

# Studi Pemilihan Pahat Bor Rolling Cutter Pada Sumur Y Lapangan X

P. Subiatmono<sup>\*)</sup>, Bambang Santosa Budi<sup>\*)</sup> dan Herry Setyawan<sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Staf Pengajar Jurusan T. Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta

<sup>\*\*)</sup> Alumnus Jurusan T. Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta

## Abstract

## Abstrak

Pemilihan jenis pahat bor merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan laju pemboran yang optimum. Untuk menentukan jenis pahat bor yang tepat tidaklah mudah karena dipengaruhi oleh banyak faktor seperti karakteristik batuan, faktor mekanis (WOB dan RPM) dan hidrolika lumpur pemboran.

Pendekatan penyelesaian masalah dalam memilih pahat bor rolling cutter yang tepat untuk sumur Y agar mendapatkan laju pemboran optimum didasarkan dengan menggunakan dua metode analisa yaitu metode *cost per foot* dan metode *energy specific* dengan anggapan bahwa faktor hidrolis telah optimum. Dari kedua metode tersebut diharapkan sumur Y memperoleh pilihan pahat bor rolling cutter yang optimal yaitu tidak memerlukan spesifik energi yang tinggi dan mempunyai *cost per foot* minimum.

Perencanaan pemilihan pahat untuk sumur Y berdasarkan hasil analisa korelasi kolom stratigrafi antara sumur HS-1 dan HS-2 merekomendasikan jenis pahat rolling cutter yang dapat digunakan untuk sumur Y adalah pahat dengan kode IADC seri 1-1, 1-2, 1-3 dan 1-4 mulai kedalaman awal sampai kedalaman 4265,07 ft dan pahat dengan kode IADC seri 5-1, 5-2, 5-3, 5-4 dan 6-1 pada kedalaman selanjutnya sampai akhir kedalaman sumur Y yaitu 6898,08 ft serta merekomendasikan jumlah pemakaian pahat yang digunakan sebanyak 11 (sebelas) pahat berdasarkan tipe pahalanya sampai total kedalaman sumur Y berdasarkan metode *cost per foot* dan *energy specific*.

Kata – kata kunci : pahat rolling cutter, *cost per foot*, *energy specific*

## 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. Pemilihan jenis pahat bor merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan laju pemboran yang optimum. Akan tetapi, untuk menentukan jenis pahat bor yang tepat tidaklah mudah karena dipengaruhi oleh banyak faktor seperti karakteristik batuan, faktor mekanis (WOB dan RPM) dan hidrolika lumpur pemboran.

Pemilihan pahat yang tidak tepat akan menimbulkan kerugian. Laju keausan gigi pahat dan bearing pahat yang cepat akan menyebabkan umur pahat pendek. Selain itu, pemilihan jenis pahat yang tidak sesuai dengan formasi yang ditembus akan menyebabkan laju penetrasi lambat. Semakin pendek umur pahat menyebabkan semakin sering dilakukannya penggantian pahat. Semakin banyak jumlah pahat yang digunakan menyebabkan semakin besar waktu yang diperlukan sehingga juga akan semakin menambah biaya operasi pemboran.

Dalam usaha untuk meningkatkan penyerapan hidrokarbon, kegiatan pemboran untuk membuat sumur baru di lapangan X akan segera dilakukan. Pemilihan jenis pahat bor yang tepat merupakan salah satu bagian dalam usaha untuk mendukung perencanaan sumur baru di lapangan X agar perencanaan profil sumur yang dihasilkan dapat optimal. Maksud dilakukannya studi ini adalah untuk menentukan jenis pahat rolling cutter yang sesuai sebagai salah satu bagian dalam

perencanaan profil sumur baru di lapangan X. Studi ini bertujuan agar profil sumur yang dihasilkan nanti dapat seoptimal mungkin dengan memperbaiki efisiensi pemakaian pahat rolling cutter pada operasi pemboran sumur sebelumnya.

## TEORI DASAR

### Metode Cost Per Foot

Didalam menentukan pilihan terhadap pahat atau jenis dari pahat yang akan dipakai pada suatu operasi pemboran, maka cara yang paling mudah adalah dengan mempelajari kemudian membandingkan hasil dari beberapa pahat yang digunakan pada operasi sebelumnya. Dengan cara demikian akan didapat suatu tipe jenis pahat yang akan memberikan hasil terbaik serta biaya pemboran yang rendah.

Dalam kriteria pemilihan pahat berdasarkan metode *cost per foot* ini, pahat yang dipilih adalah pahat yang menghasilkan nilai *cost per foot* yang terendah pada formasi atau bagian lubang yang telah ditentukan. Maka dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$C = \frac{B + (Tr + Tt)R}{F} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- C = *cost per foot*, \$/ft
- B = harga pahat, dollar
- R = biaya sewa rig, \$/jam
- Tr = waktu rotasi, jam
- Tt = waktu trip, jam
- F = *footage per bit run* (kedalaman

yang ditembus oleh satu kali *run bit*), ft

Pemakaian persamaan di atas pada suatu lapangan akan menghasilkan analisa biaya yang bervariasi karena perubahan variabel untuk peralatan yang akan digunakan, waktu pemboran maupun kedalaman yang dihasilkan dengan asumsi bahwa tidak ada hole problem yang terjadi.

Harga pahat bor tergantung dari pabrik pembuatnya yang didasarkan pada material/bahan pahat bor dan ukuran yang berbeda – beda. Waktu pemboran yang dihasilkan pahat bor tergantung dari umur pahat bor karena keausan gigi maupun kerusakan bearing yang terjadi akibat pembebanan dan perputaran pahat bor serta kekerasan formasi yang ditembus.

Waktu trip selalu berubah untuk setiap jenis pemboran tergantung dari berbagai macam keperluan, antara lain untuk penyambungan pipa bor, pencabutan pahat bor untuk penyemenan, coring dan penanggulangan problem pemboran. Perhitungan waktu trip terutama dilakukan saat pencabutan pahat bor yang sudah rusak (tidak ekonomis), sehingga kecepatan pencabutan sangat mempengaruhi *round trip*. **Tabel 1** menunjukkan harga waktu *trip* rata – rata berdasarkan kedalaman dan ukuran pahat (*bit*) yang digunakan.

**Tabel 1. Waktu Trip Rata – rata**

Depth, ft	Hole (Bit) Size, in.		
	Small (< 8,75)	Medium (8,75 – 9,875)	Large (>9,875)
2000	1,50	3,00	4,50
4000	2,50	4,20	5,75
6000	3,50	5,40	7,00
8000	4,70	6,25	8,00
10000	5,80	7,25	9,00
12000	7,00	8,25	10,25
14000	8,25	9,25	11,50
16000	9,75	10,25	12,50
18000	11,00	11,25	13,75
20000	11,80	12,25	15,00

**Metode Energy Specific**

*Energy specific* atau spesifik energi (ES) didefinisikan sebagai besarnya energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satu unit volume batuan.

Prinsip dasar dari metode ini adalah energi yang diperlukan pahat bor untuk menembus batuan yang merupakan perbandingan antara tenaga mekanik pahat bor dengan volume batuan yang dihasilkan dengan asumsi bahwa struktur lithologi dianggap sama.

Perubahan nilai spesifik energi diharapkan dapat membantu perkiraan efektifitas dan efisiensi pahat bor dalam menembus setiap formasi yang dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$SE = \frac{E}{V} = \frac{W\pi DN}{\frac{\pi D^2}{4} R}, \frac{lbxin x \frac{1}{min}}{in^2 x \frac{jam}{60 min} x 12 \frac{in}{ft}} \dots\dots(2)$$

$$SE = 20 \frac{WxN}{DxR}, \frac{in-lb}{in^3} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- W = weight on bit, lb
- N = kecepatan putar, rpm
- D = diameter bit, inch
- R = laju penembusan, ft/jam

Penentuan besar kecilnya harga Spesifik Energi (SE) tidak didasarkan pada sifat batuan saja, tetapi sangat tergantung dari jenis dan desain pahat. Untuk formasi yang diketahui kekuatannya, maka pahat yang digunakan pada formasi lunak akan menghasilkan nilai SE yang berbeda dari yang dihasilkan oleh pahat pada formasi keras, pahat yang mempunyai harga SE terendah adalah pahat yang ekonomis.

**Kode IADC Pahat Rolling Cutter**

IADC (*International Association of Drilling Contractor*) telah membuat daftar klasifikasi pahat rolling cutter dengan kode angka. Kode IADC tersebut terdiri dari tiga angka dan masing – masing angka menunjukkan arti yang berbeda – beda.

Angka atau kode yang pertama menunjukkan ciri – ciri formasi yang dapat dibor oleh pahat dan karakteristik unsur pemotongan. Angka ini terdiri dari 1 sampai 8, dimana masing – masing menunjukkan arti sebagai berikut :

- Angka 1 = untuk formasi yang lunak dengan *compressive strength* kecil dan *drillability* tinggi.
- Angka 2 = untuk formasi sedang (medium) sampai agak keras dengan *compressive strength* tinggi.
- Angka 3 = untuk formasi keras *semi abrasive* dan *abrasive*.
- Angka 4 = untuk formasi yang lunak dengan *compressive strength* rendah dan *drillability* tinggi.
- Angka 5 = untuk formasi yang lunak sampai sedang dengan *compressive rendah*.
- Angka 6 = untuk formasi agak keras dengan *compressive strength* tinggi.
- Angka 7 = untuk formasi yang keras *semi abressive* sampai *abrasive*.
- Angka 8 = untuk formasi yang sangat keras dan sangat *abrasive*.

Dalam kode atau angka yang pertama ini, angka 1 sampai 3 diperuntukkan bagi *Milled Tooth Bit*, sedangkan angka 4 sampai 8 diperuntukkan bagi *Insert Bit*.

Angka atau kode yang kedua menunjukkan tingkat kekerasan dari tiap – tiap formasi yang ditunjukkan oleh kode yang pertama tadi, yaitu : lunak, sedang, keras dan sangat keras yang masing – masing diwakili oleh angka 1, 2, 3 dan 4.

Angka atau kode yang ketiga menunjukkan ciri – ciri khusus bantalan dan rancangan lainnya. Angka ketiga ini terdiri dari 1 sampai 9, yaitu :

- Angka 1 = standard roller bearing
- Angka 2 = roller bearing air
- Angka 3 = roller bearing and gauge protection
- Angka 4 = sealed roller bearing
- Angka 5 = sealed roller bearing and gauge protection
- Angka 6 = sealed friction bearing
- Angka 7 = sealed friction bearing and gauge protection
- Angka 8 = directional
- Angka 9 = other

Karakteristik desain gigi pahat dan korelasi formasi terhadap kode IADC-nya ditunjukkan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**. Sedangkan batas ukuran dari kelas batuan secara umum ditunjukkan pada **Tabel 4**.

**Tabel 2. Karakteristik Desain Gigi Pahat Untuk Pahat Rolling Cutter**

Bit Type	Class	Formation Type	Tooth Description
Steel-cutter milled-tooth	1-1, 1-2	Very soft	Hard-faced tip
	1-3, 1-4	Soft	Hard-faced side
	2-1, 2-2	Medium	Hard-faced side
	2-3	Medium-hard	Case hardened
	3	Hard	Case hardened
	4	Very hard	Case hardened, circumferential
Tungsten-carbide insert	5-2	Soft	64° long blunt chisel
	5-3	Medium-soft	65 to 80° long sharp chisel
	6-1	Medium shales	65 to 80° medium chisel
	6-2	Medium limes	60 to 70° medium projectile
	7-1	Medium-hard	80 to 90° short chisel
	7-2	Medium	60 to 70° short chisel

8	Hard chert	90° conical, or hemispherical
9	Very hard	120° conical, or hemispherical

**Tabel 3. Korelasi Formasi Terhadap Kode IADC**

Deskripsi Formasi	Seri Milled Tooth	Seri Insert
Serpih sangat lunak	1-1, 1-2	5-1
Serpih/pasir lunak	1-3	5-2, 5-3
Serpih/gamping lunak medium	1-4	5-4, 6-1
Gamping/pasir medium	2-1, 2-2	6-1, 6-2
Gamping/pasir medium keras	2-3	6-2, 6-3
Gamping/dolomit keras	3-1, 3-2	6-4, 7-2
Pasir/dolomit keras	3-3, 3-4	7-2, 7-3
Rijang sangat keras		7-4, 8-1
Granit sangat keras		8-3

**Tabel 4. Batas Ukuran Dari Kelas Batuan Secara Umum**

Sedimentary (epiclastic)				
Size	Rounded, Subrounded, Subangular			
	Fragment		Aggregate	
256 mm	Boulder	"Roundstone"	Boulder gravel Boulder conglomerate	
	Cobble		Cobble gravel Cobble conglomerate	
64 mm	Pebble		Pebble gravel Pebble conglomerate	
4 mm	Granule		Granule gravel	
2 mm	Sand		Sand Sandstone	
1/16 mm	Silt		Silt Siltstone	
1/256 mm	Clay		Clay Shale	

## METODE

Sumur Y sebagai sumur pengembangan di lapangan X akan segera dibuat. Dari data geologi yang ada, sumur Y sebagai sumur baru yang akan dibuat, direkomendasikan oleh ahli geologi berada diantara sumur HS-1 dan sumur HS-2. Jenis pemboran sumur Y adalah jenis pemboran vertikal di darat (*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 inci. Total kedalaman (MD) yang direncanakan akan ditembus sebesar 6898,08 ft (2102,54 m).

Pemakaian pahat bor sebagian besar sumur – sumur di lapangan X menggunakan jenis pahat bor rolling cutter, sehingga rekomendasi pahat bor untuk membuat sumur

Y akan menggunakan jenis pahat bor rolling cutter dalam operasinya. Untuk mendapatkan jenis pahat rolling cutter yang tepat untuk sumur Y, maka langkah yang dilakukan adalah memperbaiki efisiensi pemakaian pahat rolling cutter pada operasi pemboran sumur sebelumnya.

Pahat bor yang akan dievaluasi berasal dari pemakaian pahat bor (*bit records*) sumur HS-1 dan sumur HS-2. Kedua sumur tersebut dipilih dengan pertimbangan bahwa sumur Y nantinya direncanakan akan dibuat diantara kedua sumur tersebut dan kedua sumur tersebut mempunyai susunan stratigrafi yang hampir sama. Analisa korelasi kolom stratigrafi antara sumur HS-1 dan HS-2 dilakukan sebagai bahan pertimbangan dalam memilih pahat untuk sumur Y secara lebih akurat.

Selain melakukan analisa korelasi kolom stratigrafi antara sumur HS-1 dan HS-2, evaluasi pemakaian pahat bor yang digunakan juga dilakukan dengan metode *cost per foot* dan metode *energy specific*. Kedua metode tersebut digunakan dengan asumsi bahwa tidak ada hole problem yang terjadi pada sumur Y dan struktur lithologi pada sumur Y dianggap sama dengan sumur analisa. Selain itu, kedua metode tersebut dianggap mewakili faktor – faktor yang mempengaruhi penentuan pemakaian pahat bor suatu sumur. Faktor – faktor tersebut yaitu keefektifan pahat bor dari sisi biaya yang dibutuhkan untuk setiap kedalaman pemboran serta dari sisi pemakaian tenaga mekanik pahat terhadap volume batuan yang di bor. Semua analisa yang dilakukan mempunyai anggapan bahwa faktor hidrolis telah optimum.

Hasil kedua metode tersebut nantinya digabungkan sebagai pertimbangan untuk memilih pahat rolling cutter yang tepat untuk sumur Y agar memperoleh pilihan pahat yang optimal yaitu tidak memerlukan spesifik energi yang tinggi dan mempunyai *cost per foot* minimum.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa korelasi kolom stratigrafi antara sumur HS-1 dan HS-2 berdasarkan hasil side wall coring ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Dari korelasi tersebut dapat dibuat rekomendasi jenis pahat rolling cutter yang tepat untuk sumur Y. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan sebaiknya pada sumur Y mulai kedalaman awal sampai kedalaman 4265,07 ft digunakan pahat rolling cutter yang mempunyai kode IADC seri 1-1, 1-2, 1-3 dan 1-4, karena pada kedalaman tersebut didominasi oleh pasir (sandstone) lunak dan merupakan kedalaman awal. Selanjutnya pada kedalaman 4265,08 ft sampai akhir kedalaman yaitu 6898,08 ft sebaiknya mulai digunakan tipe pahat dengan kode IADC seri 5-1, 5-2, 5-3, 5-4 dan 6-1 karena pada kedalaman tersebut banyak

didominasi oleh pasir (sandstone) lunak sampai lunak medium dan butiran pasirnya semakin kompak akibat tekanan overburden dengan bertambahnya kedalaman.

Hasil perhitungan *cost per foot* dan *energy specific* sumur HS-1 dan sumur HS-2 berdasarkan data pemakaian pahat (*bit records*) ditunjukkan oleh **Tabel 5**, **Tabel 6**, **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

Untuk mendapatkan jenis pahat rolling cutter yang mempunyai *cost per foot* dan *energy specific* minimum, maka grafik hasil analisa *cost per foot* dan *energy specific* pahat bor pada sumur HS-1 dan HS-2 diplot menjadi satu untuk dibandingkan hasilnya (**Grafik 1**).

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa untuk mendapatkan *cost per foot* dan *energy specific* minimum, dapat ditentukan pemilihan jenis pahat bor rolling cutter untuk sumur Y yang disajikan pada **Tabel 9**.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan CPF Sumur HS-1**

$$\$/ft = \frac{C_1 + C_2 T_1 + C_3 T_2}{Y}$$

Cr : \$ 92,81 /jam

Well	Bit						Depth In ft	Depth Out ft	Footage ft	Drilling Time jam	Trip Time jam	Cost/ Interval \$/ft
	Size (in.)	Manufacturer	Type	IADC Code	ROP (ft/jam)	Cost, \$						
HS-1	12.25	Smith Tool	SDS	114	58.48	2224	22.97	1689.63	1666.66	28.5	4.306	3.16
	8.5	Smith Tool	SDS	114	31.65	2224	1689.63	1824.14	134.51	4.25	1.412	20.44
	8.5	Smith Tool	SDS	114	47.36	2224	1824.14	3398.94	1574.8	33.25	2.199	3.5
	8.5	Hughes Christensen	X3A	114	32.69	2224	3398.94	4265.08	866.14	26.5	2.633	5.69
	6	Hughes Christensen	J4	216	15.75	2224	4265.08	4560.35	295.28	18.75	2.78	14.3
	6		RD3	537	36.31	8000	4560.35	4832.66	272.31	7.5	2.916	32.93
	6		CB303	537	5.38	5196	4832.66	4825.16	52.49	9.75	2.943	121.43
	6		RD3	537	48.07	8000	4825.16	6026.89	1141.73	23.75	3.516	9.22
	6	Smith Tool	F3	537X	18.06	8000	6026.89	6627.28	600.39	33.25	3.876	19.06
	6		CB303	537	8.75	5196	6627.28	6646.96	19.69	2.25	3.888	292.9
	6	Hughes Christensen	J4	216	7.87	2224	6646.96	6666.65	19.69	2.5	3.9	143.15
	6		J33	537	13.12	8000	6666.65	6797.88	131.23	10	3.979	70.85
	6	Halliburton Security DBS	CB17	M613	7.66	5196	6797.88	6820.85	22.97	3	3.993	254.51
	6		J33	537	14.63	8000	6820.85	7267.04	446.19	30.3	4.26	25.16
	6		J33	537	8.34	8000	7267.04	7513.10	246.06	29.5	4.408	45.3
	6		J33	537	12.13	8000	7513.10	7873.99	360.89	29.75	4.624	31.01
6		J33	537	5.34	8000	7873.99	8038.03	164.04	30.75	4.721	68.84	
6		LX291		12.39	2444	8038.03	8149.58	111.55	9	4.782	33.38	

**Tabel 6. Hasil Perhitungan CPF Sumur HS-2**

Well	Bit						Depth In ft	Depth Out ft	Footage ft	Drilling Time jam	Trip Time jam	Cost/ Interval \$/ft
	Size (in.)	Manufacturer	Type	IADC Code	ROP (ft/jam)	Cost, \$						
HS-2	26	Hughes Christensen	HTCR1	111	38.14	2224	39.37	344.49	305.12	8	3.465	10.78
	17.5	Hughes Christensen	HTC X3A	114	83.39	2224	344.49	1656.82	1312.33	15.7	4.286	3.12
	12.25		HTC X3G	114	71.77	2224	1656.82	4068.23	2411.41	33.6	5.793	2.44
	12.25		VAREL L137	117	22.65	2444	4068.23	4895	826.77	36.5	6.309	7.76
	8.5	Hughes Christensen	HTC J-3	136	22.85	2444	4895	5150.9	255.9	11.2	3.075	14.73
	8.5		HTCM41		20.82	2444	5150.9	5259.17	108.27	5.2	3.13	29.72
	8.5		HTC ATJ737		21.56	2444	5259.17	5334.63	75.46	3.5	3.167	40.59
	8.5		HTC ATJ-77		8.49	2444	5334.63	5456.02	121.39	14.3	3.228	33.54
	8.5	Smith Tool	SMITH MF2DL	517	9.13	2444	5456.02	5738.17	282.15	30.9	3.369	19.93
	8.5	ReedHyalog	REED EHP3SA	537	9.94	8000	5738.17	5879.25	141.08	14.2	3.44	68.31
	8.5	ReedHyalog	REED EHP3SA	537	10.38	8000	5879.25	6000.64	121.39	11.7	3.5	77.52
	8.5	Smith Tool	SMITH F4	617X	7.92	5196	6000.64	6046.57	45.93	5.8	3.528	131.97
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	16.98	5673	6046.57	6479.64	433.07	25.5	3.788	19.38
	8.5		PDC RC412		36.91	13500	6479.64	6509.17	29.53	0.8	3.806	471.68
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	13.81	5673	6509.17	6535.41	26.25	1.9	3.821	236.37
	8.5		PDC RC412		57.42	8000	6535.41	6558.38	22.97	0.4	3.835	365.46
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	13.12	5673	6558.38	6591.19	32.81	2.5	3.855	190.89
	8.5		PDC RC412		32.81	8000	6591.19	6620.72	29.53	0.9	3.872	285.93
	8.5	Smith Tool	SMITH F37	547Y	20.51	5673	6620.72	6686.33	65.62	3.2	3.912	96.52
	8.5		PDC RC412		23.62	8000	6686.33	6745.39	59.06	2.5	3.947	145.6
	8.5	Smith Tool	SMITH F4	617X	21.02	5196	6745.39	7230.95	485.56	23.1	4.239	15.93

**Tabel 7. Hasil Perhitungan ES Sumur HS-1**

$$SE = 20 \frac{WbN}{DrR'} \frac{in-lb}{in'}$$

$$SE = 3,904756 \times 10 \frac{WbN}{DrR'} \frac{MJ}{ft'}$$

Well	Bit				Depth In ft	Depth Out ft	Footage ft	Drilling Time jam	WOB lb	RPM rpm	SE in-lb/ft <sup>3</sup>	SE MJ/ft <sup>3</sup>
	Size (in.)	Type	IADC Code	ROP (ft/jam)								
HS-1	12.25	SDS	114	58.46	22.97	1689.63	1666.66	28.50	8818.48	90	22157.85	4.33
	8.50	SDS	114	31.65	1689.63	1824.14	134.51	4.25	11023.10	60	49168.55	9.60
	8.50	SDS	114	47.36	1824.14	3398.94	1574.80	33.25	22046.20	100	109524.56	21.38
	8.50	X3A	114	32.68	3398.94	4265.08	866.14	26.50	33069.30	90	214257.88	41.83
	6.00	J4	216	15.75	4265.08	4560.35	295.27	18.75	22046.20	80	373268.99	72.88
	6.00	RD3	537	36.31	4560.35	4832.66	272.31	7.50	4409.24	110	44528.15	8.69
	6.00	CB303	537	5.38	4832.66	4885.16	52.49	9.75	11023.10	80	545975.79	106.60
	6.00	RD3	537	48.07	4885.16	6026.88	1141.73	23.75	11023.10	120	91720.07	17.91
	6.00	F3	537X	18.06	6026.88	6627.28	600.39	33.25	26455.44	90	439534.61	85.81
	6.00	CB303	537	8.75	6627.28	6646.96	19.68	2.25	17636.96	100	671970.20	131.19
	6.00	J4	216	7.87	6646.96	6666.65	19.68	2.50	15432.34	80	522643.49	102.04
	6.00	J33	537	13.12	6666.65	6797.88	131.23	10.00	22046.20	50	279987.58	54.66
	6.00	CB17	M613	7.66	6797.88	6820.85	22.97	3.00	19841.58	90	777655.52	151.81
	6.00	J33	537	14.63	6820.85	7267.04	446.19	30.50	19841.58	50	226048.80	44.13
	6.00	J33	537	8.34	7267.04	7513.10	246.06	29.50	19841.58	50	396462.42	77.40
	6.00	J33	537	12.13	7513.10	7873.99	360.89	29.75	19841.58	50	272066.09	53.22
	6.00	J33	537	5.33	7873.99	8038.03	164.04	30.75	19841.58	50	619892.51	121.03
	6.00	LX291		12.39	8038.03	8149.58	111.55	9.00	8818.48	140	332032.34	64.83

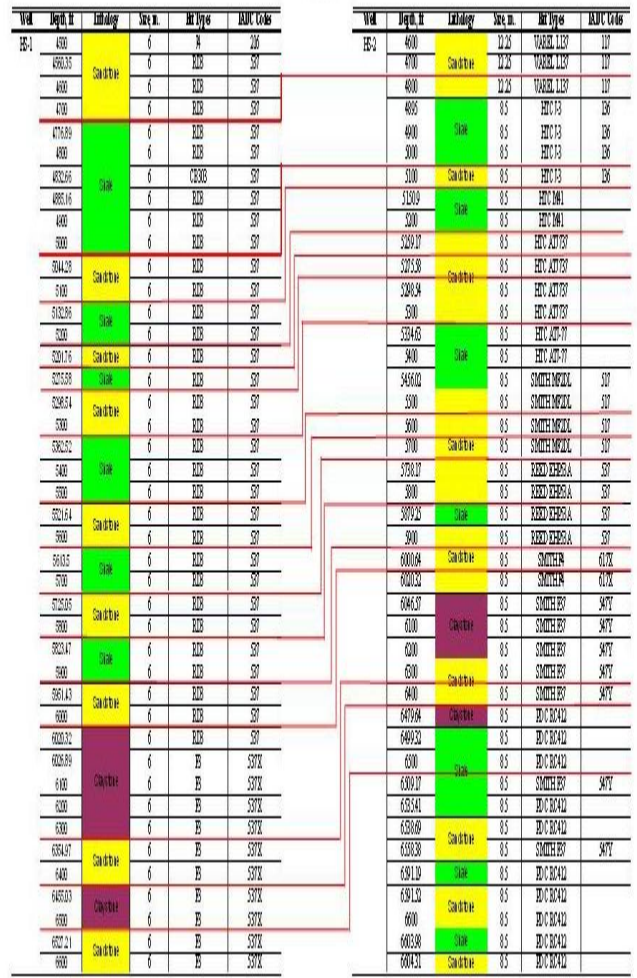
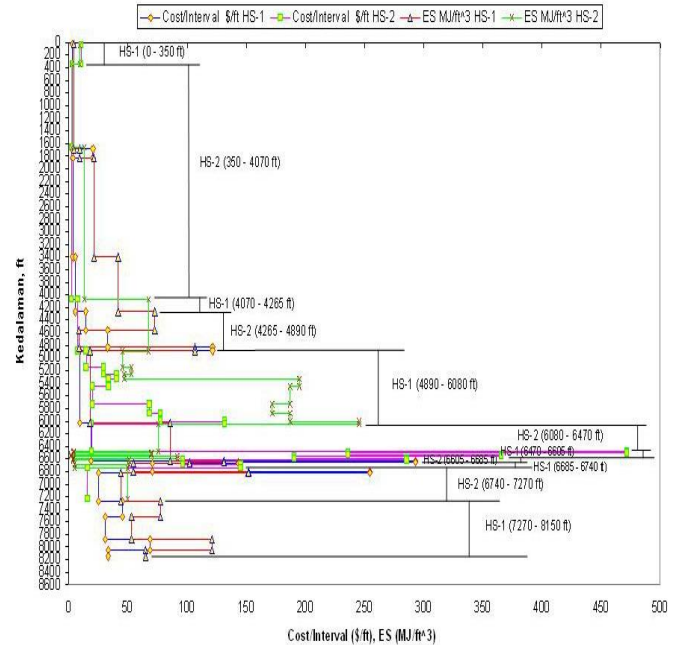
**Tabel 8. Hasil Perhitungan ES Sumur HS-2**

Well	Bit				Depth In ft	Depth Out ft	Footage ft	Drilling Time jam	WOB lb	RPM rpm	SE in-lb/ft <sup>3</sup>	SE MJ/ft <sup>3</sup>
	Size (in.)	Type	IADC Code	ROP (ft/jam)								
HS-2	26.00	HTC R1	111	38.14	39.37	344.49	305.12	8.00	15000	160	48405.11	9.45
	17.50	HTC X3A	114	83.59	344.49	1656.82	1312.33	15.70	10000	100	13672.50	2.67
	12.25	HTC XGG	114	71.77	1656.82	4068.23	2411.41	33.60	25000	120	68246.97	13.32
	12.25	VAREL L137	117	22.65	4068.23	4895.00	826.77	36.50	40000	120	345974.22	67.55
	8.50	HTC J-3	136	22.85	4895.00	5150.90	255.90	11.20	25000	90	231703.87	45.24
	8.50	HTC M41		20.82	5150.90	5259.17	108.27	5.20	6000	400	271223.92	52.95
	8.50	HTC ATJ737		21.56	5259.17	5334.63	75.46	3.50	3000	440	240098.93	46.88
	8.50	HTC ATJ-77		8.49	5334.63	5456.02	121.39	14.30	8000	450	997847.46	194.82
	8.50	SMITH MF2DL	517	9.13	5456.02	5738.17	282.15	30.90	8000	465	938584.30	187.15
	8.50	REED EHP33A	537	9.93	5738.17	5879.25	141.08	14.20	8000	465	881028.93	172.01
	8.50	REED EHP33A	537	10.38	5879.25	6000.64	121.39	11.70	9000	470	992994.26	187.29
	8.50	SMITH F4	617X	7.92	6000.64	6046.57	45.93	5.80	9000	470	1256804.33	245.38
	8.50	SMITH F37	547Y	16.98	6046.57	6479.64	433.07	25.50	40000	70	387999.72	75.75
	8.50	PDC RC412		36.91	6479.64	6509.17	29.53	0.80	5000	65	20718.49	4.05
	8.50	SMITH F37	547Y	13.81	6509.17	6535.41	26.25	1.90	30000	70	357692.84	69.84
	8.50	PDC RC412		57.41	6535.41	6558.38	22.97	0.40	5000	50	10245.41	2.00
	8.50	SMITH F37	547Y	13.12	6558.38	6591.19	32.81	2.50	33000	75	470648.48	91.89
	8.50	PDC RC412		32.81	6591.19	6620.71	29.53	0.90	5000	55	19722.41	3.85
	8.50	SMITH F37	547Y	20.51	6620.71	6686.33	65.62	3.20	33000	65	261053.02	50.97
	8.50	PDC RC412		23.62	6686.33	6745.39	59.05	2.50	5000	50	24902.04	4.86
	8.50	SMITH F4	617X	21.02	6745.39	7230.95	485.36	23.10	35000	65	254658.99	49.72

**Tabel 9. Rekomendasi Pahat Rolling Cutter Untuk Sumur Y**

Depth In ft	Depth Out ft	Footage ft	Bit Recomm. from well	Bit Types Recomm.	Bit
					IADC Number
0	350	350	HS-1	SDS	114
350	1656.82	1306.82	HS-2	HTC X3A	114
				HTC XGG	
1656.82	4070	2413.18	HS-1	X3A	114
4070	4265	195	HS-1	X3A	114
4265	4890	625	HS-2	VAREL L137	117
4890	6080	1190	HS-1	RD 3	537
6080	6470	390	HS-2	SMITH F37	547Y
6470	6605	135	HS-1	F3	537X
6605	6685	80	HS-2	SMITH F37	547Y
6685	6740	55	HS-1	J33	537
6740	7270	530	HS-2	SMITH F4	617X

**Grafik 1. CPF, ES vs Kedalaman**



**Gambar 1. Hasil Analisa Korelasi Kolom Stratigrafi Antara Sumur HS-1 dan HS-2 Berdasarkan Hasil Side Wall Coring**

## KESIMPULAN

1. Perencanaan pemilihan pahat rolling cutter untuk sumur Y berdasarkan hasil analisa korelasi kolom stratigrafi antara sumur HS-1 dan HS-2 merekomendasikan jenis pahat yang dapat digunakan untuk sumur Y adalah pahat dengan kode IADC seri 1-1, 1-2, 1-3 dan 1-4 mulai kedalaman awal sampai kedalaman 4265,07 ft dan pahat dengan kode IADC seri 5-1, 5-2, 5-3, 5-4 dan 6-1 pada kedalaman selanjutnya sampai akhir kedalaman sumur Y yaitu 6898,08 ft.
2. Hasil analisa manual grafik pemilihan pahat bor rolling cutter dengan metode *cost per foot* dan *energy specific* merekomendasikan jumlah pemakaian pahat yang digunakan sebanyak 11 (sebelas) pahat berdasarkan tipe pahatnya sampai total kedalaman sumur Y.

## 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. Pettijohn, F.J., *Sedimentary Rocks*, Second Edition, Harper and Brother Publishing, New York, 1957.
4. Rudi Rubiandini, R.S., *Diktat Kuliah Teknik Dan Alat Pemboran*, HMTM PATRA, Institut Teknologi Bandung, 1993.
5. \_\_\_\_\_, *Study G & G Final Report Petroselat Project*, Grant Jurusan Teknik Perminyakan, FTM-UPN "Veteran", Yogyakarta, 2006.