

PERHITUNGAN KEBUTUHAN MATERIAL PENYEMENAN DENGAN METODE BALANCE PLUG PADA PROGRAM CEMENT PLUG SUMUR X LAPANGAN Y

Hastowo Resesiyanto

Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari

Abstract

Cement plug is a method to place plug to a specific depth used cement to close the well, preventing lost circulation, sidetrack at the beginning of directional drilling and to provides a place for open hole test. The cement plug methods used in this research is balanced plug method. This research conducted by collecting data on Well X, in the form of well profile data covering casing and tubing dimension. Furthermore, laboratory data for cement and additives are used. Result of research showed that the total volume of cement slurry needed is equal to 29.455 bbl, the number of sack of cement for cementing the open end interval of 81.4 meters is as much 155 sack of cement, and the total volume of fluid required to push the cement slurry into cementing zone is equal 64.15 bbl.

Keywords : *Cement Plug, Balanced Plug*

Abstrak

Cement plug merupakan metode penempatan plug (sumbat) pada kedalaman tertentu dengan menggunakan semen yang bertujuan untuk menutup sumur, mencegah hilang sirkulasi, untuk sidetrack pada awal dilakukannya pemboran berarah dan menyediakan tempat untuk test open hole. Metode cement plug yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode balanced plug. Penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data pada Sumur "X", berupa data profil sumur yang meliputi dimensi casing dan tubing. Selain itu juga dipergunakan data laboratorium untuk semen dan zat additif yang digunakan. Hasil penelitian didapatkan bahwa total volume bubur semen yang dibutuhkan adalah sebesar 29.455 bbl, Jumlah sack cement untuk penyemenan interval open end sebesar 81.4 meter adalah sebanyak 155 sax semen, Total volume fluida yang dibutuhkan untuk mendorong bubur semen ke zona penyemenan adalah sebesar 64.15 bbl.

Kata kunci : *Cement Plug, Balanced Plug*

PENDAHULUAN

Cement plug merupakan penempatan bubuk semen (*cement slurry*) dengan volume yang relatif kecil di dalam lubang sumur yang bertujuan:

1. Menutup sumur.
2. Mencegah hilang sirkulasi (*lost circulation*) selama operasi pemboran.
3. Untuk *sidetrack* (tempat pembelokan) pada permulaan dilakukannya pemboran berarah.
4. Menyediakan tempat untuk test *open hole*.

Terdapat 3 teknik untuk penempatan *cement plugs*:

1. *Balanced Plug*

Umumnya teknik penempatan *plug* menggunakan metode ini. *Tubing* atau *drill pipe* diturunkan kedalam lubang sumur pada kedalaman yang telah ditentukan untuk dilakukan penyekatan. *Spacer* atau bahan kimia dipompakan didepan dan dibelakang dari semen untuk melakukan pembersihan lubang agar tidak terjadi kontaminasi semen oleh lumpur. *Cement slurry* tadi dipompakan sampai ketinggian sama antara diluar dan didalam *string*. Kemudian *tubing* atau *string* tadi ditarik dengan pelan keatas, meninggalkan *cement slurry* pada lokasi yang ditentukan. Metode ini sangat sederhana dengan tidak menggunakan *unit cementing services*.

2. *Dump Bailer*

Metode ini biasanya digunakan untuk kedalaman yang dangkal; tetapi jika komposisi semen ditambah dengan retarder maka bisa digunakan sampai kedalaman 12.000 ft. *Dump bailer* memuat sejumlah semen, yang diturunkan dengan menggunakan *wireline*. *Limit plug*, *cement basket*, *permanen bridge plug* atau *gravel pack* biasanya ditempatkan dibawah lokasi *plugging* yang ditentukan. *Bailer* dibuka oleh sentuhan dari *bridge plug*, kemudian semen dialirkan. Metode ini mempunyai keuntungan dimana perlengkapan dijalankan dengan *wireline* dan kedalaman dari *cement plug* dengan mudah bisa dikontrol. Biaya dengan metode ini juga relatif lebih murah karena hanya menggunakan satu peralatan *pumping* yang konvensional. Kerugiannya adalah jumlah semen yang terbatas karena volume *dump bailer* yang tertentu.

3. *Two-Plug Method*

Pada metode ini *top* dan *bottom tubing plugs* di *run* untuk mengisolasi *cement slurry* dari fluida

sumur dan juga fluida pendorong. *Bridge plug* biasanya di *run* pada kedalaman *cement plugging*. Sebuah *baffle tool* di *run* diatas dasar *string* dan ditempatkan pada kedalaman tertentu untuk dasar dari *cement plug*. Peralatan ini memungkinkan *bottom tubing plug* masuk dan keluar dari *tubing* atau *drillpipe*. Semen kemudian dipompakan keluar dari *string* pada kedalaman *plugging* dan kemudian mengisi annulus. Keuntungan dari metode ini adalah meminimalkan kemungkinan pergerakan yang berlebihan, bentuknya yang ketat, dengan struktur semen yang keras dan memungkinkan ditentukannya *top* dari *plug*.

Teknik penyemenan dengan metode *balance plug* ini biasanya dilakukan pada formasi dengan tekanan yang rendah. *Tubing* atau *drill pipe* akan diturunkan kedalam sumur pada kedalaman yang telah direncanakan untuk dilakukan penyemenan. Air asin (*salt water*) akan dipompakan terlebih dahulu melalui *tubing* atau *drill pipe* hingga menutupi *casing*. Tujuan dipompakannya air asin ini adalah untuk membersihkan lubang pemboran. Kemudian *slurry* (bubur semen) akan ditempatkan (*displace*) pada interval atau zona yang akan disemen melalui *tubing* atau *drill pipe*. *Spaser* atau air tawar akan dipompakan terlebih dahulu didepan (*water ahead/WA*) dan dibelakang (*water behind/WB*) *slurry*, hal ini bertujuan agar *slurry* tidak dapat terkontaminasi oleh *salt water* (air asin) atau lumpur pemboran. *Cement slurry* yang dipompakan kedalam zona atau interval penyemenan, ketinggiannya harus sama antara didalam dan diluar *tubing* (*balancing plug*). Kemudian *tubing* akan diangkat keatas secara perlahan sehingga akan meninggalkan *slurry* pada ketinggian yang direncanakan diatas ketinggian *spaser*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengolah data profil sumur yang meliputi dimensi *casing* dan *tubing*. Selain itu juga dipergunakan data laboratorium untuk semen dan zat aditif yang digunakan.

Proses pengolahan data diawali dengan menentukan jenis semen yang akan dipakai dengan menggunakan data profil sumur dan data laboratorium. Perhitungan kebutuhan material penyemenan mempergunakan software *Microsoft office excel*.

Perhitungan diawali dengan menghitung kapasitas lubang bor, selanjutnya adalah menghitung volume dan ketinggian semen di dalam lubang bor yang meliputi perhitungan saat *string* atau rangkaian pemboran berada didalam lubang bor, jumlah *sack* semen yang dibutuhkan, *Water Ahead/Behind* dan ketinggian fluida serta volume *displacement* dan yang terakhir adalah menghitung saat *string* tidak berada di dalam lubang bor.

Untuk menghitung kapasitas lubang bor menggunakan persamaan :

$$C_{Dp} = \frac{(ID\ Dp)^2}{1029.4} \quad (1)$$

$$C_{Tubing} = \frac{(ID\ Tubing)^2}{1029.4} \quad (2)$$

$$C_{OH} = \frac{(ID\ OH)^2}{1029.4} \quad (3)$$

$$C_{Ann\ OH\ \&\ Tubing} = \frac{(ID^2\ OH - OD^2\ Tubing)}{1029.4} \quad (4)$$

$$C_{Ann\ Casing\ \&\ DP} = \frac{(ID^2\ Casing - OD^2\ DP)}{1029.4} \quad (5)$$

$$C_{Casing} = \frac{(ID\ Casing)^2}{1029.4} \quad (6)$$

Dimana :

- C_{Dp} : Kapasitas *Drill Pipe* (bbl/ft)
- C_{Tubing} : Kapasitas *Tubing* (bbl/ft)
- C_{OH} : Kapasitas *Open Hole* (bbl/ft)
- C_{Casing} : Kapasitas *Casing* (bbl/ft)
- $C_{Ann\ OH\ \&\ Tubing}$: Kapasitas *Annulus Open Hole* dan *Tubing* (bbl/ft)
- $C_{Ann\ Casing\ \&\ DP}$: Kapasitas *Annulus Casing* dan *Drill Pipe* (bbl/ft)
- ID : *Inside Diameter* (Inch)
- OD : *Outside Diameter* (Inch)

Untuk menghitung volume dan ketinggian semen saat *string* masih di dalam lubang bor menggunakan persamaan :

$$C_{Dp} = (L_{Dp} - TOC) \times 3.281 \times C_{Dp} \quad (7)$$

$$C_{Tubing} = (L_{Tbg} - L_{Dp}) \times 3.281 \times C_{Tubing} \quad (8)$$

$$Ann_{OH\ \&\ Tbg} = (L_{Tbg} - L_{Dp}) \times 3.281 \times C_{Ann\ OH\ \&\ Tbg} \quad (9)$$

$$Ann_{OH\ \&\ DP} = (L_{Tbg} - C_{Shoe}) \times 3.281 \times C_{Ann\ OH\ \&\ DP} \quad (10)$$

$$Ann_{Csg\ \&\ DP} = (C_{Shoe} - TOC) \times 3.281 \times C_{Ann\ Csg\ \&\ DP} \quad (11)$$

Dimana :

- L_{Dp} : *Length of Drill Pipe* (m)

TOC : *Top Of Cement* (m)

C_{Shoe} : *Casing Shoe* (m)

Untuk menghitung jumlah *sack* semen yang dibutuhkan menggunakan persamaan :

$$Sack\ Of\ Cement = \frac{Jumlah\ Slurry}{Yield\ Semen} \quad (12)$$

Untuk menghitung *water ahead/behind* dan ketinggian fluida menggunakan persamaan :

$$Ann_{Csg\ \&\ DP} = (TOC - WA/B) \times 3.281 \times C_{Csg\ \&\ DP} \quad (13)$$

$$C_{DP} = (TOC - WA/B) \times 3.281 \times C_{DP} \quad (14)$$

$$Ketinggian\ Semen = Depth - TOC \quad (15)$$

$$Ketinggian\ WA/B = TOC - WA/B \quad (16)$$

Dimana :

WA/B : *Water Ahead/Behind* (m)

TOC : *Top Of Cement* (m)

Untuk menghitung volume *displacement* menggunakan persamaan :

$$C_{DP} = (WA/B) \times 3.281 \times C_{DP} \quad (17)$$

Untuk menghitung volume dan ketinggian semen saat *string* tidak berada dalam lubang bor menggunakan persamaan :

$$C_{OH} = (D - C_{Shoe}) \times 3.281 \times C_{OH} \quad (18)$$

$$C_{Csg} = (C_{Shoe} - TOC) \times 3.281 \times C_{Csg} \quad (19)$$

$$Total\ Capacity = C_{OH} + C_{Csg} \quad (20)$$

$$Ketinggian\ Semen = Depth - TOC \quad (21)$$

$$Ketinggian\ WA/B = TOC - WA/B \quad (22)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk dapat melaksanakan *balance plug*, tekanan hidrostatik di dalam pipa atau *casing* dan *annulus* harus seimbang. Untuk mencapai kondisi ini fluida pendorong semen harus sama dengan semen, dan ketinggian masing-masing fluida juga harus sama. Untuk menyakinkan *top* dari semen berada pada posisi yang telah di *set* atau ditentukan, volume yang diinjeksikan harus tepat dengan volume yang diperlukan ditambah faktor keamanan. Bila terjadi kelebihan semen, maka semen yang berlebihan tersebut disedot secara *reserved* sampai mencapai ketinggian yang diinginkan.

Sebelum dilakukan perhitungan kebutuhan material yang akan dipakai dalam program *cement plug* terlebih dahulu harus diketahui parameter-parameter yang akan digunakan dalam merencanakan langkah perhitungan. Data-data tersebut berupa data dimensi *casing*, *tubing*, *drill pipe* dan *open hole* (OH) yang berasal dari data profil sumur (Tabel 1).

Tabel 1. Dimensi Ukuran String

	OD (inch)	ID (inch)	Length (m)
Open Hole	$8\frac{1}{2}$	8.500	81.4
Casing	$9\frac{5}{8}$	8.755	1214.0
Drill Pipe	5	4.276	1238.4
Tubing	$2\frac{7}{8}$	2.441	57.0

Perhitungan Kapasitas Lubang Bor

Kapasitas merupakan jumlah minimal *slurry* atau bubur semen yang ada pada tempat tersebut. Perhitungan kapasitas meliputi kapasitas *drill pipe* 5 in, kapasitas *Tubing* $2\frac{7}{8}$, kapasitas *Open Hole* $8\frac{1}{2}$, kapasitas *Annulus* OH $8\frac{1}{2}$ & *Tubing* $2\frac{7}{8}$, kapasitas *Annulus Casing* $9\frac{5}{8}$ & *Drill Pipe* 5 in, kapasitas *Annulus* OH $8\frac{1}{2}$ & *Drill Pipe* 5 in dan kapasitas *Casing* $9\frac{5}{8}$. Untuk perhitungan kapasitas menggunakan persamaan 1 sampai 6. Hasil perhitungan untuk masing-masing kapasitas (*capacity*) dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kapasitas

Capacity	bbl/ft
<i>Drill Pipe</i> 5 in	0.01776
<i>Tubing</i> $2\frac{7}{8}$	0.00578
<i>Open Hole</i> $8\frac{1}{2}$	0.0701
<i>Annulus</i> OH $8\frac{1}{2}$ & <i>Tubing</i> $2\frac{7}{8}$	0.0621
<i>Annulus Casing</i> $9\frac{5}{8}$ & <i>Drill Pipe</i> 5 in	0.0501
<i>Annulus</i> OH $8\frac{1}{2}$ & <i>Drill Pipe</i> 5 in	0.0459
<i>Casing</i> $9\frac{5}{8}$	0.0744

Perhitungan Volume dan Ketinggian

Saat *string* masih di dalam lubang bor

Perhitungan volume bubur semen (*cement slurry*)

Dari hasil perhitungan volume *Drill Pipe* 5 in atau Volume I dengan menggunakan persamaan

(7), besarnya volume atau jumlah minimal dari bubur semen dalam *drill pipe* adalah sebesar 4.475 bbl. Pada perhitungan Volume II atau volume *Tubing* $2\frac{7}{8}$ dengan menggunakan persamaan (8), jumlah minimal *slurry* adalah sebesar 1.0809 bbl. Volume III atau volume antara *Annulus* OH $8\frac{1}{2}$ & *Tubing* $2\frac{7}{8}$ yang dihitung dengan menggunakan persamaan (9), didapatkan jumlah *slurry* sebanyak 11.613 bbl. Pada perhitungan Volume IV atau volume antara *Annulus* OH $8\frac{1}{2}$ & *Drill Pipe* 5 in dengan menggunakan persamaan (10), didapatkan jumlah *slurry* sebesar 2.674 bbl. Sedangkan pada perhitungan volume antara *Annulus Casing* $9\frac{5}{8}$ & *Drill Pipe* 5 in atau Volume V yang dihitung dengan menggunakan persamaan (11), didapatkan jumlah minimal *slurry* atau bubur semen sebanyak 8.613 bbl. Volume total dari bubur semen yang di pergunakan dalam program *cement plug* adalah sebanyak 29.455 bbl.

Tabel 3. Volume bubur semen (*cement slurry*)

Vol	Capacity	bbl
I	<i>Drill Pipe</i> 5 in	4.475
II	<i>Tubing</i> $2\frac{7}{8}$	1.0809
III	<i>Annulus</i> OH $8\frac{1}{2}$ & <i>Tubing</i> $2\frac{7}{8}$	11.613
IV	<i>Annulus</i> OH $8\frac{1}{2}$ & <i>Drill Pipe</i> 5 in	2.674
V	<i>Annulus Casing</i> $9\frac{5}{8}$ & <i>Drill Pipe</i> 5 in	8.613
Total Jumlah Slurry		29.455

Perhitungan Jumlah Sack Semen

Pada sumur X, zona atau interval *open end* penyemenan adalah sebesar 81.4 meter didapatkan volume bubur semen (*cement slurry*) untuk penyemenan sebanyak 29.455 bbbs (165.36 cuft) atau sebanyak 155 sax semen. Untuk perhitungan jumlah sax semen, dihitung dengan persamaan (12):

$$\text{Sack Of Cement} = \frac{\text{Jumlah Slurry}}{\text{Yield Semen}}$$

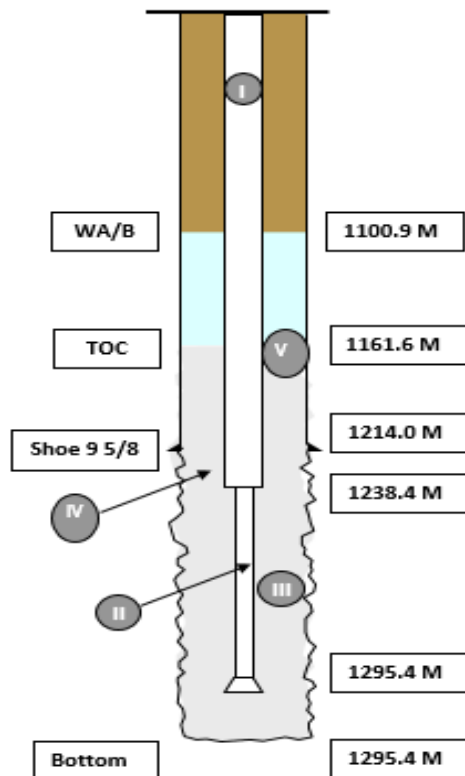
Nilai *Yield Cement* adalah sebesar 1.07 cuft/sax yang bersumber dari data Laboratorium.

Water Ahead/Behind dan Ketinggian Fluida.

Water Ahead (WA) pada sumur X adalah pada *Annulus Casing* $9\frac{5}{8}$ & *Drill Pipe* 5 in sedangkan *Water Behind* (WB) berada pada *drill pipe* 5 in. Volume *water ahead* (WA) adalah 9.97 bbl (56.01 cuft), sedangkan volume *water behind*

(WB) adalah 3.537 bbl (19.85 cuft). Perhitungan volume *water ahead/behind* (WA/B) pada sumur X mempergunakan persamaan (13) dan (14).

Ketinggian semen dan ketinggian *water ahead/behind* (WA/B) pada saat *string* masih berada dalam lubang sumur adalah 133.8 m (438.99 ft) untuk ketinggian semen dan 60.7 m (199.15 ft) untuk ketinggian *water ahead/behind* (WA/B). Hasil ini didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan (15) dan (16).



Gambar 1. Saat *string* masih di dalam Lubang

Volume Displacement

Displacement merupakan fluida yang dipergunakan untuk menempatkan *slurry* atau bubur semen ke zona atau daerah yang akan dilakukan *plug*. Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (17), volume *displacement* adalah sebesar 64.15 bbl.

Pada saat *string* tidak berada dalam lubang

Volume bubur semen.

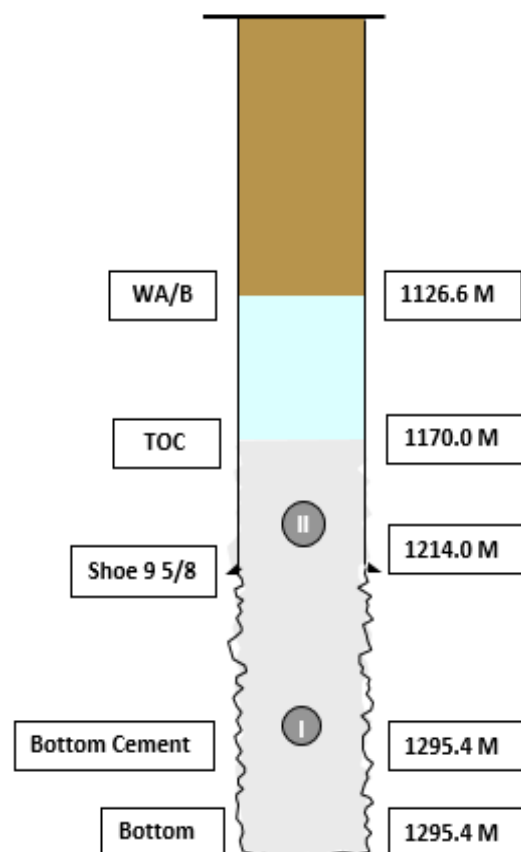
Volume bubur semen pada saat *string* tidak berada dalam lubang bor hanya dihitung volume kapasitas *Open Hole* 8.5 in dan kapasitas *Casing* $9\frac{5}{8}$. Perhitungan masing-masing kapasitas menggunakan persamaan 18 dan 19.

Total kapasitas bubur semen pada saat *string* tidak berada dalam lubang bor didapatkan sebesar 165.39 cuft. Jumlah ini didapatkan dari penjumlahan kapasitas *Open Hole* 8.5 in dengan kapasitas *Casing* $9\frac{5}{8}$ (Persamaan 20).

Ketinggian semen dan *water ahead/behind* (WA/B)

Ketinggian semen pada saat *string* dicabut (tidak berada dalam lubang bor) adalah pada ketinggian 411.43 ft atau 125.4 m, hasil ini didapatkan dengan perhitungan menggunakan Persamaan 21.

Ketinggian *Water Ahead/Behind* (WA/B) berada pada ketinggian 43.4 m atau 142.39 ft. Perhitungan menggunakan Persamaan 22.



Gambar 2. Saat *string* tidak berada dalam lubang

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang dilakukan mengenai kebutuhan material penyemenan dengan metode *Balance Plug* pada Sumur X, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Total volume bubur semen (*cement slurry*) yang dibutuhkan adalah sebesar 29.455 bbl.

2. Jumlah *sack cement* yang dibutuhkan untuk penyemenan zona atau interval *open end* penyemenan sebesar 81.4 meter adalah sebanyak 155 *sax* semen.
3. Ketinggian semen pada saat *string* masih berada dalam lubang sumur adalah 133.8 m atau 438.99 ft sedangkan ketinggian *water ahead/behind* (WA/B) pada saat *string* masih berada dalam lubang sumur adalah 60.7 m atau 199.15 ft.
4. Pada saat *string* tidak berada dalam lubang, total kapasitas bubuk semen adalah sebesar 165.39 cuft (29.45 bbl).
5. Ketinggian semen pada saat *string* tidak berada dalam lubang sumur adalah 411.43 ft atau 125.4 m ft sedangkan ketinggian *water ahead/behind* (WA/B) pada saat *string* tidak berada dalam lubang sumur adalah 43.4 m atau 142.39 ft.
6. Total volume fluida yang dibutuhkan untuk mendorong bubuk semen ke zona penyemenan (*displacement*) adalah sebesar 64.15 bbl.

DAFTAR PUSTAKA

- Prasetyo, E., Arief, T., Prabu, U.A, “Perencanaan Squeeze Cementing Metode Balance Plug Pada Sumur X dan Sumur Y di Lapangan Ogan PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih”. Universitas Sriwijaya.
- Rakhmansyah, R., Aboekasan, W (2015), “Evaluasi Penyemenan Liner 4 ½ di Sumur X ST (Sidetrack) Dengan Inklinasi Sebesar 76°”. Seminar Nasional Cendekiawan.
- Rubiandini, R, R.S (2012), “Teknik Operasi Pemboran”. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Sahbudin., Komar, S., Amin, M, “Perencanaan Penyemenan Casing 7 Inch Dengan Metode Dual Stage Cementing Pada Sumur NR-X Lapangan Limau di PT. Pertamina Drilling Services Indonesia Area Sumbagsel, Prabumulih”. Universitas Sriwijaya.
- Yazid, F.E., Hamid, A., Affifah, A.N (2015), “Evaluasi Penyemenan Casing Liner 7 Pada Sumur X-1 dan Y-1 Blok LMG”. Seminar Nasional Cendekiawan