

Evaluasi Perencanaan Desain Casing Pada Sumur SELONG-1 Di Lapangan Selong

Hendri Kurniantoro, Mu'min Prijono Tamsil
Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti

Abstrak

Perencanaan casing merupakan salah satu faktor yang harus dicermati dalam operasi pemboran. Hal tersebut bertujuan mendapatkan rangkaian casing yang kuat secara teknis agar proses produksi dapat dilakukan sesuai rencana. Umumnya perencanaan casing dipengaruhi berdasarkan tingkat keamanan dan keekonomisan untuk dipergunakan pada suatu sumur. Penentuan letak kedudukan casing ini menggunakan metode korelasi dan evaluasi dari sumur disekitarnya. Evaluasi perencanaan desain casing sumur SELONG-1 yang memiliki konfigurasi existing casing yaitu conductor casing 20" menggunakan grade K-55 94 ppf, untuk surface casing 13 3/8" menggunakan grade K-55 54,5 ppf, untuk intermediate casing 9 5/8" menggunakan L-80 53,5 ppf dan untuk liner 7" menggunakan grade N-80 26 ppf. Evaluasi ini membahas apakah grade existing casing yang dipergunakan pada lapangan SELONG sudah cukup aman dan ekonomis dipergunakan untuk sumur SELONG-1. Metode yang digunakan pada evaluasi ini adalah metode maximum load yakni menghitung beban burst maksimal mengasumsikan terjadi pada saat proses produksi dan beban collapse maksimal mengasumsikan terjadi pada saat mendapat tekanan dari semen di luar casing. Dengan diketahui besarnya pembebanan yang bekerja pada casing, maka dapat dipilih ukuran casing, grade casing, berat, dan tipe sambungannya sehingga diharapkan tepat dengan kondisi yang diinginkan baik secara teknis dan ekonomis. Hasil didapat dari evaluasi ini adalah untuk surface casing 13 3/8" diturunkan menjadi grade casing H-40 48 ppf, berikutnya intermediate casing 9 5/8" diturunkan menjadi grade casing M-65 40 ppf dan untuk liner 7" diturunkan M-65 20 ppf. Sedangkan untuk conductor casing 20" tetap menggunakan K-55 94 ppf karena berfungsi hanya untuk menahan lubang bor dipermukaan. Total perhitungan biaya casing yang didapatkan untuk existing casing sebesar \$ 420.407,89 dan total perhitungan biaya casing hasil optimasi sebesar \$ 346.772,3.

Kata kunci: desain casing, optimasi, evaluasi, burst, collapse, tension

Pendahuluan

Setelah pemboran minyak dan gas mencapai titik kedalaman tertentu, maka ke dalam sumur tersebut perlu dipasang casing yang dilanjutkan dengan proses penyemenan. Adapun tujuan utama dari pada desain casing adalah memasang rangkaian casing yang kuat untuk melindungi sumur baik selama pemboran maupun produksi.

Pada sumur Selong-1 dirancang desain casing dengan susunan casing conductor, surface casing, intermediate casing, dan liner. Evaluasi hasil perencanaan desain casing ini dibandingkan terhadap casing yang telah terpasang sehingga didapatkan suatu rangkaian yang lebih efektif, ekonomis serta pemilihan casing yang tepat dengan kondisi sumur tersebut.

Pembahasan masalah pada penulisan laporan tugas akhir ini dibatasi pada pembuatan casing yang merupakan hasil evaluasi dan optimasi dari pelaksanaan sebelumnya dengan menggunakan casing setting depth pada program awal. Yang pada akhirnya akan dibandingkan tingkat keekonomisan desain awal dengan desain hasil optimasi. Sehingga didapat acuan yang lebih baik, terhadap kekurangan pemasangan casing sebelumnya, dan juga menjadi acuan untuk perencanaan pelaksanaan pemasangan casing sumur selanjutnya

Problem Statement

Permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah adanya desain casing yang kurang optimal. Yang dimaksudkan kurang optimal adalah pemilihan *grade* casing masih bisa lebih efektif. Untuk dapat mengetahui desain casing yang lebih baik, dilakukan evaluasi pembebanan yang terjadi pada setiap casing. Evaluasi pembebanan yang dilakukan adalah evaluasi pembebanan burst, collapse, tension pada setiap rangkaian

Teori Dasar

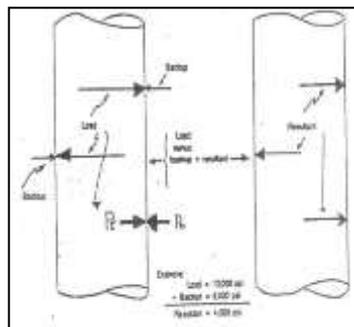
Metoda yang digunakan untuk mendesain casing ini adalah metode *Maximum Load* yang akan mengasumsikan kondisi terburuk yang dapat terjadi pada masing-masing pembebanan casing. Dengan metode ini, diharapkan diperoleh desain casing yang dapat menahan pembebanan terburuk atau maksimal yang mungkin dialami oleh casing di kemudian hari.

Pada metoda *maximum load*, penentuan jenis kondisi dilakukan berdasarkan kondisi terburuk yang dialami oleh rangkaian casing, kondisi – kondisi tersebut adalah :

1. Beban burst maksimal terjadi pada saat sumur mengalami kick.
2. Beban collapse maksimal terjadi pada saat sumur mengalami *lost circulation*.

Beban Burst

Tekanan burst adalah tekanan minimum yang dapat menyebabkan pecahnya casing. Beban burst berasal dari tekanan kepala sumur, tekanan hidrostatis lumpur, tekanan pada saat penyemenan, stimulasi dan semua kondisi yang dapat menyebabkan harga P_i (internal) – P_e (eksternal) positif.



Gambar 1. Kondisi Pembebanan Beban Burst

Perhitungan beban burst untuk masing-masing jenis casing pada dasarnya sama, yaitu perhitungan nilai pressure load dan pressure back up. Namun yang berperan sebagai pressure yang masuk (load) dan pressure yang membantu menahan pressure yang masuk (back up) untuk masing-masing jenis casing berbeda-beda.

Surface Casing

Pada surface casing batasan tekanan maksimum hanya terdapat pada *casing shoe* sebesar tekanan injeksi.

Pada casing shoe

$$P_{burst\ pada\ shoe} = IP - Pe \quad (1)$$

$$IP = 0,052 (Gfr + SF) D \quad (2)$$

Pada kenyataannya casing juga mendapat tekanan dari luar/ P eksternal (P_e) untuk membantu casing menahan beban burst. Pada metoda ini beranggapan bahwa tekanan di luar casing sama dengan tekanan hidrostatik kolom air asin.

$$P_e = 0,456 \times L_s \quad (3)$$

Pada permukaan

$$P_s = IP - (0,052 \times \rho g \times L_s) \quad (4)$$

Setelah mendapatkan IP sebagai tekanan internal (load) dan P_e sebagai tekanan eksternal, dihitunglah resultan yang kemudian dikalikan dengan design factor.

Intermediate Casing

Beban Burst di dalam casing intermediate diasumsikan dibentuk dua macam fluida yaitu lumpur terberat yang akan digunakan gas. Dengan menggunakan densitas lumpur terberat dalam perhitungan maka berarti tekanan hidrostatik lumpur pada casing lebih besar, sehingga diharapkan dapat memperoleh casing dengan kualitas paling kuat.

Pada permukaan

$$\text{Tekanan burst pada surface} = \text{Tekanan BOP} \dots\dots\dots(5)$$

Pada casing shoe

$$P \text{ pada casing shoe} = P_i - P_e \quad (6)$$

$$P_i = PBOP + G_{pm} \times H_m + G_{pg} \times H_g \quad (7)$$

$$PBOP = IP - (G_{pg} \times H_{g1} + G_{pm}' \times H_m) \quad (8)$$

$$CSD' = H_g + H_m \quad (9)$$

$$H_{g1} = CSD - H_m \quad (10)$$

$$P_e = G_{sw} \times CSD \quad (11)$$

Tekanan Burst pada H_m

$$= (PBOP + G_{pm}' \times H_m) - (G_{sw} \times H_m) \quad (12)$$

Production Casing

Pada sumur produksi pada umumnya ruang antara tubing dan production casing diisi oleh suatu fluida yang biasa dikenal dengan completion fluid. Densitas packer fluid ini sama dengan densitas fluida yang terdapat di luar production casing (air asin) yaitu sekitar 9 ppg. Dengan demikian pada kondisi normal tekanan hidrostatik kedua fluida pada casing akan saling meniadakan. Hal ini menyebabkan casing tidak menerima beban burst maupun collapse.

Pada Permukaan

$$P_s = BHP \quad (13)$$

Pada casing shoe

$$P_{cs} = P_s + 0,052 \rho_{pf} D3.14 \quad (14)$$

Umumnya densitas completion fluid dipakai yang ringan agar tidak menimbulkan beban burst yang besar pada casing shoe. Tekanan di luar casing sebagaimana diketahui adalah minimal sebesar tekanan hidrostatik air asin.

$$P_e = 0,465 \times D \quad (15)$$

Beban Collapse

Tekanan collapse adalah tekanan minimum yang dikenakan pada casing sehingga menyebabkan casing tersebut collapse.

Surface Casing

Pada surface casing penyemenan umumnya dilakukan sampai ke permukaan. Tinggi kolom semen ini memberikan beban collapse pada casing yang besarnya sama dengan tekanan hidrostatik semen. Tekanan eksternal (P_e) pada beban collapse adalah sebagai load. Untuk kedalaman = 0, $P_e = 0$. Sedangkan kedalaman lainnya yang dihitung adalah kedalaman semen lead dan tail.

$$P_{e \text{ lead}} = 0,052 \times \rho_s \times L_c \quad (16)$$

$$P_{e \text{ tail}} = P_{e \text{ lead}} + (0,052 \times \rho_s \times L_c) \quad (17)$$

Dimana densitas dan panjangnya adalah untuk semen tail.

Intermediate Casing

Beban collapse pada intermediate casing terdiri atas tekanan hidrostatik lumpur saat casing dipasang dan tekanan hidrostatik semen.

$$P_1 = 0,052 \cdot \rho_m \cdot L_{m1} \quad (18)$$

$$P_1 = 0,052 (\rho_m \cdot L_{m1} + \rho_s H_s) \quad (19)$$

Asumsi pada *intermediate casing* adalah terdapatnya zona *lost circulation* di bawah kaki liner sehingga terbentuk kolom fluida dan kolom gas. Gradien formasi pada zona *lost circulation* adalah $0,465 \text{ psi/ft}$ (setara dengan berat lumpur 8,94 ppg). Dengan demikian hal ini akan memberikan tinggi kolom lumpur tersisa di dalam casing yang paling kecil. Jadi tekanan formasi minimum pada kaki casing adalah :

$$P_{f \text{ min}} = 0,465 \times D_2 \quad (20)$$

Dan tekanan hidrostatik lumpur terberat pada kaki casing setelah *lost* adalah :

$P_h \text{ terberat @ casing shoe}$

$$= 0,052 \times \rho_{m2} \times L_{m2} = 0,052 \times \rho_{m2} \times (D_2 - D_3) \dots \dots \dots (21)$$

Sehingga didapatkan :

$$D_3 = \frac{0,052 \cdot \rho_{m2} \cdot D_2 - 0,465 D_2}{0,052 \cdot \rho_{m2}} \quad (22)$$

Kemudian dicari resultan dari pengurangan beban collapse dan kemudian desain beban collapse yang diambil didapat dari resultan yang dikalikan dengan desain faktor.

Production Casing

Seperti pada intermediate casing maka beban collapse pada production casing juga terdiri atas tekanan hidrostatik lumpur saat casing dipasang dan tekanan hidrostatik semen di anulus.

$$P_1 = 0,052 \times \rho_m \times L_m \quad (23)$$

$$P_2 = P_1 + (0,052 \times \rho_s \times H_s) \quad (24)$$

Ruang antara tubing dan production casing diisi oleh completion fluid. Kondisi terburuk terjadi apabila penyekat di dasar sumur bocor sehingga seluruh kolom packer fluid menghilang/ lost.

Beban Tension

Setiap sambungan casing harus menanggung berat rangkaian casing yang tergantung di bawahnya. Jadi beban tension terbesar terdapat di permukaan dan mengecil sampai nol pada ujung rangkaian casing.

Pemboran pada umumnya tidaklah menghasilkan lubang yang benar-benar lurus, melainkan ada deviasi. Casing yang dipasang pada lubang yang mengalami deviasi ini akan memperbesar beban tension.

Pada perhitungan beban tension dimisalkan rangkaian casing terdiri dari beberapa seksi berada di dalam lumpur dengan densitas tertentu. Maka pertama kali dilakukan perhitungan *bouyancy factor* (BF).

$$BF = 1 - \frac{\rho_m}{65,5} \quad (25)$$

Lalu masing – masing berat casing pada tiap seksi yang sudah dipengaruhi *bouyancy factor* dihitung dengan persamaan sbb:

$$WM = L_1 \cdot wa \cdot BF \quad (26)$$

Evaluasi Perencanaan Desain Casing

Sumur produksi SELONG-1 merupakan salah satu sumur di Lapangan SELONG.. Jenis sumur SELONG-1 ini adalah sumur *vertical* dengan kedalaman mencapai 6400 ft. Sumur SELONG-1 ini dalam pelaksanaannya, sumur ini menggunakan konfigurasi *conductor casing 20"*, *surface casing 13 3/8"*, *intermediate casing 9 5/8"* dan *liner casing 7"*. *Conductor casing 20"* hanya sebagai penahan lubang bor dipermukaan.

Tabel 1. Program Casing Existing

<i>Hole Section</i>	<i>OD Casing</i>	<i>Interval, MD-ft</i>	<i>Grade Casing</i>	<i>Weight, ppf</i>
17 1/2"	13 3/8"	188-1570	K-55	54.5
12 1/4"	9 5/8"	1570-4350	L-80	53.5
8 1/2"	7"	4037 – 6430	N-80	26

Selanjutnya akan dilakukan evaluasi casing dari data yang didapatkan dievaluasi untuk mengetahui apakah kelas atau grade casing yang digunakan sudah optimal atau belum. Evaluasi penentuan apakah casing tersebut sudah optimal untuk menentukan grade casing.

Evaluasi Beban Casing

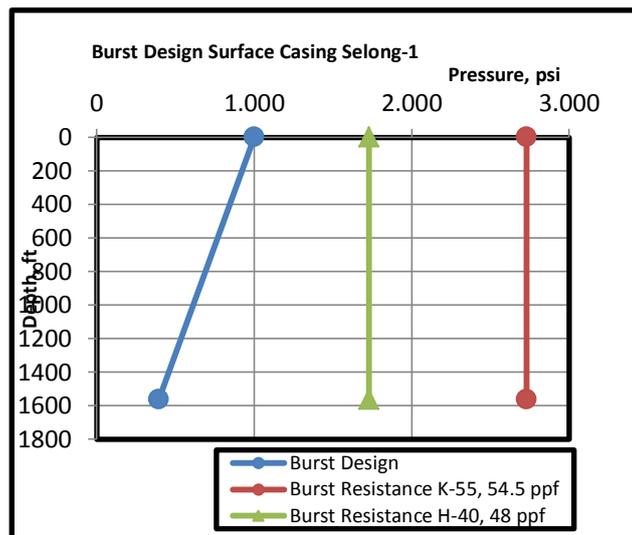
Evaluasi beban casing yang dilakukan untuk sumur SELONG-1 adalah dengan menggunakan metode *Maximum Load*. Metoda ini akan mengasumsikan kondisi terburuk yang dapat terjadi pada masing-masing pembebanan casing. Dengan metode ini

diharapkan diperoleh desain casing yang dapat menahan pembebanan terburuk atau maksimal yang mungkin dialami oleh casing di kemudian hari.

Spesifikasi casing yang dipilih dapat dinyatakan aman apabila nilai *safety factor* pada ketentuan lebih besar dibanding dengan nilai *safety factor* yang dihitung. Nilai ini didapat dari pengalian nilai perhitungan dengan nilai *safety factor*. Untuk mengetahui perbedaan yang didapat dengan *safety factor* standar, pada penjelasan di bawah ini akan dibahas.

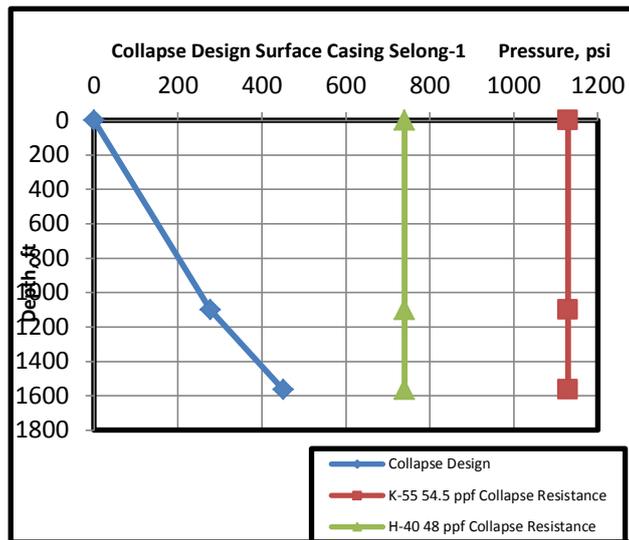
Surface Casing 13 3/8"

Pada surface casing ini digunakan casing dengan grade K-55 54,5 ppf. Casing ini mempunyai ketahanan burst sebesar 2730 psi dan ketahanan collapse sebesar 1130 psi. Dari evaluasi casing ini, casing grade K-55 54,5 ppf masih bisa diturunkan ke grade casing H-40 48 ppf yang memiliki kekuatan untuk menahan beban burst sebesar 1730 psi dan menahan beban collapse sebesar 740 psi, Hasil dari evaluasi burst dan collapse casing 13 3/8" ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



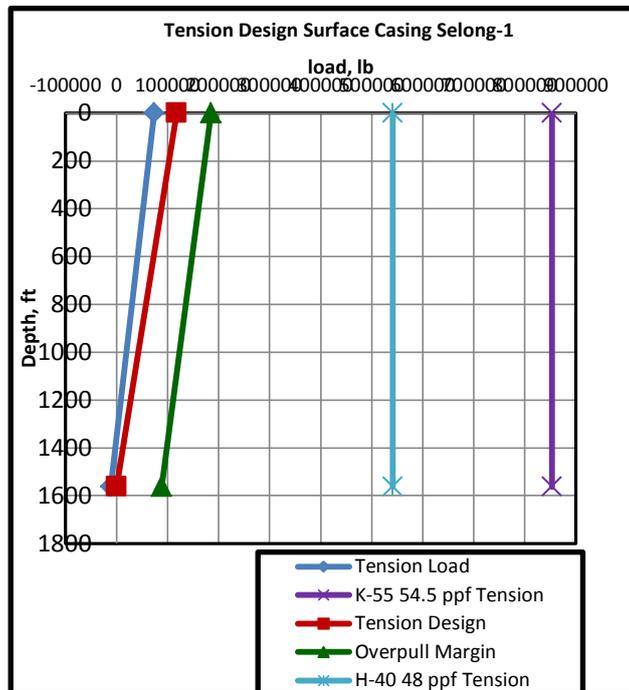
Gambar 2. Hasil Optimasi Burst Casing Surface 13 3/8" Selong-1

Berikut ini gambar hasil evaluasi collapse casing surface 13 3/8”



Gambar 3. Hasil Optimasi Collapse Casing Surface 13 3/8” Selong-1

Selain ketahanan dalam burst dan collapse. Di evaluasi juga nilai terhadap ketahanan casing dalam menahan berat tension rangkaian. Diketahui K-55 54,5 ppf dapat menahan berat tension sebesar 853000 lb dan grade casing H-40 48 ppf dapat menahan berat tension sebesar 541000 lb sebagaimana gambar dibawah ini

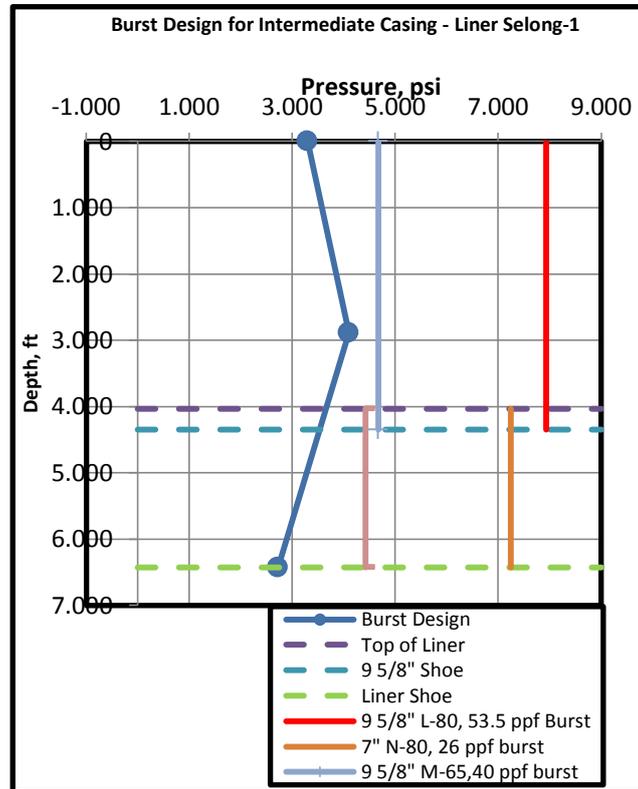


Gambar 4. Hasil Optimasi Tension Casing Surface 13 3/8” Selong-1

Setelah dilakukan evaluasi pada trayek surface casing 13 3/8” , selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap Intermediate casing dan liner seperti yang akan dijelaskan di bawah ini

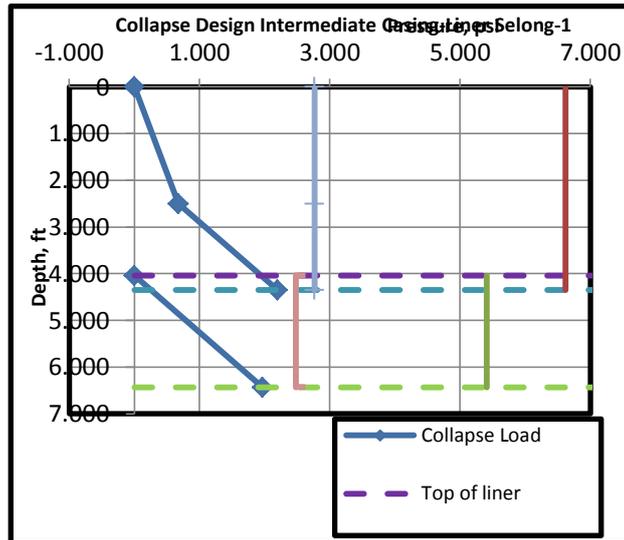
3.3.2 Evaluasi Intermediate Casing 9 5/8” dan Liner 7”

Pada casing Intermediate 9 5/8" ini digunakan casing dengan grade L-80 53,5 ppf. Casing ini mempunyai ketahanan burst sebesar 7930 psi dan ketahanan collapse sebesar 6620 psi. Dari evaluasi casing ini, casing grade L-80 53,5 ppf masih bisa diturunkan ke grade casing M-65 40 ppf yang memiliki kekuatan untuk menahan beban burst sebesar 4670 psi dan menahan beban collapse sebesar 2770 psi, Hasil dari evaluasi burst dan collapse casing 9 5/8" ini dapat dilihat pada gambar di bawah dapat dilakukannya optimasi ke grade lebih rendah



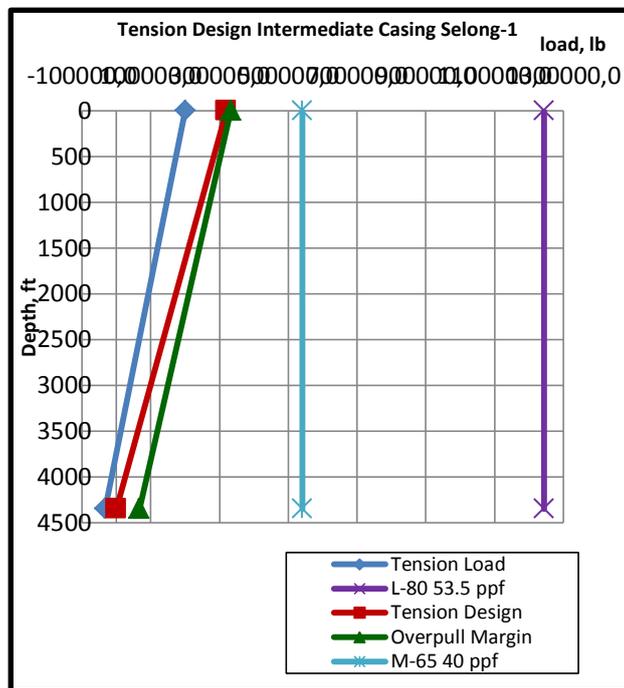
Gambar 5. Hasil Optimasi Burst Intermediate Casing–Liner Selong-1

Pada gambar di atas Liner 7" menggunakan casing dengan grade N-80 26 ppf. Dengan ketahanan burst sebesar 7240 psi dan ketahanan collapse sebesar 5410 psi. Dari evaluasi casing ini, casing grade N-80 26 ppf masih bisa diturunkan ke grade casing M-65 40 ppf dengan ketahanan burst sebesar 4420 psi dan menahan beban collapse sebesar 2480 psi.



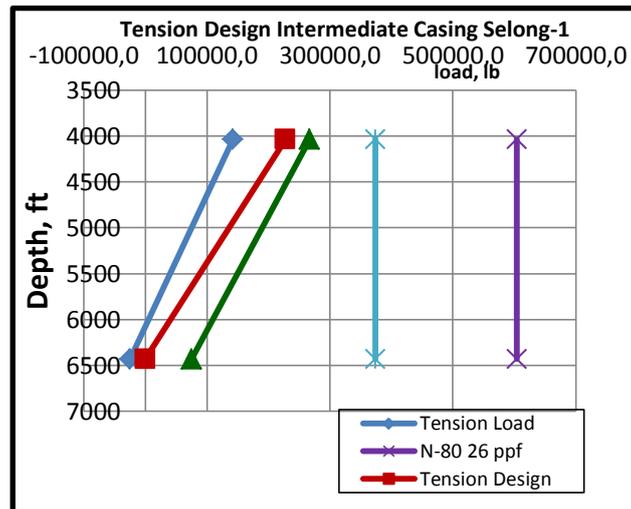
Gambar 6. Hasil Optimasi Collapse Intermediate Casing - Liner Selong-1

Selain ketahanan dalam burst dan collapse. Di evaluasi juga ketahanan casing dalam menahan berat tension rangkaian. Diketahui untuk Intermediate casing 9 5/8” grade L-80 53,5 ppf dapat menahan berat tension sebesar 1244000 lb dan grade casing M-65 40 ppf dapat menahan berat tension sebesar 745000 lb.



Gambar 7. Hasil Optimasi Tension Casing Intermediate 9 5/8”Selong-1

Dan untuk Liner casing 7” grade N-80 26 ppf dapat menahan berat tension sebesar 604000 lb dan grade casing M-65 20 ppf dapat menahan berat tension sebesar 374000 lb. seperti dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Hasil Optimasi Tension Casing Liner 7" Selong-1

Setelah dilakukan evaluasi terhadap pembebanan setiap trayek didapatkan hasil optimalisasi grade casing yang berefek pada tingkat keekonomisan perencanaan desain casing itu sendiri, berikut akan di jelaskan perkiraan analisa biaya perencanaan desain casing sumur selong-1

Perhitungan Total Biaya Casing Sumur Selong-1

Selanjutnya aspek keekonomisan casing merupakan salah satu aspek yang diperhitungkan dalam perencanaan desain casing suatu sumur. Nilai keekonomisan dicari berdasarkan grade casing yang tersedia dan mampu menahan resistance sumur tersebut. Dan juga merupakan salah satu usaha untuk mengetahui dan bertujuan menghemat biaya pemboran sumur itu sendiri. Dibawah merupakan Tabel perkiraan biaya antara existing grade casing dan perkiraan biaya hasil optimasi grade casing sumur selong-1

Tabel 2. Biaya Existing Grade Casing Selong-1

Casing	Grade Casing	Length (ft)	Total Joint (R3)	Price Per Joint	Price Per Trayek
20"	K -55	188	5	\$ 3.416,55	\$ 20.499,00
13-3/8"	K - 55	1564	42	\$ 2.155,92	\$ 90.548,64
9-5/8"	L - 80	4338	120	\$ 2.057,00	\$ 246.840,00
7"	N - 80	2400	64	\$ 961,85	\$ 62.520,25
Total Biaya					\$ 420.407,89

Berikut table 3.6 perkiraan biaya hasil optimasi grade casing selong-1:

Tabel 3. Biaya Hasil Optimasi Grade Casing Selong-1

Casing	Grade Casing	Length (ft)	Total Joint (R3)	Price Per Joint	Price Per Trayek
20"	K -55	188	5	\$ 3.416,55	\$ 20.499,00
13-3/8"	H - 40	1564	42	\$ 1.845,35	\$ 77.504,7
9-5/8"	M - 65	4338	120	\$ 1.659,78	\$ 199.173,-
7"	M - 65	2400	64	\$ 763.00	\$ 49.595,
Total Biaya					\$ 346.772,3

Dari kedua tabel diatas dapat dilihat bahwa di antara tabel 3.5 perkiraan biaya existing grade casing sumur selong-1 dengan tabel 3.6 perkiraan biaya hasil optimasi grade casing sumur selong-1 di hasilkan selisih harga yang cukup signifikan sebesar \$ 73.635,-. Atau efisiensi harga sekitar 17.5% dari harga existing grade casing dari \$ 420.407,- , setelah di lakukan penurunan grade atau optimasi menjadi \$ 346.772,- .

Hasil dan Pembahasan

Sumur NEB-91 ini memiliki desain casing sebelumnya, yaitu *surface*, *intermediate* dan *liner*. Dengan diameter luar untuk *surface casing* adalah 13 3/8", *intermediate casing* 9 5/8", dan *liner* sebesar 7". Kemudian casing – casing *existing* ini dihitung nilai kekuatan atas pembebanannya. Pembebanan yang dihitung adalah beban *burst*, *collapse*, dan *tension* dengan menggunakan metode *Maximum Load design*.

Dalam pengaplikasiannya, metoda maksimum load menggunakan asumsi keadaan terburuk untuk setiap pembebanannya kepada masing – masing casing. Maka casing yang dipilih harus memiliki ketahanan yang mempunyai nilai lebih atau sama dengan nilai desain pembebanan pada masing – masing casing sehingga dapat dikategorikan aman. Untuk sumur NEB-91 ini nilai pembebanan *burst* diasumsikan dengan terjadinya semburan dari bawah sehingga menyebabkan kolom lumpur naik yang menyebabkan terbentuknya kolom gas di bawah kolom lumpur. Sedangkan pada beban *collapse* diasumsikan keadaan terburuknya adalah ketika casing kosong terjadi *loss* sirkulasi dimana lumpur akan masuk atau hilang ke dalam formasi.

Perhitungan masing – masing pembebanan casing perlu dikalikan dengan angka yang disebut *safety factor* agar ada batas aman untuk ketahanan casing yang akan dipilih. Besar *safety factor* pada masing – masing pembebanan harus masuk ke dalam standar *safety factor* API. *Safety factor* yang digunakan pada perhitungan pembebanan casing sumur NEB-91 ini adalah:

1. Collapse = 1,1
2. Burst = 1,1
3. Tension = 1,2 - 1,8 (dipilih 1,6)

Surface Casing 13 3/8"

Pada casing *surface* dengan OD 13 3/8" di sumur NEB-91 grade casing *existing* yang digunakan adalah K-55 dengan MW sebesar 54.5 ppf yang mempunyai interval kedalaman 0 – 1925 feet-TVD. Casing dengan grade ini memiliki ketahanan *burst* sebesar 2730 psi dan ketahanan *collapse* sebesar 1130. Setelah dilakukan perhitungan,

pembebanan yang akan terjadi pada casing ini mempunyai nilai burst sebesar 1124 psi pada surface, dan 444 pada casing shoe-nya. Setelah dikalikan dengan *safety factor* didapatkan nilai desain pembebanan burst yang harus dipenuhi untuk *surface* casing 13 3/8" sebesar 1236 psi untuk pembebanan burst di surface, dan 489 psi pada casing shoe-nya. Casing H-40 dengan W_a sebesar 48 ppf merupakan grade casing yang lebih optimal untuk digunakan pada casing 13 3/8" ini. *Safety factor* burst yang didapatkan dengan menggunakan grade casing H-40 W_a : 48 ppf adalah sebesar 1730 psi

Selanjutnya untuk pembebanan collapse pada casing surface 13 3/8" didapatkan resultan untuk masing – masing kedalaman adalah 0 psi untuk kedalaman 0 feet, 1082 psi untuk kedalaman *cement lead* 1665 feet, serta 228 psi untuk kedalaman casing shoe nya 325 feet. Setelah dikalikan dengan design factor sebesar 1,1 didapatkan desain nilai pembebanan yang harus ditahan, yaitu secara berturut – turut 0 psi, 1831.5 psi, dan 250.8 psi. collapse resistance untuk surface casing 13 3/8" adalah sebesar 1130 psi, sehingga masih kuat untuk menahan collapse load pada tipe casing ini. Dan ini adalah jenis casing yang paling optimal, tetapi bila ingin lebih optimal dapat digunakan grade casing H-40 dengan W_a sebesar 48 ppf yang memiliki ketahanan collapse sebesar 740 psi.

Intermediate Casing 9 5/8"

Pada evaluasi perhitungan pembebanan casing intermediate 7" didapatkan grade casing yang masih bisa dioptimasi. Optimasi yang terjadi adalah dari casing grade L-80 W_a 53.5 ppf menjadi K-55 W_a 36 ppf.

Hal ini dapat dibuktikan dari hasil pembebanan desain nya. Untuk beban burst pada surface didapatkan nilai sebesar 1954.06 psi, sedangkan untuk beban burst pada casing shoe didapatkan sebesar 443,03 psi. pembebanan tersebut belum dikalikan dengan *safety factor* untuk pembebanan burst sebesar 1,1, sehingga didapatkan secara berturut – turut nilai desain burst yang harus dipenuhi adalah sebesar 2149.47 psi untuk surface dan 487.33 psi untuk casing shoe. Burst rating untuk casing existing adalah 7930 psi, sedangkan burst rating untuk grade casing optimasi adalah 3520 psi.

Dalam perhitungan beban collapse intermediate casing 9 5/8" didapatkan harga collapse pada surface adalah sebesar 0 psi, harga collapse untuk kedalaman 3820 feet-TVD adalah sebesar 1883 psi. Setelah dikalikan dengan design factor didapatkan harga collapse desain untuk masing – masing kedalaman secara berturut – turut adalah: 0 psi dan 2071.3 psi. Ketahanan collapse sebesar 6620 psi mampu menahan beban collapse secara baik, karena nilai desain beban collapse casing ini berada di bawah nilai ketahanan grade casing L-80 W_a : 53.5 ppf, sedangkan collapse rating untuk grade casing optimasi adalah 2020 psi.

Liner 7"

Liner 7" L80-26 ppf sudah cukup baik dengan ketahanan burst dan collapse sebesar 7240 psi dan 5410 psi. Apabila masih ingin dioptimalkan, bisa menggunakan K55-20 ppf yang memiliki ketahanan burst dan collapse sebesar 3740 dan 2270 psi.

Kesimpulan & Saran

Setelah mengevaluasi perencanaan desain casing dengan parameter pemboran yang ada, dapat diambil kesimpulan dan saran, sebagai berikut :

1. Metode *maximum load* adalah metode yang dipakai dalam evaluasi perencanaan desain casing ini, yaitu mengasumsikan beban collapse maksimum saat mendapat tekanan dari semen dan beban burst maksimum ketika sumur berproduksi

2. Penggunaan *conductor casing* 20" K-55 94 ppf sudah aman sehingga dapat digunakan dan tidak perlu dioptimasi lagi. Conductor casing pada sumur Selong-1 berfungsi untuk menjaga lubang bor di permukaan
3. *Penggunaan Surface casing* 13 3/8" K-55 54.5 ppf pada sumur Selong-1 bisa dioptimasi menjadi grade H-40 48 ppf
4. Penggunaan *intermediate casing* 9 5/8" L-80 53.5 ppf bisa dioptimasi menjadi grade M-65 40 ppf. Dengan menurunkan grade trayek ini cukup signifikan dalam nilai keekonomisan total perhitungan biaya desain casing sumur Selong-1
5. Dan penggunaan Liner 7" N-80 26 ppf sudah cukup baik tapi masih bisa di optimasi lagi menjadi grade M-65 20 ppf
6. Total perhitungan biaya existing desain casing sumur Selong-1 adalah sebesar \$ 420.407,89 dan total perhitungan biaya desain casing hasil optimasi sumur Selong-1 adalah sebesar \$ 346.772,3
7. Terdapat efisiensi hasil optimasi yang dilakukan sebesar 17,5 % dari harga existing desain casing sumur Selong-1 sebesar \$ 73.635,- .

Daftar Simbol

ρ_m	= Berat lumpur, lb/ft ³
ρ_s	= Berat fluida pada keadaan static, lb/ft ³
BF	= Bouyancy factor
D	= <i>Depth</i> , ft
CSD	= (<i>Casing Shoe Depth</i>) Kedalaman casing shoe, ft
G	= Gradient fluida, psi/ft
ID	= (<i>Inside Diameter</i>) Diameter Dalam, inch
Pf	= Tekanan formasi, psi
Pi	= Tekanan dalam, psi
Pe	= Tekanan luar, psi
SF	= Safety Factor
TVD	= <i>True Vertical Depth</i> , ft
IP	= <i>Injection Pressure</i>
P _s	= <i>maximum surface pressure</i> , psi
X	= <i>length of mud column</i> , ft
Y	= <i>length of gas column</i> , ft
G _m	= <i>gradient of heaviest mud to be used below the intermediate casing</i> , psi/ft
G _g	= <i>gas gradient</i> , psi/ft
P _s	= <i>maximum surface pressure</i> , psi
X	= <i>length of mud column</i> , ft
Y	= <i>length of gas column</i> , ft
G _m	= <i>gradient of heaviest mud to be used below the intermediate casing</i> , psi/ft
G _g	= <i>gas gradient</i> , psi/ft

Daftar Pustaka

Adams, Neal J., "Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach", PenWell Inc, Oklahoma, 1985

Rabia, H, "Oilwell Drilling Engineering Principle & Practice", Graham & Trotman Inc, Texas, 1985.

Rubiandini, Rudi, "Teknik Operasi Pemboran Volume 1 Edisi 2", Penerbit ITB, 2012.
Rubiandini, Rudi, "Teknik Operasi Pemboran Volume 2 Edisi 2", Penerbit ITB, 2012.

Rubiandini, Rudi, "Teknik Operasi Pemboran Modern Volume 3 Edisi 1", Penerbit ITB, 2012.

“Well Services Field Data Handbook” , Schlumberger Drill Report SELONG-1

“A Dictionary for the Oil and Gas Industry”. Second Edition. The University Of Texas. Austin : 2011.

<http://www.migas-indonesia.com/2012/12/leak-off-test.html>

<http://www.drillingformulas.com/casing-seat-selection-how-to-select-casing-setting-depth/>

<http://petrolengineering.com/maximum-allowable-mud-weight-for-leak-off-test-formula/>