

PENGARUH WOB-RPM TERHADAP KINERJA PAHAT BOR

P. Subiatmono, Herry Setyawan, Bambang Santosa Budi
Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta

ABSTRAK

Kinerja pahat bor yang optimum merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan laju pemboran yang optimum pula. Untuk meningkatkan laju pemboran (ROP) tidaklah mudah karena dipengaruhi oleh banyak faktor seperti karakteristik formasi yang ditembus pahat, beban pada pahat (WOB), kecepatan putar (RPM) dan hidrolika lumpur pemboran. Faktor mekanis pemboran (WOB dan RPM) sangat mempengaruhi kinerja pada pahat bor yang digunakan.

Analisa mengenai pengaruh WOB-RPM terhadap kinerja pahat bor dilakukan pada sumur HS-1 dan sumur HS-2 di lapangan X dengan asumsi bahwa hidrolika lumpur pemboran pada sumur tersebut telah optimum. Analisa dilakukan dengan mengamati perilaku WOB-RPM pahat yang telah digunakan pada sumur HS-1 dan HS-2 berdasarkan data pemakaian pahat bor di kedua sumur tersebut. Diharapkan dari analisa tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk pengeboran sumur baru di lapangan X dalam memperbaiki kinerja pahat bor yang telah digunakan pada operasi pemboran sumur sebelumnya.

Dari hasil pengamatan perilaku WOB-RPM di lapangan dapat diketahui bahwa untuk meningkatkan ROP sebaiknya harga WOB dimulai pada harga 4409,24 lb (2000 kg) dan RPM dimulai pada harga 100 rpm.

Kata kunci : WOB, RPM, Bit Record, ROP.

PENDAHULUAN

Laju pemboran yang optimum merupakan salah satu tujuan yang ingin dicapai dalam setiap operasi pemboran. Dengan laju pemboran yang optimum diharapkan hasil pemboran yang dicapai maksimum, aman dan biaya operasi yang dikeluarkan rendah. Evaluasi perilaku beban pada pahat (WOB) dan kecepatan putar (RPM) pahat bor merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan laju pemboran yang optimum.

Faktor – faktor yang mempengaruhi perhitungan optimasi beban pada pahat (WOB)

dan kecepatan putar (RPM) antara lain : laju pemboran (ROP), laju ketumpulan gigi pahat, laju keausan bantalan peluncur pahat serta karakteristik formasi yang ditembus.

1. Laju Pemboran

Laju pemboran yang diperoleh dapat dinyatakan secara matematis dengan persamaan sebagai berikut :

$$ROP = \frac{\delta F}{\delta T} = \frac{C_f \cdot W^k \cdot N^r}{a^p} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- ROP = Laju pemboran, ft/jam
- C_f = Konstanta drilabilitas formasi
- W = Ekuivalen beban pada pahat, 1000 lb
- k = Eksponen hubungan pengaruh WOB pada ROP
- N = Kecepatan putar, rpm
- r = Eksponen hubungan pengaruh RPM pada ROP
- a = Faktor ketumpulan gigi pahat
- p = Efek keausan gigi pahat terhadap ROP

Dari persamaan (1) terlihat bahwa laju pemboran dipengaruhi oleh kemampuan pahat dan keausan gigi.

2. Laju Ketumpulan Gigi Pahat

Laju ketumpulan gigi pahat ($\delta D/\delta T$) secara matematis dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\delta D}{\delta T} = \left[\frac{1}{A_f} \right] \frac{i}{a.m} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- δD = Kondisi keausan gigi

- A_f = Konstanta keabrasifan formasi
- a = Faktor ketumpulan gigi pahat
- m = Fungsi yang menghubungkan pengaruh WOB terhadap laju keausan gigi pahat

Dari persamaan (1) dan (2), kemampuan pahat dipengaruhi oleh karakteristik formasi yang ditembus yaitu drilabilitas (kemudahan batuan untuk dihancurkan) dan keabrasifan (sifat menggores dan mengikis dari batuan yang dapat menyebabkan keausan pada gigi pahat dan diameter pahat) formasi.

3. Laju Keausan Bantalan Peluncur Pahat

Laju keausan bantalan peluncur pahat ($\delta B_x/\delta T$) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\delta B_x}{\delta T} = \frac{N}{S.L} = \frac{N}{B_f.L} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- δB = Kondisi keausan bantalan
- S = Parameter lumpur pemboran
- L = Fungsi yang menghubungkan pengaruh WOB terhadap laju keausan bantalan peluncur pahat
- B_f = Faktor keausan bantalan peluncur pahat

Harga B_f dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$B_f = \frac{T_r.N}{B_x.L} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- T_r = Waktu rotasi, jam
- B_x = Kondisi bantalan peluncur, %

Dalam usaha untuk meningkatkan penyerapan hidrokarbon, kegiatan pemboran untuk membuat sumur baru di lapangan X akan segera dilakukan. Evaluasi perilaku WOB-RPM pahat bor pada sumur – sumur sebelumnya merupakan salah satu bagian dalam usaha untuk mendukung perencanaan sumur baru di lapangan X agar perencanaan profil sumur yang dihasilkan dapat optimal.

Sumur Y merupakan sumur baru yang akan dibuat di lapangan X. Letak sumur Y direkomendasikan oleh ahli geologi berada diantara sumur HS-1 dan sumur HS-2. Jenis pemboran sumur Y adalah jenis pemboran *onshore* dengan tipe sumur pengembangan (*development*). Tipe penyelesaian sumurnya (*well completion*) adalah *cased hole* dengan jenis *conductor casing driven*. Ukuran tubing produksi yang akan digunakan nantinya sebesar 2,875 inchi. Sumur Y direncanakan akan dibuat sebagai sumur vertikal yang mempunyai total kedalaman (MD) sebesar 6898,08 ft (2102,54 m). Penentuan WOB-RPM pahat bor yang akan digunakan pada sumur Y dilakukan dengan menganalisa pemakaian pahat yang telah digunakan pada sumur HS-1 dan sumur HS-2.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam mengevaluasi kinerja pahat bor diperlukan data mengenai kondisi terakhir pahat bor yang telah digunakan serta data pemakaiannya. Akan tetapi, keterbatasan data seringkali menghambat kita dalam melakukan evaluasi mengenai kinerja pada suatu pahat.

Penelitian ini dilakukan apabila kita hanya mempunyai data pemakaian pahat (bit

records) sumur analisa tanpa mengetahui kondisi terakhir pahat bor yang telah digunakan.

Analisa perilaku WOB-RPM dilakukan dengan mengamati perilaku WOB-RPM sumur – sumur analisa yaitu sumur HS-1 dan HS-2 di lapangan X dengan membuat plot grafik perilaku laju pemboran (ROP) versus beban pada pahat (WOB) dan laju pemboran (ROP) versus kecepatan putar (RPM).

Data yang digunakan adalah data pemakaian pahat (bit records) sumur HS-1 dan sumur HS-2 (Tabel 1 dan Tabel 2).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Plot grafik perilaku WOB-RPM sumur HS-1 dan sumur HS-2 di lapangan X, dapat dilihat pada Grafik 1 dan Grafik 2.

- Analisa WOB Sumur HS-1

Pada kedalaman 1824,14 ft (556 m), terjadi penambahan WOB yang cukup besar dari 11023,1 lb (5000 kg) menjadi 22046,2 lb (10000 kg) dengan harapan penambahan WOB yang besar akan memperbesar juga ROP-nya. Karena pada kedalaman 1689,63 ft (515 m), penambahan 2204,62 lb (1000 kg) WOB dari 8818,48 lb (4000 kg) menjadi 11023,1 lb (5000 kg) mengakibatkan ROP-nya berkurang. Berdasarkan pengalaman tersebut, WOB pada kedalaman selanjutnya yaitu pada kedalaman 3398,94 ft (1036 m), WOB ditambah kembali dari 22046,2 lb (10000 kg) menjadi 33069,3 lb (15000 kg) dengan harapan ROP yang dihasilkan nanti akan bertambah besar. Akan tetapi, penambahan ini justru mengurangi ROP-nya dari 47,38 ft/jam (14,44 m/jam) menjadi 32,68 ft/jam (9,96 m/jam). Pada kedalaman selanjutnya yaitu 4265,08 ft (1300 m), WOB diturunkan dari

33069,3 lb (15000 kg) menjadi 22046,2 lb (10000 kg) sebagai usaha agar ROP kembali optimal, tetapi pengurangan ini justru membuat ROP semakin turun menjadi 15,75 ft/jam (4,8 m/jam). Selanjutnya pada kedalaman 4560,35 ft (1390 m), WOB kembali diturunkan menjadi 4409,24 lb (2000 kg), ternyata penurunan ini membuat ROP naik kembali cukup besar menjadi 36,32 ft/jam (11,07 m/jam). Penambahan kembali WOB pada kedalaman 4832,66 ft (1473 m) dari 4409,24 lb (2000 kg) menjadi 11023,1 lb (5000 kg) justru membuat ROP turun kembali secara drastis menjadi 5,38 ft (1,64 m). Perubahan WOB terhadap ROP yang tidak menentu ini hingga akhir kedalaman, memberikan pertanyaan berapa WOB yang tepat untuk setiap kedalaman agar dihasilkan ROP yang tinggi.

- Analisa RPM Sumur HS-1

Pada sumur HS-1, RPM dimulai pada harga 90 rpm pada awal kedalaman dan memberikan harga ROP sebesar 58,46 ft (17,82 m/jam). Kemudian pada kedalaman 1689,63 ft (515 m), RPM diturunkan menjadi 60 rpm dan WOB diperbesar menjadi 11023,1 lb (5000 kg) dengan harapan ROP meningkat. Akan tetapi, ROP yang dihasilkan justru turun menjadi 31,66 ft/jam (9,65 m/jam). Pada kedalaman selanjutnya yaitu 1824,14 ft (556 m), RPM dinaikkan menjadi 100 rpm dan hasilnya ROP naik secara drastis menjadi 47,38 ft/jam (14,44 m/jam) walaupun WOB justru ditambah menjadi 22046,2 lb (10000 kg). Hingga akhir kedalaman, ROP yang dihasilkan tidak menentu harganya seiring dengan naik turunnya RPM.

- Analisa WOB Sumur HS-2

Analisa perilaku WOB pada sumur HS-0 hampir sama dengan perilaku WOB pada sumur HS-2. Pada kedalaman (MD) 4068,23 ft (1240 m), penambahan WOB yang terlalu tinggi dari 24999,97 lb (11339,81 kg) menjadi 39999,96 lb (18143,696 kg) membuat ROP yang dihasilkan justru turun dari 71,85 ft/jam (21,9 m/jam) menjadi 22,64 ft/jam (6,9 m/jam). Pada grafik WOB *versus* ROP yang dihasilkan, penurunan WOB menjadi 4999,99 lb (2267,962 kg) pada kedalaman 6479,64 ft (1975 m) membuat ROP naik kembali 17,06 ft/jam (5,2 m/jam) menjadi 37,07 ft/jam (11,3 m/jam).

- Analisa RPM Sumur HS-2

Pada kedalaman 4895 ft (1492 meter), penurunan RPM dari 120 rpm menjadi 90 rpm membuat ROP naik secara perlahan dari 22,64 ft/jam (6,9 m/jam) menjadi 22,97 ft/jam (7 m/jam). Akan tetapi, pada kedalaman 5150,90 ft (1570 m), kenaikan RPM yang drastis dari 90 rpm menjadi 400 rpm membuat ROP turun menjadi 20,67 ft/jam (6,3 m/jam). Hingga pada kedalaman 6000,64 ft (1829 m), RPM yang masih terlalu besar membuat ROP yang dihasilkan kecil. Pada kedalaman selanjutnya yaitu 6046,57 ft (1843 m), ROP kembali naik secara perlahan akibat mulai diturunkannya RPM.

Dari hasil analisa pengamatan di lapangan, yaitu grafik perilaku WOB dan RPM *versus* ROP tiap kedalaman di sumur HS-1 dan HS-2, dapat diketahui bahwa untuk meningkatkan ROP, penambahan WOB tiap kedalaman diharapkan tidak terlalu *drastis* tetapi

sedikit demi sedikit (tiap 2204,62 lb atau 1000 kg), kemudian amati perubahan ROP yang terjadi, jika ROP mulai turun, kita turunkan WOB sedikit demi sedikit sampai ROP naik kembali. Sebaiknya harga WOB kita mulai pada harga 4409,24 lb (2000 kg). Untuk harga RPM, mulai pemboran pertama, sedikit demi sedikit RPM mulai kita turunkan (sekitar 10 rpm). Jika ROP mulai turun, RPM kita naikan kembali sedikit demi sedikit sampai ROP naik kembali. Penambahan atau pengurangan RPM yang terlalu besar dapat mengakibatkan ROP turun. Sebaiknya RPM dimulai pada harga 100 rpm untuk mendapatkan ROP yang besar seperti yang terjadi pada sumur HS-2. Penentuan berapa besarnya WOB dan RPM untuk mendapatkan ROP optimum juga banyak dipengaruhi oleh kemampuan pahat dan keausan gigi pahat. Selain itu, laju ketumpulan gigi pahat dan laju keausan bantalan peluncur pahat juga mempengaruhi perhitungan optimasi WOB dan RPM. Kualitas pahat itu sendiri juga mempengaruhi WOB dan RPM pahat dalam operasinya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Dari hasil pengamatan di lapangan, untuk meningkatkan ROP sebaiknya harga WOB dimulai pada harga 4409,24 lb (2000 kg) dan RPM dimulai pada harga 100 rpm.
2. Penentuan berapa besarnya WOB dan RPM untuk mendapatkan ROP yang optimum selain mengamati perilaku WOB-RPM di lapangan juga dipengaruhi oleh kemampuan pahat, laju ketumpulan gigi pahat, laju

keausan bantalan peluncur, kualitas pahat itu sendiri serta karakteristik formasi yang ditembus.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adam, Neal J., *Drilling Engineering, A Complete Well Planning Approach*, Penn Well Publishing Co., Tulsa, 1985.
2. Adam, T., Bourgoyne Jr., *Applied Drilling Engineering*, Society of Drilling Engineers, Richardson, Texas, 1986.
3. Moore, P.L., *Drilling Practice Manual*, The Petroleum Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1974.
4. Rudi Rubiandini, R.S., *Diktat Kuliah Teknik Dan Alat Pemboran*, HMTM PATRA, Institut Teknologi Bandung, 1993.
5. Suyanto, *Drilling Manual Volume 3*, Oil and Gas Technology Training Center, Reading and Bates Drilling Co.
6. _____, *Study G & G Final Report Petroselat Project*, Grant Jurusan Teknik Perminyakan, FTM-UPN "Veteran", Yogyakarta, 2006.

Tabel 1. Data Pemakaian Pahat (Bit Record) Sumur HS-1

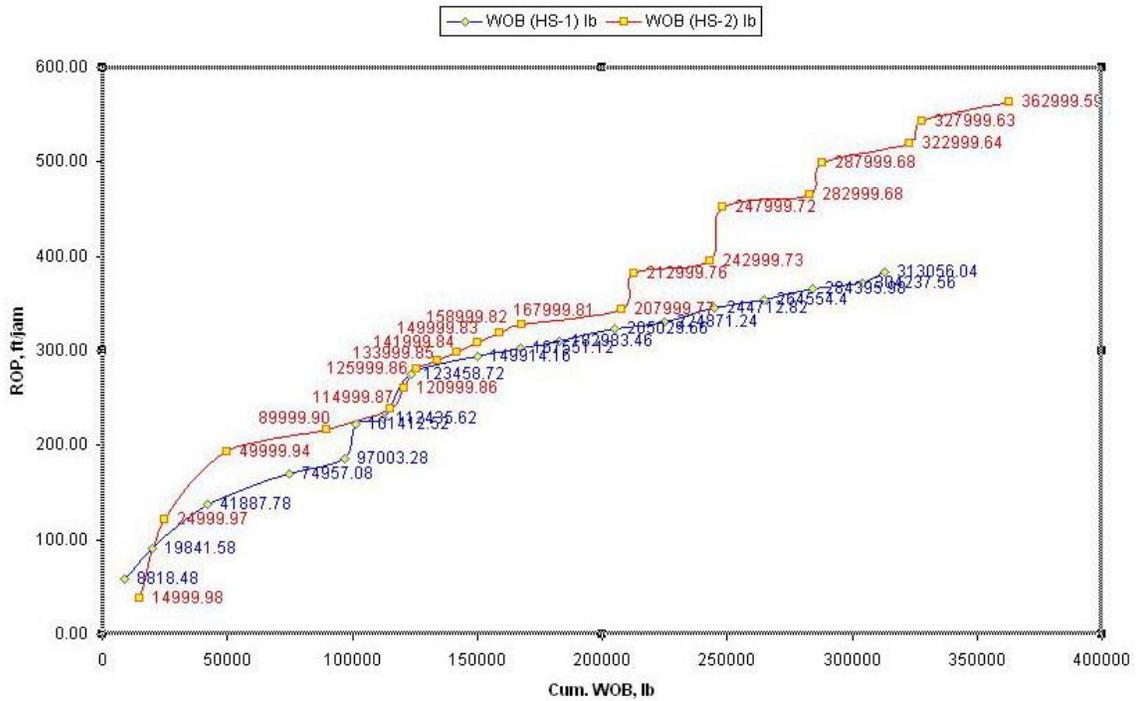
Harga Sewa Rig : \$ 92,81 / jam

Well	Bit						Depth In	Depth Out	Footage	Drilling Time	Trip Time	WOB	RPM
	Size (in.)	Manufacturer	Type	IADC Code	ROP (ft/jam)	Cost, \$	ft	ft	ft	jam	jam	lb	rpm
HS-1	12.25	Smith Tool	SDS	114	58.48	2224	22.97	1689.63	1666.66	28.5	4.306	8818.5	90
	8.5	Smith Tool	SDS	114	31.65	2224	1689.63	1824.14	134.52	4.25	1.412	11023	60
	8.5	Smith Tool	SDS	114	47.36	2224	1824.14	3398.94	1574.8	33.25	2.199	22046	100
	8.5	Hughes Christensen	X3A	114	32.69	2224	3398.94	4265.08	866.14	26.5	2.633	33069	90
	6	Hughes Christensen	J4	216	15.75	2224	4265.08	4560.35	295.28	18.75	2.78	22046	80
	6		RD3	537	36.31	8000	4560.35	4832.66	272.31	7.5	2.916	4409.2	110
	6		CB303	537	5.38	5196	4832.66	4885.16	52.49	9.75	2.943	11023	80
	6		RD3	537	48.07	8000	4885.16	6026.89	1141.73	23.75	3.516	11023	120
	6	Smith Tool	F3	537X	18.06	8000	6026.89	6627.28	600.39	33.25	3.876	26455	90
	6		CB303	537	8.75	5196	6627.28	6646.96	19.69	2.25	3.888	17637	100
	6	Hughes Christensen	J4	216	7.87	2224	6646.96	6666.65	19.69	2.5	3.9	15432	80
	6		J33	537	13.12	8000	6666.65	6797.88	131.23	10	3.979	22046	50
	6	Halliburton Security DBS	CB17	M613	7.66	5196	6797.88	6820.85	22.97	3	3.993	19842	90
	6		J33	537	14.63	8000	6820.85	7267.04	446.19	30.5	4.26	19842	50
	6		J33	537	8.34	8000	7267.04	7513.10	246.06	29.5	4.408	19842	50
	6		J33	537	12.13	8000	7513.10	7873.99	360.89	29.75	4.624	19842	50
	6		J33	537	5.34	8000	7873.99	8038.03	164.04	30.75	4.721	19842	50
	6		LX291		12.39	2444	8038.03	8149.58	111.55	9	4.782	8818.5	140

Tabel 2. Data Pemakaian Pahat (Bit Record) Sumur HS-2

Well	Bit						Depth In	Depth Out	Footage	Drilling Time	Trip Time	WOB	RPM
	Size (in.)	Manufacturer	Type	IADC Code	ROP (ft/jam)	Cost, \$	ft	ft	ft	jam	jam	lb	rpm
HS-2	26	Hughes Christensen	HTC R1	111	38.14	2224	39.37	344.49	305.12	8	3.465	15000	160
	17.5	Hughes Christensen	HTC X3A	114	83.59	2224	344.49	1656.82	1312.33	15.7	4.286	10000	100
	12.25		HTC XGG	114	71.77	2224	1656.82	4068.23	2411.41	33.6	5.793	25000	120
	12.25	Varel	VAREL L137	117	22.65	2444	4068.23	4895	826.77	36.5	6.309	40000	120
	8.5	Hughes Christensen	HTC J-3	136	22.85	2444	4895	5150.90	255.91	11.2	3.075	25000	90
	8.5		HTCM41		20.82	2444	5150.9	5259.17	108.27	5.2	3.13	6000	400
	8.5		HTC ATJ737		21.56	2444	5259.17	5334.63	75.46	3.5	3.167	5000	440
	8.5		HTC ATJ-77		8.49	2444	5334.63	5456.02	121.39	14.3	3.228	8000	450
	8.5	Smith Tool	SMITH MF2DL	517	9.13	2444	5456.02	5738.17	282.15	30.9	3.369	8000	465
	8.5	ReedHycalog	REED EHP53A	537	9.94	8000	5738.17	5879.25	141.08	14.2	3.44	8000	465
	8.5	ReedHycalog	REED EHP53A	537	10.38	8000	5879.25	6000.64	121.39	11.7	3.5	9000	470
	8.5	Smith Tool	SMITH F4	617X	7.92	5196	6000.64	6046.57	45.93	5.8	3.528	9000	470
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	16.98	5673	6046.57	6479.64	433.07	25.5	3.788	40000	70
	8.5		PDC RC412		36.91	13500	6479.64	6509.17	29.53	0.8	3.806	5000	65
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	13.81	5673	6509.17	6535.41	26.25	1.9	3.821	30000	70
	8.5		PDC RC412		57.42	8000	6535.41	6558.38	22.97	0.4	3.835	5000	50
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	13.12	5673	6558.38	6591.19	32.81	2.5	3.855	35000	75
	8.5		PDC RC412		32.81	8000	6591.19	6620.72	29.53	0.9	3.872	5000	55
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	20.51	5673	6620.72	6686.33	65.62	3.2	3.912	35000	65
	8.5		PDC RC412		23.62	8000	6686.33	6745.39	59.06	2.5	3.947	5000	50
	8.5	Smith Tool	SMITH F4	617X	21.02	5196	6745.39	7230.95	485.56	23.1	4.239	35000	65

Grafik 1. Perilaku WOB vs ROP di Sumur HS-1 dan Sumur HS-2



Grafik 2. Perilaku RPM vs ROP di Sumur HS-1 dan Sumur HS-2

