

Perencanaan Hidrolika Pemboran

Faisol Rizki Romdon

Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

Abstrak

Hidrolika lumpur pemboran memiliki peran penting dalam mengatasi problema lubang yang timbul. Untuk itu diperlukan perencanaan model hidrolika yang bagus dalam mengatasi problema lubang dan meningkatkan rate of penetration. Parameter desain hidrolika adalah pressure loss, bit hydraulic optimization, dan hole cleaning. Sumur X merupakan sumur eksplorasi untuk memproduksi gas. Sumur ini didesain horizontal dengan total kedalaman 14,800 ftMD/ 12,060 ftTVD. Hasil desain hidrolika pada tiap trayek adalah sebagai berikut: trayek 26" dengan kombinasi nozzle 4x15", TFA 0.69 in², dan range flowrate 1101-1200 gpm. Pada trayek 17-1/4" dengan kombinasi nozzle 4x15", TFA 0.69 in², dan range flowrate 770-850 gpm. Pada trayek 12-1/4" dengan kombinasi nozzle 6x11", TFA 0.556 in², dan range flowrate 480-570 gpm. Pada trayek 8-1/2" dengan kombinasi nozzle 8x11", TFA 0.742 in², dan range flowrate 450-520 gpm. Pada trayek 5-3/4" dengan kombinasi nozzle 4x11", TFA 0.371 in², dan range flowrate 290-320 gpm. Ketersediaan peralatan menjadi pertimbangan penting dalam perencanaan hidrolika seperti ukuran nozzle bit.

Kata kunci: hydraulic, flow rate, total flow area, hole cleaning, rate of penetration, cutting carrying index.

1. Pendahuluan

Dalam kegiatan pemboran, hidrolika lumpur pemboran mempunyai peranan penting dalam mengatasi problem-problem yang timbul. Untuk itu diperlukan perencanaan model program hidrolika lumpur, penerapan konsep hidrolika pada pahat, serta perencanaan tenaga pompa yang baik sesuai dengan trayek pemboran yang sedang dikerjakan. Dengan demikian desain program hidrolika lumpur pemboran tersebut diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang mungkin akan dihadapi nantinya, terutama masalah pembersihan dan pengangkatan cutting. Karena apabila dalam pengangkatan cutting kurang baik, maka akan dapat mengakibatkan terjadinya rangkaian pipa terjepit, tidak ada laju penembusan dan kerja pompa menjadi berat.

Dalam operasi pemboran bit yang dipakai selalu menggerus batuan formasi dan menghasilkan cutting. Sehingga semakin dalam pemboran berlangsung, semakin banyak pula cutting yang dihasilkan. Agar cutting tidak menempel di bawah lubang bor dan tidak menimbulkan masalah pipa terjepit, maka

cutting tersebut perlu di angkat ke permukaan. Desain hidrolika lumpur pemboran sangat penting peranannya dalam menentukan keberhasilan operasi pemboran dimana faktor hidrolika lumpur merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kecepatan pemboran, pengaruhnya terutama terhadap pembersihan cutting di dasar lubang bor. Dalam proses pemboran, lumpur baru masuk lewat dalam pipa dan keluar lewat annulus sambil mengangkat cutting ke permukaan. Agar lumpur pemboran memberikan kapasitas pengangkatan cutting yang optimum, penentuan flow rate dan diameter nozzle yang optimum dilakukan dalam optimasi Hidrolika.

2. Dasar Teori

Sebelum melakukan perencanaan hidrolika terlebih dahulu harus diketahui bagaimana struktur sumur / *well schematic* dari sumur yang akan dibor. Dari data tersebut, bisa diketahui data ukuran diameter *casing* dan diameter *open hole* tiap trayek. Untuk data *well schematic* yang dijadikan dasar *design*

menggunakan salah satu sumur yang ada di PT. Medco E&P Indonesia Lapangan Singa.

2.1 Data Pemboran

Untuk mendesain hidrolika dibutuhkan beberapa data sumur berupa data geometri sumur, data lumpur, data pompa, dan data *drill string*.

2.2 Desain Pompa

Pompa yang digunakan adalah pompa triplex tipe National 14-P-220 sebanyak 3 buah dimana 1 buah sebagai backup dan 2 buah dipasang parallel. Spesifikasi pompa sebagai berikut. Pump Output = $0.000243 \cdot \text{diameter liner}^2 \cdot \text{panjang stroke} \cdot \text{efisiensi volumetrik}$
 $= 0.000243 \cdot 7^2 \cdot 14 \cdot 95\%$

$$= 6.651 \text{ gal/stroke}$$

$$Q = \text{Pump Output} \cdot \text{SPM}$$

$$= 6.651 \cdot 100$$

$$= 665 \text{ gal/menit}$$

Karena dua pompa dipasang parallel maka flow rate menjadi 1330 gal/menit. Nilai pump rate dan tekanan maksimum pompa digunakan sebagai batas dalam penentuan flow rate hidrolika.

2.3 Desain Hidrolika

Setelah data terkumpul kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan pressure loss sistem dimana meliputi pressure loss di permukaan, pressure loss di drill string, pressure loss di bit, dan pressure loss di annulus. Metode perhitungan yang digunakan penulis adalah metode power law. Pressure loss total harus di bawah tekanan maksimum pompa. Perhitungan yang dibahas oleh penulis pada bab ini hanya trayek 8-1/2" saja. Sedangkan pada trayek 26", 17-1/2", 12-1/4", dan 5-3/4" dicantumkan hasil perhitungan dalam bentuk tabel. Untuk mendesain hidrolika yang optimum ada dua metode yaitu maksimum jet impact force dan maksimum hydraulic horse power. Maksimum jet impact force lebih cocok untuk pemboran sumur dangkal sedangkan maksimum hydraulic horse power cocok untuk pemboran sumur dalam. Penulis

menggunakan metode maksimum hydraulic horse power di mana konsep dari metode ini adalah pembersihan lubang baik jika hydraulic horse power di bit maksimum.

Metode hydraulic horse power secara matematik pressure loss di bit (P_b) 65% pressure loss total. Sedangkan pressure loss selain di bit ($P_{\text{parasitik}}$) adalah 35% pressure loss total. Pertama tentukan pressure loss total yang diinginkan dengan catatan di bawah tekanan pompa. Penulis memilih pressure loss sebesar 4600 psi. Hitung P_b dan $P_{\text{parasitik}}$ sementara
 $P_b' = 65\% \cdot \text{Pressure loss total}$
 $= 65\% \cdot 4600 \text{ psi} = 2990 \text{ psi}$
 $P_{\text{parasitik}}' = 35\% \cdot 4600 \text{ psi} = 1610 \text{ psi}$

Kemudian tentukan flow rate dimana $P_{\text{parasitik}}$ mendekati 1610 psi. Untuk menghitung $P_{\text{parasitik}}$ hitung pressure loss masing-masing section pada peralatan permukaan, drill string, dan annulus.

3. Metodologi

3.1 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah kedalaman sumur yang akan dibor, reology lumpur pemboran, peralatan drill string, dan geometri lubang.

3.2 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah desain hidrolika pada tiap trayek. Meliputi desain pompa dan total flow area nozzle.

3.3 Tahapan Penelitian

Berikut ini tahapan-tahapan yang akan digunakan penulis selama melakukan penelitian:

1. Studi pustaka
2. Penentuan pressure loss tiap section.

3.4 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk melakukan penelitian meliputi:

- Data parameter pemboran
- Data penampang sumur
- Data rangkaian drill string

3.5 Pengolahan Data

Data akan dianalisis dan diolah dalam bentuk table dengan menggunakan microsoft excel.

3.6 Penyajian Data

Data yang sudah diolah, disajikan dalam bentuk hasil analisis dan tabel yang dijadikan dasar dalam penentuan desain hidrolika.

4. Hasil dan pembahasan

4.1 Pressure Loss di permukaan

Untuk menghitung pressure loss peralatan permukaan dibagi menjadi 4 section yaitu pump line, standpipe, rotary hose, dan top drive.

Untuk $Q = 230$ gpm

Densitas lumpur = 16 ppg

PV = 83 cp

YP = 25 lb/100ft²

$$\theta_{600} = 2PV + YP = 2(83) + 25 = 108$$

$$\theta_{300} = PV + YP = 83 + 25 = 191$$

$$n = 3.32 \log \frac{\theta_{600}}{\theta_{300}} = 3.32 \log \frac{108}{191} = 0.822$$

$$k = \frac{\theta_{300}}{(511)^n} = \frac{108}{(511)^{0.822063}} = 0.6411$$

- **Pump line (4"OD, 3.5 "ID, 50**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{3.5^2} = 460 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{1.6 \times (3n + 1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 413 \text{ fpm}$$

Karena $V > V_c$ maka aliran yang terbentuk adalah turbulen. Sehingga rumus yang digunakan adalah

$$PL_1 = \frac{(8.91 \times 10^{-5} \times \rho^{0.8} \times Q^{1.8} \times (PV)^{0.2})}{(ID)^{4.8}} \times L$$

$$= 12.9 \text{ psi}$$

- **Standpipe (5"OD, 3.5 "ID, 100 ft)**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{3.5^2} = 460 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{1.6 \times (3n + 1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 413 \text{ fpm}$$

Karena $V > V_c$ maka aliran yang terbentuk adalah turbulen. Sehingga rumus yang digunakan adalah

$$PL_2 = \frac{(8.91 \times 10^{-5} \times \rho^{0.8} \times Q^{1.8} \times (PV)^{0.2})}{(ID)^{4.8}} \times L$$

$$= 8.6 \text{ psi}$$

- **Rotary hose (5"OD, 3.5 "ID, 100 ft)**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{3.5^2} = 460 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{1.6 \times (3n + 1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 413 \text{ fpm}$$

Karena $V > V_c$ maka aliran yang terbentuk adalah turbulen. Sehingga rumus yang digunakan adalah

$$PL_3 = \frac{(8.91 \times 10^{-5} \times \rho^{0.8} \times Q^{1.8} \times (PV)^{0.2})}{(ID)^{4.8}} \times L$$

$$= 8.6 \text{ psi}$$

- **Topdrive (5"OD, 4.5 "ID, 20 ft)**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{4.5^2} = 278 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{1.6 \times (3n + 1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 346 \text{ fpm}$$

Karena $V < V_c$ maka aliran yang terbentuk adalah laminer. Sehingga rumus yang digunakan adalah

$$PL_4 = \frac{KL}{300(ID)} \times \left(\frac{1.6 \times V}{ID} \times \frac{3n+1}{4n} \right)^n$$

$$= 0.13 \text{ psi}$$

$$PL_{\text{permukaan}} = PL_1 + PL_2 + PL_3 + PL_4$$

$$= 12.9 + 8.6 + 8.6 + 0.12$$

$$= 30 \text{ psi}$$

4.2 Pressure Loss di Dalam Drill String

Untuk menghitung pressure loss di dalam drill string maka di bagi menjadi beberapa seksi.

- **Drill pipe (5" OD, 4.276" ID, 19.50 lb/ft, G105, 12169 ft)**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{4.276^2} = 307 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)}$$

$$\times \left(\frac{1.6 \times (3n+1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 341 \text{ fpm}$$

Karena $V > V_c$ maka aliran laminar.

$$PL_1 = \frac{KL}{300(ID)} \times \left(\frac{1.6 \times V}{ID} \times \frac{3n+1}{4n} \right)^n$$

$$= 444 \text{ psi}$$

- **HWDP (5" OD, 3" ID, 630 ft)**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{3^2} = 626 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)}$$

$$\times \left(\frac{1.6 \times (3n+1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 438 \text{ fpm}$$

Karena $V > V_c$ maka aliran turbulen.

$$PL_2 = \frac{(8.91 \times 10^{-5} \times \rho^{0.8} \times Q^{1.8} \times (PV)^{0.2})}{(ID)^{4.8}} \times L$$

$$= 114 \text{ psi}$$

- **DC (6.750" OD, 3" ID, 98 lb/ft, 270 ft**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{3^2} = 626 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)}$$

$$\times \left(\frac{1.6 \times (3n+1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 436 \text{ fpm}$$

Karena $V > V_c$ maka aliran turbulen.

$$PL_3 = \frac{(8.91 \times 10^{-5} \times \rho^{0.8} \times Q^{1.8} \times (PV)^{0.2})}{(ID)^{4.8}} \times L$$

$$= 48.8 \text{ psi}$$

- **MWD (6.75 OD, 2.815" ID, 96 ft)**

$$PL_4 = 300 \text{ psi}$$

- **DC (6.750" OD, 3" ID, 98 lb/ft, 30**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID^2} = \frac{24.5 \times 230}{3^2} = 626 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{5.82 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)}$$

$$\times \left(\frac{1.6 \times (3n+1)}{ID \times 4n} \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 436 \text{ fpm}$$

Karena $V > V_c$ maka aliran turbulen.

$$PL_5 = \frac{(8.91 \times 10^{-5} \times \rho^{0.8} \times Q^{1.8} \times (PV)^{0.2})}{(ID)^{4.8}} \times L$$

$$= 5.4 \text{ psi}$$

- **PDM (6.75" OD, 3 " ID, 26 ft**

$$PL_6 = 250 \text{ psi}$$

Setelah didapatkan pressure loss masing-masing section kemudian dapat ditentukan pressure loss total di string

$$PL_{\text{drill string}} = PL_1 + PL_2 + PL_3 + PL_4 + PL_5 + PL_6$$

$$= 444 + 114 + 48.8 + 300 + 5.4 + 250$$

$$= 612 \text{ psi}$$

4.3 Pressure Loss di Annulus

Cara menghitung pressure loss di annulus hampir sama dengan di drill string. Hitung tiap-tiap section.

• **DP-CH**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{ID_{casing}^2 - OD_{dp}^2} = \frac{24.5 \times 230}{8.53^2 - 5^2} = 118 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{3.878 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{2.4}{ID_{casing}^2 - OD_{dp}^2} \left(\frac{2n+1}{3n} \right) \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 410 \text{ fpm}$$

Karena $V < V_c$ maka aliran laminar

$$PL_1 = \frac{KL}{300(ID_{casing} - OD_{dp})} \times \left(\frac{2.4 \times V}{(ID_{casing} - OD_{dp})} \times \frac{2n+1}{3n} \right)^n = 275.8 \text{ psi}$$

• **DP-OH**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{Dh^2 - OD_{dp}^2} = \frac{24.5 \times 230}{8.5^2 - 5^2} = 119 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{3.878 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{2.4}{Dh^2 - OD_{dp}^2} \left(\frac{2n+1}{3n} \right) \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 413 \text{ fpm}$$

Karena $V < V_c$ maka aliran laminar

$$PL_2 = \frac{KL}{300(Dh - OD_{dp})} \times \left(\frac{2.4 \times V}{(Dh - OD_{dp})} \times \frac{2n+1}{3n} \right)^n = 11 \text{ psi}$$

• **HWDP-OH**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{Dh^2 - OD_{hwdp}^2} = \frac{24.5 \times 400}{8.5^2 - 5^2} = 119 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{3.878 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{2.4}{Dh^2 - OD_{hwdp}^2} \left(\frac{2n+1}{3n} \right) \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 413 \text{ fpm}$$

Karena $V < V_c$ maka aliran laminar

$$PL_3 = \frac{KL}{300(Dh - OD_{mwd})} \times \left(\frac{2.4 \times V}{(Dh - OD_{mwd})} \times \frac{2n+1}{3n} \right)^n = 15 \text{ psi}$$

• **DC-OH**

$$V = \frac{24.5 \times Q}{Dh^2 - OD_{mwd}^2} = \frac{24.5 \times 230}{8.5^2 - 6.75^2} = 211 \text{ fpm}$$

$$V_c = \left(\frac{3.878 \times 10^4 \times K}{\rho} \right)^{\left(\frac{1}{2-n} \right)} \times \left(\frac{2.4}{Dh^2 - OD_{mwd}^2} \left(\frac{2n+1}{3n} \right) \right)^{\left(\frac{n}{2-n} \right)} = 670 \text{ fpm}$$

Karena $V < V_c$ maka aliran laminar

$$PL_4 = \frac{KL}{300(Dh - OD_{mwd})} \times \left(\frac{2.4 \times V}{(Dh - OD_{mwd})} \times \frac{2n+1}{3n} \right)^n = 40.8 \text{ psi}$$

Sehingga total pressure loss total di annulus adalah

$$PL_{annulus} = PL_1 + PL_2 + PL_3 + PL_4 = 275.8 + 11 + 15 + 40.8 = 343 \text{ psi}$$

4.4 Pressure Loss di Bit

$$TFA' = \left(\frac{\rho m \times Q^2}{10858 P b'} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.1696 \text{ in}^2$$

Tentukan kombinasi nozzle dengan melihat tabel. Berdasarkan tabel didapat 4x8" dengan TFA 0.1963 in². maka

$$Pb = \frac{\rho * Q}{10858(TFA)^2} = 2022 \text{ psi}$$

$$PL_{\text{system}} = PL_{\text{permukaan}} + PL_{\text{drill string}} + PL_{\text{bit}} + PL_{\text{annulus}}$$

$$= 30 + 612 + 343 + 2022 = 3558 \text{ psi}$$

Nilai pressure loss sistem di bawah tekanan maksimum pompa sehingga pompa mampu mensirkulasikan fluida sampai ke permukaan.

4.5 Optimasi Hidrolika di bit

Hasil perhitungan pressure loss kemudian digunakan untuk menentukan nilai optimasi di bit. Ada beberapa konsep yaitu horse power per square inch (HSI), jet velocity (JV), bit impact force (BIF), dan perbandingan BHHP/HPs. Range HSI yang bagus adalah antara 2.5 HP/in² sampai 5 HP/in². Untuk Jet Velocity yang bagus antara 350 ft/second sampai 450 ft/second. Nilai Bit Impact Force yang bagus di atas 500 lbf. Kemudian untuk perbandingan BHHP dengan HPs yang bagus diatas 48%. Di sini penulis menggunakan konsep horse power per square inch (HSI). Namun penulis juga mencantumkan hasil perhitungan semua konsep.

- **Horse power per square inch (HSI)**

$$= 4. \text{ HSI} = \frac{Pb \cdot Q_{opt}}{1714 \cdot A}$$

- **Bit impact force (BIF)**

$$BIF = 0.0173 \times Q \times (\rho m Pb)^{0.5} \quad 15 \text{ lbf}$$

- **Jet Velocity JV**

$$JV = 0.321 \frac{Q}{A_n} = 376 \text{ ft/s}$$

- **%BHHP/HPs**

$$BHHP = \frac{Q \cdot Pb}{1714}$$

$$HPs = \frac{Q \cdot P_{total}}{10858 \cdot A_n^2} = 477 \text{ hp}$$

$$\% \frac{BHHP}{HPs} = \frac{BHHP}{HPs} = \frac{271}{477} = 57\%$$

Berdasarkan konsep HSI nilai yang didapat di antara 2.5 dan 5 sehingga hidrolika di bit sudah optimum.

Berdasarkan metode hydraulic horse power (HSI) dan bit impact force (BIF) hidrolika di bit semuanya optimum ditunjukkan dengan nilai HSI di antara 2.5 dan 5 dan nilai BIF lebih dari 500 lbf. Namun jika dilihat dengan metode lainnya ada beberapa kurang optimum. Tetapi kembali lagi di awal bahwa penulis menggunakan metode hydraulic horse power sehingga hidrolika di bit sudah bisa dikatakan optimal.

- **Pengangkatan cutting**

Parameter pengangkatan cutting yang optimum bisa ditentukan dengan metode transport ratio (Ft), konsentrasi cutting (Ca), dan Cutting Carrying Index (CCI). Pengangkatan cutting dikatakan bagus jika nilai Ca tidak lebih dari 5%. Nilai CCI jika lebih dari 1 maka bagus. Jika 0.5 sampai 1 maka pembersihan lubang sedang, dan jika di bawah 0.5 pembersihan lubang jelek dan memungkinkan terjadinya hole problem. Perhitungan pengangkatan cutting dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

Tentukan nilai n

$$n = 3.32 * \log \frac{\theta 600}{\theta 300} = 3.32 * \frac{191}{108} = 0.822$$

Tentukan nilai K

$$K = \frac{\theta 600}{511^n} = \frac{191}{511^{0.822}} = 0.6411$$

Tentukan Anular Velocity, ft/min

$$v = \frac{24.5 * Q}{dh - dp} = 119 \text{ ft/min}$$

Tentukan viskositas lumpur, cp

$$\mu = \left(\frac{2.4 * v}{dh - dp} * \frac{2 * n + 1}{3 * n} \right)^n$$

$$= \frac{200 * K(dh - dp)}{17}$$

$$= 131.47 \text{ cp}$$

Tentukan slip viscosity, ft/min

$$V_s = \frac{(\rho_{cutting} - \rho_{mud})^{0.667} * 175 * d_{cutting}}{\rho_{mud}^{0.333} \mu^{0.333}}$$

$$= 8.67 \text{ ft/min}$$

Transport ratio

$$F_t = \frac{V_f V_s}{V_f} = 92\%$$

Transport ratio bernilai positif sehingga cutting akan terangkat ke permukaan.

Konsentrasi cutting

$$C_a = \frac{(ROP)D^2}{14.7 * F_t * Q} = 1.61\%$$

konsentrasi cutting di bawah 5% sehingga hole cleaning sudah optimal.

Cutting Carrying Index

$$K = (511)^{1-n} (PV + YP) = 327.6$$

$$CCI = (K \times AV \times MW) \div (400,000) = 1.56$$

Nilai CCI lebih dari 1 sehingga pembersihan lubang bagus.

Ulangi hal yang sama dengan flow rate berbeda di masing-masing trayek sampai mendapatkan range flow rate dengan catatan.

1. Tekanan yang di dapat harus lebih kecil dari tekanan maksimum pompa.
2. Pola aliran di annulus open hole harus laminer.
3. Nilai HSI di antara 2.5 sampai 5.
4. Cutting transport ratio (Ct) bernilai positif atau dengan kata lain kecepatan annulus di atas kecepatan slip cutting.
5. Nilai Cutting concentration (Ca) di bawah 5%
6. Nilai Carrying cutting Index tidak dibawah 0.5

Tabel 3.9 Desain pengangkatan cutting

Berdasarkan hasil desain semua trayek mampu mengangkat fluida sampai ke permukaan ditunjukkan dengan nilai transport ratio (Ft) bernilai positif atau dengan kata lain kecepatan annulus (AV) lebih besar dari kecepatan slip cutting (Vslip). Berdasarkan nilai konsentrasi cutting bisa dikatakan hole cleaning pada semua trayek bagus karena semuanya di bawah 5%. Sedangkan berdasarkan metode carrying cutting index pada trayek 17-1/2" dengan kombinasi nozzle 4x11" terjadi pengendapan ditunjukkan dengan nilai CCI di bawah 0.5. oleh karena itu penulis mencantumkan alternatif lain dengan mengubah kombinasi nozzle menjadi 4x15" sehingga mendapatkan CCI lebih dari 1. Kemudian berdasarkan nilai CCI pada trayek 12-1/4" dengan kombinasi nozzle 4x9" hole cleaning yang terjadi sedang. Meskipun masih dikatakan sedang penulis memberikan alternatif dengan kombinasi nozzle 6x11" sehingga di dapat nilai CCI lebih dari 1. Sedangkan pada trayek lainnya hole cleaning sudah bagus dengan nilai CCI lebih dari 1.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

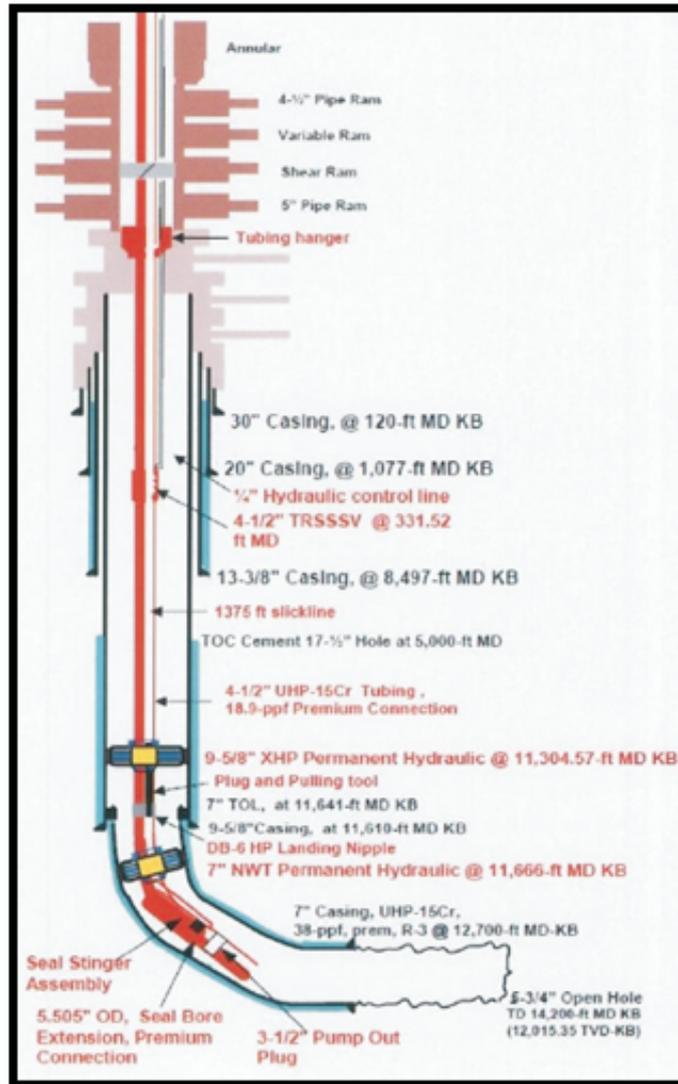
1. Hasil desain pada trayek 26" dengan kombinasi nozzle 4x15", TFA 0.69 in2, dan range flowrate 1101-1200 gpm didapatkan nilai HSI terendah 2.63 hp/in2 dan tertinggi 3.41 hp/in2, konsentrasi cutting tertinggi 4.69%, dan nilai index pengangkatan cutting terendah 0.5.
2. Hasil desain pada trayek 17-1/4" dengan kombinasi nozzle 4x15", TFA 0.69 in2, dan range flowrate 770-850 gpm didapatkan nilai HSI terendah 2.57 hp/in2 dan tertinggi 3.45 hp/in2, konsentrasi cutting tertinggi 2.1%, dan nilai index pengangkatan cutting terendah 1.09.
3. Hasil desain pada trayek 12-1/4" dengan kombinasi nozzle 6x11", TFA 0.556 in2, dan range flowrate 480-570 gpm. didapatkan nilai HSI terendah 2.62 hp/in2 dan tertinggi 4.38 hp/in2, konsentrasi

- cutting tertinggi 1.58%, dan nilai index pengangkatan cutting terendah 1.18.
4. Hasil desain pada trayek 8-1/2" dengan kombinasi nozzle 8x11", TFA 0.742 in², dan range flowrate 450-520 gpm didapatkan nilai HSI terendah 2.5 hp/in² dan tertinggi 3.86 hp/in², konsentrasi cutting tertinggi 0.79%, dan nilai index pengangkatan cutting terendah 3.05
 5. Hasil desain pada trayek 5-3/4" dengan kombinasi nozzle 4x11", TFA 0.371 in², dan range flowrate 290-320 gpm didapatkan nilai HSI terendah 2.62 hp/in² dan tertinggi 3.53 hp/in², konsentrasi cutting tertinggi 0.57%, dan nilai index pengangkatan cutting terendah 1.25.

6. Daftar Pustaka

- Adams, Neal. 1985. "Drilling Engineering: A Complete Well Planning Approach". PenWell Publishing Company: Tulsa, Oklahoma
- Rubiandini, Rudi. 2012. "Teknik Operasi Pemboran" . Vol.2. Bandung: Penerbit ITB.
- Moore P.L. 1986, "Drilling Practices Manual" , Second Edition, Tulsa-Oklahoma: Penn Well Publishing Company
- Rabia, Hussain. 2002. "Well Engineering & Constructions". Entrac Consulting: Australia
- American Society of Mechanical Engineers. 2005. "Drilling Fluids Processing Handbook" . Gulf Professional Publishing
- Adam T. Bourgoyne Jr., Keith K. Millhelm, Martin E. Chenevert, F.S. Young Jr., 1986. SPE Textbook Series Vol. 2, "Applied Drilling Engineering", First Printing Society of Petroleum Engineers: Richardson TX.
- 2005. "Drilling Fluids Handbook" , Version 2.1, Mi Swaco : Houston TX.

Daftar Gambar



Gambar. Well Schematic Sumur X

Daftar Tabel

Tabel 1. Data Pemboran

Deskripsi	Unit					
Trayek	inch	26	17½	12¼	8½	5-3/4
Depth	ftMD	2,553	8,500	12,100	13,300	14,800
ROP	fph	70	70	70	70	70
Lumpur						
Densitas	ppg	9.3	12	16.1	16	15.8
PV	cp	15	19	53	83	86
YP	lbs/100ft²	17	18	22	25	16
Cutting						
Densitas	Ppg	22	22	22	22	22
Diameter	Inch	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Tabel 2. Spesifikasi Pompa

Spesifikasi pompa	
Liner size	7 inch
Panjang Stroke	14 inch
SPM	100 spm
RPM	417 rpm
IHP maksimum	1300 HP
HHP maksimum	2200 HP
Q maksimum	665 gal/menit
P maksimum	4615 psi

