration (ROP)* . maka dari itu, diharapkan dalam suatu kegiatan pemboran tercapai nya nilai ROP yang besar dan optimunm. Karena makin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan kegiatan pemboran, maka kegiatan operasi pemboran tersebut akan semakin baik, karena kemungkinan besar biayanya akan lebih murah. Akan tetapi nilai ROP yang besar tidak

selalu bersangkutan dengan dengan biaya yang murah. Dibawah ini adalah tabel analisis perbandingan antara ROP dan waktu terhadap energi yang dihasilkan serta biaya yang dikeluarkan selama melakukan pemboran.

Dari (Tabel 1) dapat kita lihat kesimpulan dari proses pengeboran mengenai performa *bit* yang ada pada sumur S11. Dari kesimpulan tabel diatas dapat kita bandingkan perhitungan nilai ROP dan waktu terhadap nilai *specific energy* dan harga *cost per foot* dengan melihat semua parameter perhitungan yang mempengaruhi nilai dari SE dan harga dari CPF yakni Interval kedalaman yang ditembus, Laju penembusan (ROP), serta total waktu pengerjaan.

F. Perbandingan Perhitungan Nilai ROP Dan Waktu Terhadap Nilai Specific Energy Dan Harga Cost Per Foot Bit Size 17-1/2"

Dari (Gambar 4) menunjukkan *running* pertama dan kedua yang menggunakan *bit* yang berdiameter 17-1/2", dapat dianalisa performa *bit tricone* pada *running* pertama dan diganti menjadi *PDC bit* pada *running* kedua pada sumur S11 ini mendapat nilai *specific energy* yang baik karena memiliki harga yang rendah, karena dengan harga yang rendah berarti performa *bit tricone* pada *running* pertama dan *PDC bit* pada *running* kedua saat melakukan pengeboran pada sumur S11 ini baik. Pada grafik dibawah, grafik berwarna biru adalah harga dari *cost per foot* yang menunjukkan kenaikan pada *run bit* yang kedua dari *run bit* yang pertama yakni sebesar 147,48 \$/foot menjadi 217,84 \$/foot pada *run bit* yang kedua, ini karena *run bit* yang pertama mempunyai waktu yang lebih kecil yakni 45,96 jam dibandingkan dengan *run bit* yang kedua 68,71 jam, begitupun juga ROP nya dinaikkan dari *run bit* yang pertama dari 69 ft/hr menuju *run* yang kedua menjadi 81,7 ft/hr, tetapi justru nilai dari *specific energy* malah turun dari 4,47 lb – in/in³ menjadi 2,52 lb – in/in³ ketika ROP nya di naikkan.

G. Perbandingan Perhitungan Nilai ROP Dan Waktu Terhadap Nilai Specific Energy Dan Harga Cost Per Foot Bit Size 12-1/2"

Dari (Gambar 6.4) dibawah menunjukkan *running* pertama dan kedua yang menggunakan bit yang berdiameter 17-1/2", dapat dianalisa performa bit PDC pada *running* ketiga dan keempat pada sumur S11 ini mendapat nilai *specific energy* yang baik karena memiliki harga yang rendah, karena dengan harga yang rendah berarti performa bit *tricone* pada *running* pertama dan *PDC bit* pada *running* kedua saat melakukan

pengeboran pada sumur S11 ini baik. Pada grafik dibawah, grafik berwarna biru adalah harga dari *cost per foot* yang menunjukkan kenaikan pada *run bit* yang keempat dari *run bit* yang ketiga yakni sebesar 114,70 \$/foot pada *run bit* yang ketiga menjadi 216,97 \$/foot pada *run bit* yang keempat, ini karena *run bit* yang ketiga mempunyai waktu yang lebih kecil yakni 93,46 jam dibandingkan dengan *run bit* yang keempat 94,46 jam, begitupun juga ROP nya dinaikkan dari *run bit* yang ketiga dari 91,6 ft/hr menuju *run* yang keempat menjadi 117,1 ft/hr, tetapi justru nilai dari *Specific Energy* malah turun dari 5,24 [(lb-in/in)³ menjadi 4,10 [(lb-in/in)³ ketika ROP nya di naikkan.

H. Perbandingan Perhitungan Nilai ROP Dan Waktu Terhadap Nilai Specific Energy Dan Harga Cost Per Foot Bit Size 8-1/2"

Dari (Gambar 6) dapat dianalisa performa bit PDC pada sumur S11 menunjukkan *running* kelima hingga *running* ke kesembilan yang menggunakan bit yang berdiameter 8-1/2". Grafik berwarna biru adalah harga *cost per foot* pada *running* kelima, keenam, ketujuh, kedelapan dan kesembilan yang naik secara berturut-turut, *cost per foot* nya mengalami kenaikan karena Waktu pengerjaan pun juga mengalami kenaikan pada *running* kelima, keenam, ketujuh, kedelapan dan kesembilan, jika dilihat dengan seksama pada saat dari *running* kelima berganti ke *running* keenam kenaikannya sangat tipis, ini dikarenakan kenaikan waktunya juga sangat tipis, dan juga kedalaman interval nya pun berbeda tipis. Pada saat *running* keenam berganti ke *running* ketujuh kenaikan *cost per foot* nya sangat tinggi, ini dikarenakan kenaikan lama waktunya juga naik sangat tinggi, selain itu kedalaman interval yang dibor juga berbeda cukup panjang. Menuju *running* yang kedelapan dan kesembilan dari *running* yang ketujuh, kenaikan *cost per foot* nya hanya naik tipis bahkan hampir sama, ini dikarenakan lama waktunya juga pun hampir sama dari *running* ketujuh hingga *running* kesembilan serta kedalaman Interval yang ditembus pun berbeda tipis.

Pada grafik dibawah dapat kita perhatikan nilai ROP nya diturunkan secara berturut-turut di *running* yang keenam 102,7 ft/hr, ketujuh 83,3 ft/hr dan kedelapan 82,3 ft/hr, sehingga nilai SE yang didapatkan juga ikut naik secara berturut-turut di *running* yang keenam 13,75 [(lb-in/in)³, ketujuh 16,95 [(lb-in/in)³, dan kedelapan 17,15 [(lb-in/in)³. Tetapi setelah tiga kali

running dan nilai ROP-nya terus diturunkan secara berturut-turut pada bit berdiameter 8-1/2” ini, nilai ROP nya kembali dinaikkan pada running yang terakhir menjadi 104,9 ft/hr, yakni running yang kesembilan, sehingga pada running yang terakhir nilai SE nya kembali turun menjadi 13,46 [(lb-in/in) ³].

IV. KESIMPULAN

1. Nilai specific energy yang paling besar berada pada run bit kedelapan dengan nilai 17,153.88 [(lb-in/in) ³] ini dikarenakan ROP nya yang kecil tetapi WOB dan RPM nya besar, namun diameter bit yang dipakai kecil dan sehingga mempengaruhi nilai specific energy yang didapatkan. Untuk nilai specific energy yang paling kecil berada pada run bit yang kedua dengan nilai 2,517.92 [(lb-in/in) ³] dengan Nilai ROP yang kecil harusnya nilai specific energy nya besar tapi kecil, ini dikarenakan nilai RPM dan WOB nya yang juga kecil sehingga tidak membuat nilai specific energy nya besar. Harga cost per foot yang paling besar berada pada run bit kesembilan dengan besar 331,65 \$/jam, ini dikarenakan interval kedalaman yang ditembus cukup panjang dan juga waktu pemboran juga cukup lama, sangat berbeda tipis dengan harga cost per foot dengan run bit yang kedelapan dengan harga 331,63 \$/jam. Untuk harga cost per foot dengan harga yang paling kecil berada pada run bit yang pertama dengan harga 147,48\$/jam. Ini dikarenakan interval kedalaman yang ditembus cukup pendek jika dibandingkan dengan run bit yang lainnya dan juga waktu pemboran nya juga yang paling singkat jika dibandingkan dengan run bit yang lainnya.
2. Nilai ROP sangat berpengaruh terhadap nilai specific energy yang didapatkan, ini dapat dibuktikan lewat analisis yang dilakukan pada penelitian ini, yang dimana pada setiap melakukan run bit dari yang pertama hingga yang kesembilan menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai ROP yang diberikan pada percobaan run bit yang dilakukan, maka semakin kecil nilai SE yang didapatkan. Begitupun juga dengan sebaliknya, semakin

rendah nilai ROP yang diberikan maka semakin besar nilai SE yang didapatkan

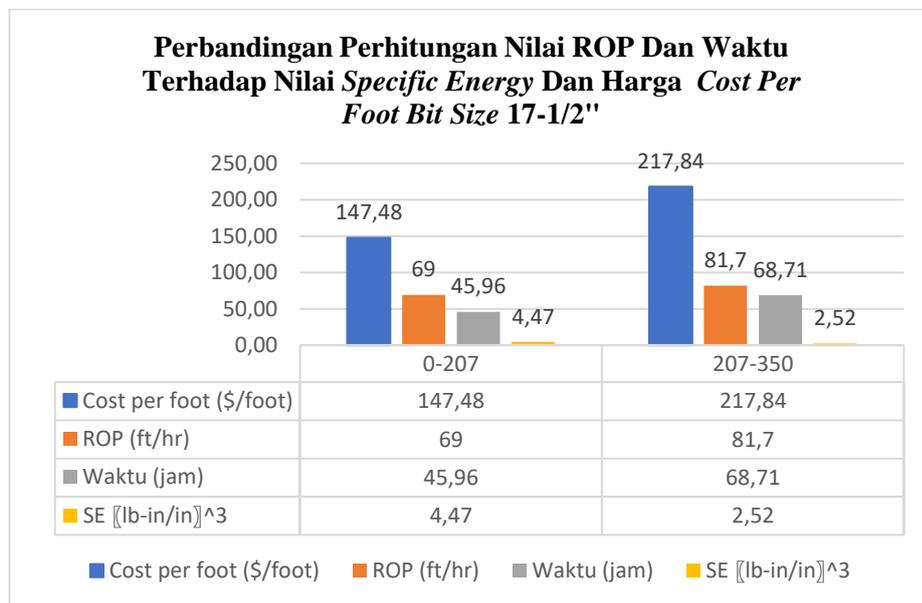
3. Waktu pemboran sangat berpengaruh dengan harga cost per foot yang didapatkan, ini dikarenakan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemboran, maka semakin tinggi harga cost per foot yang didapatkan. Selain itu interval kedalaman juga berpengaruh dalam lama nya waktu pemboran yang dibutuhkan, semakin dalam pemboran yang dilakukan maka waktu yang diperlukan juga biasanya semakin lama juga. Selain itu, semakin dalam pemboran yang dilakukan, biasanya nilai specific energy nya pun juga akan semakin meningkat dan itu akan sejalan dengan nilai ROP nya akan semakin kecil. Ini membuktikan bahwa nilai ROP yang besar tidak selalu bersangkutan dengan dengan biaya yang murah, tetapi juga akan bergantung dengan kedalaman interval yang ditembus selama pemboran.

DAFTAR PUSTAKA

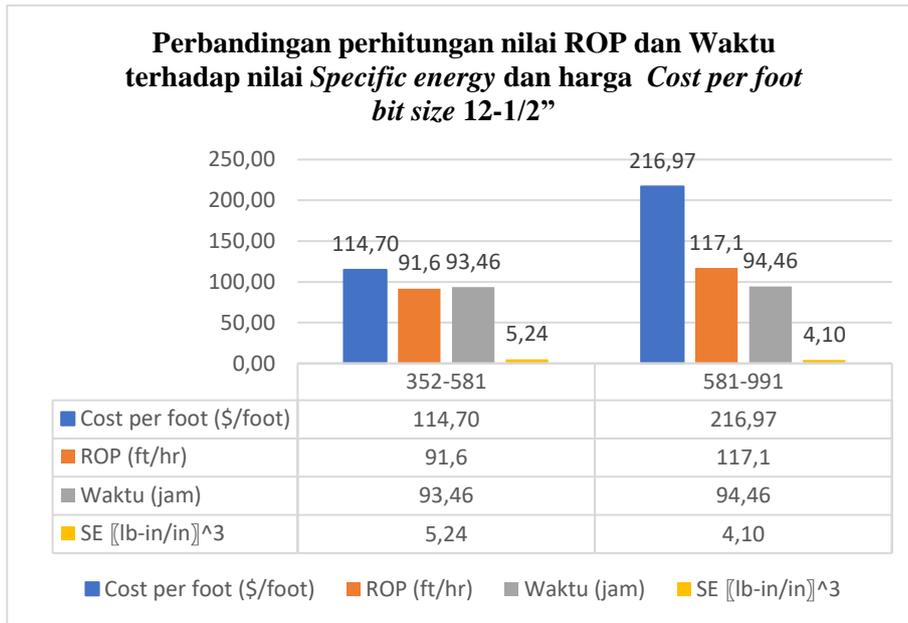
- [1]Amjad, B.Q., Waheed, S., & Jadon, M.S.K., (2015). Drilling Optimization Of Kohat/Potohar Region by Mathematical Model (Using Matlab) and Comparative Method A Case Study. peper presentased at the 2015 SPE/PAPG annual technical conference held in islamabad, Pakistan
- [2]Liza (2016). Analisis Performance Bit Menggunakan Diamond Bit Dan Roller Cone Dengan Metode Specific Energy Pada Lapangan Ld Sumur D12 Dan D19.Riau
- [3]Rabia H., (2001). Well Engineering and Contuction
- [4]Reddy, G. H. P., (2016) Optimasi Pemilihan Bit Pada Pengeboran Sumur Geotermal “LMB-2” Lapangan Geotermal “LMB
- [5]Richa Melysa, (2014). Alat Bor. Pekanbaru: Universitas Islam Riau
- [6]Rubiandini, R., (2009). Teknik Pemboran 2. Bandung: Institut Teknologi Bandung

Tabel 1. Analisis Harga *Cost Per Foot* Dalam Berbagai Ukuran Diameter *Bit* Sumur S11

<i>Run</i>	Kedalaman (ft)	Interval kedalaman (ft)	<i>Bit size</i> (inch)	<i>Tr</i> jam (Waktu rotasi)	<i>Tt</i> jam (Waktu masuk dan cabut Alat)	<i>Tr+Tt</i> jam (hr)	<i>Cb</i> Us\$ (\$/ft)	<i>Cr</i> US \$ (\$/day)	<i>CPF</i> US \$ (\$/hr)
1	0-207	207	17,5	3	42,96	45,96	414	11500	147,48
2	207-350	143	17,5	1,75	66,96	68,71	286	11500	217,84
3	352-581	229	12,5	2,5	90,96	93,46	458	11500	237,14
4	581-991	410	12,5	3,5	90,96	94,46	820	11500	216,97
5	993-1309	316	8,5	2,5	114,96	117,46	632	11500	271,31
6	1309-1617	308	8,5	3	114,96	117,96	616	11500	273,26
7	1617-1867	250	8,5	3	138,96	141,96	500	11500	329,92
8	1867-2114	247	8,5	3	138,96	141,96	496	11500	331,63



Gambar 4. Perbandingan Perhitungan Nilai ROP Dan Waktu Terhadap Nilai *Specific Energy* Dan Harga *Cost Per Foot* Bit Size 17-1/2"



Gambar 5. Perbandingan Perhitungan Nilai ROP Dan Waktu Terhadap Nilai *Specific Energy* Dan Harga *Cros Per Foot* Bit Size 12-1/2”



Gambar 6. Perbandingan Perhitungan Nilai ROP Dan Waktu Terhadap Nilai *Specific Energy* Dan Harga *Cros Per Foot* Bit Size 18-1/2