

KOMPARASI DESAIN CASING METODE CNOOC DENGAN METODE MINIMUM SET PADA OPERASI PEMBORAN DI SUMUR R-1 LAPANGAN MS

Abdullah Rizky Agusman¹, Eko Prastio²

abdullah.rizky@dsn.ubharajaya.ac.id¹, eko.prastio@dsn.ubharajaya.ac.id²

Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

ABSTRAK

Dalam usaha untuk mengangkat minyak dan gas bumi dari reservoir ke permukaan, perusahaan yang bergerak di bidang minyak dan gas harus melakukan operasi pemboran. Operasi pemboran ini sendiri bertujuan untuk membuat jalur agar minyak dan gas bumi dapat diproduksi atau di angkat ke permukaan. Namun biaya yang dikeluarkan untuk melakukan operasi pemboran ini tidaklah sedikit bahkan bisa di kategorikan suatu pekerjaan yang sangat mahal. Oleh karena itu untuk menekan budget dari operasi pemboran perlu adanya efisiensi dengan melakukan perencanaan yang matang. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam perhitungan biaya dalam operasi pemboran adalah penentuan desain casing. penentuan desain casing ini amatlah berpengaruh pada biaya operasi pemboran karena pemasangan casing merupakan salah satu point yang paling mahal pada operasi pemboran. Oleh karena itu perlu adanya perhitungan dan perencanaan yang tepat sebelum memutuskan memakai casing yang sesuai dan efisien. Pada penelitian ini penulis akan mengevaluasi desain casing pada sumur R-1, lapangan MS. penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai saran dan bahan untuk mengevaluasi perencanaan casing yang paling baik dan aman.

Kata Kunci: Pemboran, Desain Casing.

ABSTRACT

In order to attempt lifting crude oil and natural gas from reservoir to the surface, every Oil & Gas companies have to do drilling operation. The object of drilling operation is to create a hole from the reservoir until the surface as a path for the fluids flowing from the reservoir to the surface. But, the cost incurred to perform the drilling operations was a little even we could categorize it as a very expensive work. Therefore, to pushing low the budget of drilling operation, we have to make a good planning before the operation was started. One of the aspect from the drilling operations that we have to give attention is design of the casing. A good planning of casing design is very important for this operation. Because it is directly related to the safety factor of the operations, and also related to the drilling cost. As we know the cost for casing, is one of the most expensive part in drilling operations which will be influence for the final cost of the drilling operations. So that, a good planning and a precise calculating is really necessary. Right before deciding to choose which casing that we want to apply in the well each trajectory. In this final assignment I am as the writer will evaluating the planning of the casing design on wells R-1 from MS field. This research was expected to could be used as a reference and consideration to evaluate a good and safe casing design planning.

Keywords : Drilling, Casing Design.

PENDAHULUAN

Pada saat pemboran suatu sumur minyak dan gas bumi mencapai kedalaman tertentu, maka ke dalam sumur tersebut perlu dipasang casing yang kemudian dilanjutkan dengan proses penyemenan. Casing merupakan suatu pipa baja dengan fungsi untuk menutup zona bertekanan abnormal, zona lost dan sebagainya.

Faktor yang sangat berpengaruh dalam mendesain casing adalah diameter, panjang, pressure resistance, beban pada casing itu tension maupun compression serta pengaruhnya pada ketahanan burst atau collapse, dan tentunya keekonomian dari casing tersebut.

Tujuan utama yang ingin dicapai dari desain casing adalah untuk mendapatkan rangkaian casing yang cukup kuat dan aman untuk mengontrol kondisi sumur selama pemboran maupun produksi dengan biaya yang seefisien mungkin. Sedangkan hasil yang ingin diperoleh dari desain casing yang berupa panjang, berat, serta grade casing yang mempunyai kekuatan yang cukup untuk melawan kondisi pembebanan pada sumur yang telah di bor.

Desain casing memperhitungkan semua faktor yang mempengaruhi kegagalan casing dan memilih casing yang aman dan ekonomis untuk digunakan dalam menahan semua faktor tersebut. Safety factor juga harus diberikan untuk mengatasi masalah-masalah yang tidak diinginkan seperti misalnya korosi, pengaruh suhu, dan lain-lain. Desain casing juga dipengaruhi oleh kekuatan casing itu sendiri, tingkat kerusakan casing selama dipakai, keadaan sumur selama pemboran dan produksi.

METODE PENELITIAN

Jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

1. Data Primer

Data yang diperoleh langsung dari sumber-sumber yang diamati dan dicatat pertama kali atau diperoleh langsung oleh peneliti di lapangan atau perusahaan

2. Data Sekunder

Merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Yaitu dari dokumen-dokumen perusahaan yang berkenaan dengan masalah yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang sudah dibahas pada bab 2, perencanaan dari penggunaan casing pada operasi pemboran haruslah dilakukan dengan penuh perhitungan yang cermat dan tepat, dikarenakan hal tersebut sangat berkaitan dengan kelancaran dan keamanan dari operasi pemboran yang sedang atau akan berlangsung. Casing yang digunakan akan menerima beban-beban yang ditimbulkan oleh tekanan yang dialami secara bersamaan. Oleh karena itu rangkaian casing yang direncanakan pada suatu lapangan harus mampu menahan beban-beban yang terjadi, seperti halnya : Beban Burst, Beban Collapse dan Beban Tension. Selain mampu menahan beban-beban diatas, yang perlu diperhatikan juga adalah ketahanan casing terhadap kondisi lubang di lapangan yang mempunyai karakteristik khusus yang bisa dilihat dari data drilling hazard.

Dalam bab ini penulis akan menyuguhkan hasil dari perhitungan perencanaan desain casing untuk sumur R-1 yang akan di evaluasi oleh penulis. Berikut adalah perhitungan dari perencanaan desain casing yang penulis lakukan untuk sumur R-1.

Penentuan Kedalaman Casing

Dalam menentukan kedalaman casing, data yang dibutuhkan antara lain adalah tekanan pori formasi (Pore Pressure) dan tekanan rekah formasi (Fracture Pressure). Berikut adalah data tekanan kedalaman untuk sumur R-1.

Tabel 1 Data Pore Pressure dan Fracture Pressure Sumur R-1

MD (ft)	TVD (ft)	Pore Pressure (psi)	Fracture Pressure (psi)
437	436.93	195.50	275.97
529	528.87	236.63	334.05
555	554.82	248.24	350.44
570	569.77	254.93	359.88

Tabel 2 Data Pore Pressure dan Fracture Pressure Sumur R-1 (Lanjutan)

618	617.67	276.37	390.13
645	644.61	288.42	407.15
665	664.51	297.32	419.72
710	709.36	317.39	448.05
740	739.27	330.77	466.94
760	759.16	339.67	479.50
803	801.99	358.84	506.55
894	892.51	386.46	555.14
912	910.41	394.21	566.28
947	945.16	409.25	587.89
976	973.96	421.72	605.80
987	984.89	426.46	612.60
1039	1036.44	448.78	644.67
1059	1056.29	457.37	657.01
1080	1077.12	466.39	669.97
1130	1126.47	487.76	700.66
1140	1136.36	492.04	706.82
1174	1169.99	506.61	727.73
1241	1135.5	491.67	706.28
1255	1249.24	540.92	777.03
1269	1262.99	546.87	785.58
1279	1272.49	550.99	791.49
1362	1353.41	586.03	841.82
1455	1441.79	624.30	896.79
1462	1448.49	627.20	900.96
1547	1527.6	683.50	964.87
1641	1612.57	721.52	1018.54
1727	1686	754.37	1064.92
1732	1690.36	756.32	1067.67
1740	1697.37	759.46	1072.10
1828	1770.03	791.97	1117.99
1838	1777.33	795.24	1122.60

1855	1791.27	801.47	1131.41
1859	1794.51	802.92	1133.45
1921	1845.24	825.62	1165.49
2016	1916.61	876.00	1222.87
2022	1921.2	878.10	1225.80
2115	1992.29	910.59	1271.15
2209	2067.48	944.95	1319.13

Tabel 3 Data Pore Pressure dan Fracture Pressure Sumur R-1 (Lanjutan)

2220	2076.81	949.22	1325.08
2280	2124.94	971.22	1355.79
2303	2143.39	979.65	1367.56
2313	2150.18	982.75	1371.89
2351	2179.72	996.25	1390.74
2395	2213.94	1011.89	1412.58
2405	2221.58	1015.39	1417.45
2439	2247.92	1027.42	1434.26
2489	2286.66	1045.13	1458.97
2500	2295.39	1049.12	1464.54
2540	2326.55	1063.36	1484.43
2583	2360.05	1078.67	1505.80
2593	2367.86	1082.24	1510.78
2616	2385.79	1090.44	1522.22
2620	2388.91	1091.86	1524.21
2640	2404.5	1098.99	1534.16
2650	2412.29	1102.55	1539.13
2677	2433.34	1112.17	1552.56
2687	2441.3	1115.81	1557.64
2722	2468.69	1128.33	1575.12
2769	2505.48	1145.14	1598.59
2780	2514.29	1149.17	1604.21
2784	2517.38	1150.58	1606.18
2818	2544.1	1162.80	1623.23
2852	2570.81	1175.00	1640.27
2872	2586.6	1182.22	1650.35
2902	2610.2	1193.01	1665.40
2956	2652.7	1212.43	1692.52
2966	2661.47	1216.44	1698.12
3006	2693.68	1231.16	1718.67
3049	2728.3	1246.98	1740.76
3059	2736.48	1250.72	1745.98
3109	2776.86	1269.18	1771.74
3142	2803.51	1281.36	1788.74

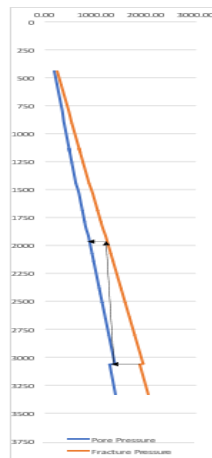
3151	2810.39	1284.50	1793.13
3181	2834.37	1295.46	1808.43
3236	2878.34	1315.56	1836.49
3295	2926.21	1337.44	1867.03
3329	2953.63	1349.97	1884.53

Tabel 4 Data Pore Pressure dan Fracture Pressure Sumur R-1 (Lanjutan)

3351	2971.83	1358.29	1896.14
3422	3029.76	1384.77	1933.10
3450	3052.61	1395.21	1947.68
3465	3064.95	1400.85	1955.55
3470	3069.04	1299.36	1889.26
3482	3078.86	1303.52	1895.30
3556	3147.67	1332.65	1937.66
3650	3216.54	1361.81	1980.05
3744	3293.62	1394.45	2027.50
3804	3342.91	1415.31	2057.85

Setelah kedua data tersebut diperoleh, selanjutnya adalah melakukan plotting data-data yang telah diperoleh tersebut kedalam grafik tekanan vs kedalaman seperti pada Gambar 1 dibawah ini.

Gambar 1 Grafik Pore Pressure dan Fracture Pressure



Dari grafik diatas, didapatkan untuk casing setting depth untuk sumur R-1 sebagai berikut :

- Trayek Intermediate Casing 13 3/8" hole 16" shoe casing di set pada kedalaman : 2016' MD/ 1916.61' TVD
- Trayek Production Casing 9 5/8" hole 12 1/4" shoe casing di set pada kedalaman : 3465' MD/ 3064.95 TVD
- Trayek Liner 7" hole 8 1/2" shoe casing di set pada kedalaman : 3804' MD/ 3342.91' TVD

Setelah menentukan letak kedalaman shoe casing, selanjutnya hal yang dilakukan penulis adalah melakukan perhitungan beban yang akan dialami oleh casing antara lain adalah beban collapse, beban burst, dan beban tension yang dialami casing.

Perhitungan Beban Pada Casing

Setelah menentukan posisi dimana shoe casing akan diletakkan, hal selanjutnya

adalah melakukan perhitungan beban yang akan dialami oleh casing, antara lain gaya tekan dari dalam (Burst Pressure), gaya tekan dari luar (Collapse Pressure), serta gaya Tarik (Tension Load). Setelah ketiga parameter tersebut dihitung, maka dilanjutkan dengan menghitung Safety Factor (angka keselamatan) pada setiap rangkaian casing tersebut. Safety Factor merupakan angka yang digunakan untuk mengetahui berapa besar daya tahan casing terhadap rangkaian tersebut. Oleh sebab itu, burst pressure, collapse pressure, dan tension load tidak boleh kurang dari safety factor yang telah ditentukan. Ketentuan safety factor tersebut adalah :

- Burst Pressure: 1.1
- Collapse Pressure : 1.0
- Tension Load: 1.6 (Running) & 1.4 (Other)

Perhitungan Beban Burst

Perhitungan beban yang pertama kali dilakukan adalah beban burst yang akan dialami oleh casing. Perhitungan beban burst dilakukan untuk mengetahui perkiraan beban tekanan yang dapat terjadi di dalam badan casing. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya pecah casing (bursting) di dalam sumur. Seorang drilling engineer dapat memilih untuk menggunakan grade casing yang memiliki burst resistance diatas beban burst dari masing-masing perhitungan yang sudah di perkirakan sebelumnya melalui perhitungan.

Pembebanan burst sendiri terjadi ketika casing berada pada kondisi tekanan internal di dalam casing lebih besar daripada tekanan eksternal diluar casing, sehingga menghasilkan resultan gaya beban yang mengarah dari dalam keluar casing. Beban yang dialami dari dalam casing dapat berupa tekanan hidrostatik dari kolom fluida pemboran, dapat juga pada saat proses penyemenan dan setelahnya, atau kondisi lainnya yang terjadi sehingga mengakibatkan harga tekanan internal casing lebih besar dari pada tekanan luar casing. Perhitungan beban burst pada tugas akhir ini dilakukan sesuai pada keadaan sumur yang ada.

Beban Burst Sumur R-1 (Metode Cnooc)

A. Beban Burst Trayek 13-3/8"

Pada sumur R-1 trayek casing 13-3/8" didapatkan data lumpur yang digunakan adalah sebesar 9.5 ppg, semen yang digunakan untuk lead sebesar 12.5 ppg dengan panjang kolom semen 1493.72' dan untuk tail sebesar 15.8 ppg dengan panjang kolom semen 422.88'. Dengan target kedalaman setting depth casing pada 1916.61 TVD. Perhitungan burst dilakukan pada saat instalasi (Cement Displacement dan Bump Plug) serta pada saat drilling (Casing Pressure Test After WOC dan Leak of Test).

Pada saat keadaan instalasi (cement displacement) diketahui displacement pressure sebesar 600 psi. Untuk tekanan diluar casing memakai berat lumpur, didapatkan tekanan 946.81 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat semen ditambah displacement pressure, didapatkan tekanan 1918.36 psi. Dengan desain faktor untuk beban burst 1.1, jadi tekanan burst keadaan ini sebesar 1068.71 psi.

Perhitungan :

$$P_{\text{surface/ Displacement Pressure}} = 600 \text{ psi}$$

$$P_e: \text{External Pressure} = 1916.61' \times 9.5 \text{ ppg} \times 0.052 = 946.81 \text{ psi}$$

$$P_i: \text{Internal Pressure} = (1493.72' \times 12.5 \text{ ppg} \times 0.052) + (422.88' \times 15.8 \text{ ppg} \times 0.052) + 600$$

$$= 970.92 + 347.44 + 600 = 1918.36 \text{ psi.}$$

$$\text{Design Factor} = 1.1$$

$$\text{Differential Pressure} = (1918.36 - 946.81) \times 1.1 = \underline{1068.71 \text{ psi}}$$

Untuk keadaan instalasi (bump plug) diketahui bump plug pressure sebesar 1000 psi.

Tekanan diluar casing memakai berat lumpur, didapatkan tekanan sebesar 1318.36 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat lumpur ditambah bump plug pressure, didapatkan tekanan sebesar 1946.81 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst keadaan ini sebesar 691.3 psi.

Perhitungan :

Pbump plug = 1000 psi

$$\begin{aligned} \text{Pe: External Pressure} &= (1493.72' \times 12.5 \text{ ppg} \times 0.052) + (422.88' \times 15.8 \text{ ppg} \times 0.052) \\ &= 970.92 + 347.44 = 1318.36 \text{ psi.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pi: Internal Pressure} &= (1916.61' \times 9.5 \text{ ppg} \times 0.052) + 1000 = 1946.81 \\ \text{psi Design Factor} &= 1.1 \end{aligned}$$

$$\text{Differential Pressure} = (1946.81 - 1318.36) \times 1.1 = \underline{691.3 \text{ psi}}$$

Pada keadaan drilling (casing pressure test after WOC) diketahui pressure test sebesar 2000 psi. Tekanan diluar casing memakai berat fluida yang terkontaminasi oleh semen, didapatkan tekanan sebesar 946.81 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat lumpur ditambah pressure test, didapatkan tekanan sebesar 2946.81 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst sebesar 2200 psi.

Perhitungan :

Pressure Test = 2000 psi

$$\begin{aligned} \text{Pe: External Pressure} &= \text{Cement Mix Water Hydrostatic} \\ &= 1916.61' \times 9.5 \times 0.052 \\ &= 946.81 \text{ psi.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pi: Internal Pressure} &= (1916.61' \times 9.5 \text{ ppg} \times 0.052) + 2000 = \\ 2946.81 \text{ psi Design Factor} &= 1.1 \end{aligned}$$

$$\text{Differential Pressure} = (2946.81 - 946.81) \times 1.1 = \underline{2200 \text{ psi}}$$

Untuk drilling (leak of test) diketahui nilai maksimum leak of test sebesar 13.4 dan 9.5 ppg lumpur yang tersisa di dalam sumur, didapatkan tes tekanan di permukaan sebesar 388.69 psi. Tekanan diluar casing memakai berat fluida yang terkontaminasi oleh semen, didapatkan tekanan sebesar 946.81 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat lumpur ditambah tekanan permukaan, didapatkan tekanan sebesar 1335.5 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst sebesar 427.56 psi.

Perhitungan :

LOT maximum value is 13.4 and 9.5 ppg mud left in hole.

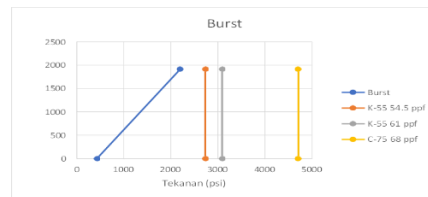
$$\begin{aligned} \text{Surface Test Pressure} &= (13.4 - 9.5) \times 1916.61 \times 0.052 = 388.69 \text{ psi} \\ \text{Pe: External Pressure} &= \text{Cement Mix Water Hydrostatic} \\ &= 1916.61' \times 9.5 \times 0.052 \\ &= 946.81 \text{ psi.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pi: Internal Pressure} &= (1916.61' \times 9.5 \text{ ppg} \times 0.052) + 388.69 = 1335.5 \text{ psi} \\ \text{Design Factor} &= 1.1 \end{aligned}$$

$$\text{Differential Pressure} = (1335.5 - 946.81) \times 1.1 = 427.56 \text{ psi}$$

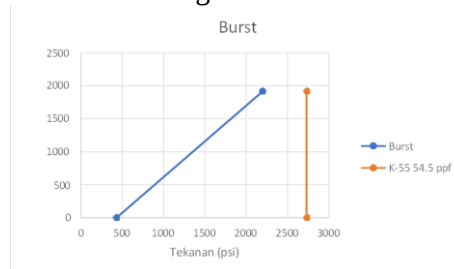
Berdasarkan tekanan burst diatas, dipilihlah beberapa kandidat jenis casing yang diperkirakan dapat memenuhi tekanan burst. Beberapa kandidat casing tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 Grafik Burst Pressure dengan Burst Resistance Casing 13-3/8"



Berdasarkan Gambar 2, casing yang dipilih untuk trayek 13-3/8" adalah casing 13-3/8 K-55 54.5 ppf. Casing jenis ini dipilih karena memenuhi syarat safety factor yang telah ditentukan. Burst resistance yang dimiliki casing tersebut sebesar 2730 psi, lebih besar dari tekanan burst yang didapatkan dari hasil perhitungan yang dilakukan. Gambar 4.3 merupakan profile tekanan burst dan burst resistance casing 13-3/8" K-55 54.5 ppf.

Gambar 3 Grafik Burst Pressure dengan Burst Resistance 13-3/8" K-55 54.5 ppf



Beban Burst Trayek 9-5/8"

Pada sumur R-1 trayek casing 9-5/8" didapatkan data lumpur yang digunakan adalah sebesar 9.5 ppg, semen yang digunakan untuk lead sebesar 12.5 ppg dengan panjang kolom semen 1814.77' dan untuk tail sebesar 15.8 ppg dengan panjang kolom semen 1250.18'. Dengan target kedalaman setting depth casing pada 3064.95 TVD. Perhitungan burst dilakukan pada saat instalasi (Cement Displacement dan Bump Plug), pada saat drilling (Casing Pressure Test After WOC dan Leak of Test), dan pada saat tes produksi (Gas to Surface dan SITHP On Packer Fluid).

Pada saat keadaan instalasi (cement displacement) diketahui displacement pressure sebesar 400 psi. Untuk tekanan diluar casing memakai berat lumpur, didapatkan tekanan 1514.09 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat semen ditambah displacement pressure, didapatkan tekanan 2606.75 psi. Dengan desain faktor untuk beban burst 1.1, jadi tekanan burst keadaan ini sebesar 1201.93 psi.

Perhitungan :

Cement Displacement Pressure = 400 psi

P_e : External Pressure = $3064.95' \times 9.5 \text{ ppg} \times 0.052 = 1514.09 \text{ psi}$

P_i : Internal Pressure = $(1814.77' \times 12.5 \text{ ppg} \times 0.052) + (1250.18' \times 15.8 \text{ ppg} \times 0.052) + 400$

$= 1179.6 + 1027.15 + 400 = 2606.75 \text{ psi}$

Design Factor = 1.1

Differential Pressure = $(2606.75 - 1514.09) \times 1.1 = 1201.93 \text{ psi}$

Untuk keadaan instalasi (bump plug) diketahui bump plug pressure sebesar 2500 psi. Tekanan diluar casing memakai berat lumpur, didapatkan tekanan sebesar 2206.75 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat lumpur ditambah bump plug pressure, didapatkan tekanan sebesar 4014.09 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst keadaan ini sebesar 1988.07 psi.

Perhitungan :

$P_{\text{bump plug}} = 2500 \text{ psi}$

P_e : External Pressure = $(1814.77' \times 12.5 \text{ ppg} \times 0.052) + (1250.18' \times 15.8 \text{ ppg} \times$

0.052)

$$= 1179.6 + 1027.15 = 2206.75 \text{ psi}$$

Pi: Internal Pressure = $(3064.95' \times 9.5 \text{ ppg} \times 0.052) + 2500 = 4014.09 \text{ psi}$ Design Factor = 1.1

$$\text{Differential Pressure} = (4014.09 - 2206.75) \times 1.1 = 1988.07 \text{ psi}$$

Pada keadaan drilling (casing pressure test after WOC) diketahui pressure test sebesar 3000 psi. Tekanan diluar casing memakai berat fluida yang terkontaminasi oleh semen, didapatkan tekanan sebesar 1514.09 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat lumpur ditambah pressure test, didapatkan

tekanan sebesar 4514.09 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst sebesar 3300 psi. Perhitungan :

$$\text{Pressure Test} = 3000 \text{ psi}$$

$$\text{Pe: External Pressure} = \text{Cement Mix Water Hydrostatic}$$

$$= 3064.95' \times 9.5 \times 0.052$$

$$= 1514.09 \text{ psi.}$$

Pi: Internal Pressure $= (3064.95' \times 9.5 \text{ ppg} \times 0.052) + 3000 = 4514.09 \text{ psi}$ Design Factor = 1.1

$$\text{Differential Pressure} = (4514.09 - 1514.09) \times 1.1 = 3300 \text{ psi}$$

Untuk drilling (leak of test) diketahui nilai maksimum leak of test sebesar

13.4 dan 9.5 ppg lumpur yang tersisa di dalam sumur, didapatkan tes tekanan di permukaan sebesar 621.57 psi. Tekanan diluar casing memakai berat fluida yang terkontaminasi oleh semen, didapatkan tekanan sebesar 1514.09 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai berat lumpur ditambah tekanan permukaan, didapatkan tekanan sebesar 2135.66 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst sebesar 683.73 psi.

Perhitungan :

LOT maximum value is 13.4 and 9.5 ppg mud left in hole.

Surface Test Pressure = $(13.4 - 9.5) \times 3064.95' \times 0.052 = 621.57 \text{ psi}$ Pe : External Pressure = Cement Mix Water Hydrostatic

$$= 3064.95' \times 9.5 \times 0.052$$

$$= 1514.09 \text{ psi}$$

Pi : Internal Pressure = $(3064.95' \times 9.5 \times 0.052) + 621.57 = 2135.66 \text{ psi}$ Design Factor = 1.1

$$\text{Differential Pressure} = (2135.66 - 1514.09) \times 1.1 = 683.73 \text{ psi}$$

Pada keadaan Gas to surface diketahui berat fluida yang terkontaminasi oleh semen sebesar 9.5 ppg, jadi tekanan di luar memakai berat fluida yang terkontaminasi oleh semen, didapatkan tekanan sebesar 1514.09 psi, sedangkan tekanan didalam casing memakai tekanan BHP (Bottom Hole Pressure) dikurangi gradien gas, sehingga didapatkan tekanan sebesar 1054.35 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst sebesar 505.71 psi.

Perhitungan :

$$\text{Pe : External Pressure} = \text{Cement Mix Hydrostatic}$$

$$= 3064.95' \times 9.5 \times 0.052$$

$$= 1514.09 \text{ psi}$$

$$\text{Pi : Internal Pressure} = \text{BHP} (1514.09) - \text{Gas Gradien} (3064.95 \times 0.15)$$

$$= 1054.35 \text{ psi}$$

$$\text{Burst} = (1514.09 - 1054.35) \times 1.1 = 505.71 \text{ psi}$$

Dalam kondisi Testing/Production : SITHP (Set in The Hole Packer) on Packer Fluid diketahui packer di pasang dalam kedalaman 3289.37' TVD. Pada tekanan didalam casing memakai tekanan BHP (Bottom Hole Pressure) dikurangi gradien gas ditambah tekanan Mud Hydrostatic, sehingga didapatkan tekanan sebesar 2525.25 psi, sedangkan diluar casing memakai berat lumpur, didapatkan tekanan sebesar 1541.8 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst sebesar 1081.8 psi.

Perhitungan :

DST string has a 9-5/8" (7") Packer, set at 3289.37' Design Factor = 1.1

Pi : Internal Pressure = SITPH + Mud Hydrostatic from surface to Packer Depth

= (BHP at TD – Gas Gradient) + Mud Hydrostatic to PD

= (3294.44' x 8.14 x 0.052 - 3294.44' x 0.15) + (3289.37 x 9.5 x 0.052)

= (1394.47 – 494.17) + 1624.95 = 2525.25 psi

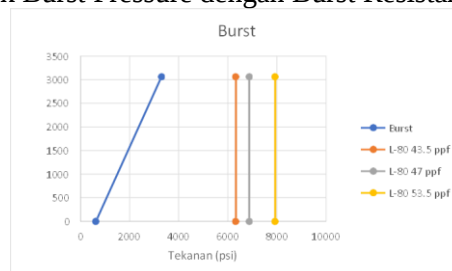
Pe : External Pressure = 3294.44 x 9 x 0.052

= 1541.8 psi

Burst= (2525.25 – 1541.8) x 1.1 = 1081.8 psi

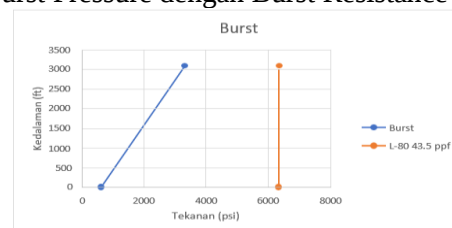
Berdasarkan tekanan burst diatas, dipilihlah beberapa kandidat jenis casing yang diperkirakan dapat memenuhi tekanan burst. Beberapa kandidat casing tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 Grafik Burst Pressure dengan Burst Resistance Casing 9-5/8"



Berdasarkan Gambar 4, casing yang dipilih untuk trayek 9-5/8" adalah casing 9-5/8" L-80 43.5 ppf. Casing jenis ini dipilih karena memenuhi syarat safety factor yang telah ditentukan. Burst resistance yang dimiliki casing tersebut sebesar 6330 psi, lebih besar dari tekanan burst yang didapatkan dari hasil perhitungan yang dilakukan. Gambar 5 merupakan profile tekanan burst dan burst resistance casing 9-5/8" L-80 43.5 ppf

Gambar 5 Grafik Burst Pressure dengan Burst Resistance 9-5/8" L-80 43.5 ppf



Beban Burst Trayek 7"

Pada sumur R-1 trayek casing 7" didapatkan data lumpur yang digunakan adalah sebesar 9.5 ppg, semen tidak digunakan dalam trayek ini. Dengan target kedalaman setting depth casing pada 3294.44' TVD. Perhitungan burst dilakukan pada saat tes produksi (SITHP On Packer Fluid).

Dalam kondisi Testing/Production : SITHP (Set in The Hole Packer) on Packer Fluid diketahui packer di pasang dalam kedalaman 3289.37' TVD. Pada tekanan didalam casing memakai tekanan BHP (Bottom Hole Pressure) dikurangi gradien gas ditambah tekanan

Mud Hydrostatic, sehingga didapatkan tekanan sebesar 2525.25 psi, sedangkan diluar casing memakai berat lumpur, didapatkan tekanan sebesar 1541.8 psi. Dengan desain faktor beban burst 1.1, jadi tekanan burst sebesar 1081.8 psi.

Perhitungan :

DST string has a 9-5/8" (7") Packer, set at 3289.37' Design Factor = 1.1

Pi : Internal Pressure = SITPH + Mud Hydrostatic from surface to Packer Depth

= (BHP at TD – Gas Gradient) + Mud Hydrostatic to PD

= (3294.44' x 8.14 x 0.052 - 3294.44' x 0.15) + (3289.37 x

9.5 x 0.052)

= (1394.47 – 494.17) + 1624.95 = 2525.25 psi

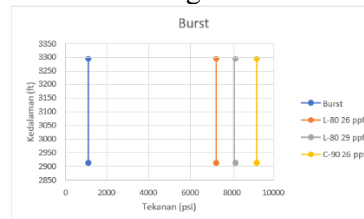
Pe : External Pressure = 3294.44 x 9 x 0.052

= 1541.8 psi

Burst= (2525.25 – 1541.8) x 1.1 = 1081.8 psi

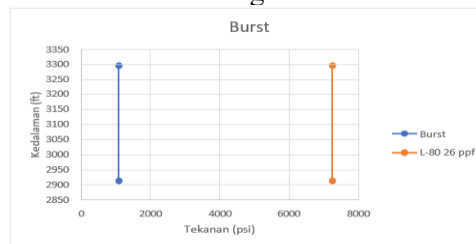
Berdasarkan tekanan burst diatas, dipilihlah beberapa kandidat jenis casing yang diperkirakan dapat memenuhi tekanan burst. Beberapa kandidat casing tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6 Grafik Burst Pressure dengan Burst Resistance Casing 7"



Berdasarkan Gambar 6, casing yang dipilih untuk trayek 7" adalah casing 7" 26 ppf. Casing jenis ini dipilih karena memenuhi syarat safety factor yang telah ditentukan. Burst resistance yang dimiliki casing tersebut sebesar 7240 psi, lebih besar dari tekanan burst yang didapatkan dari hasil perhitungan yang dilakukan. Gambar 4.7 merupakan profile tekanan burst dan burst resistance casing 7" L-80 26 ppf.

Gambar 7 Grafik Burst Pressure dengan Burst Resistance 7" L-80 26 ppf



Jadi beban burst dari masing – masing section dengan metode CNOOC didapatkan hasil seperti Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 2 Konfigurasi Casing Sementara Burst (Metode CNOOC)

Section	Grade	NW (lb/gt)	Burst (psi)	Burst Resistance (psi)
13-3/8"	K-55	54.5	2200	2730
9-5/8"	L-80	43.5	3300	6330
7"	L-80	26	1081.8	7240

KESIMPULAN

Dari evaluasi mengenai desain casing pada sumur R-1, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Safety Factor yang ditentukan oleh perusahaan untuk collapse adalah sebesar 1.0, untuk burst adalah sebesar 1.1, dan untuk tension adalah sebesar 1.6.
2. Pada trayek lubang bor 20" casing di bump pada kedalaman 432 MD/TVD. Pemasangan ini mengikuti sumur referensi.
3. Pada trayek lubang bor 16" digunakan casing ukuran 13-3/8", diset di kedalaman 2016' MD/ 1916.61' TVD. Dihitung dengan 2 metode :
 - a. Metode CNOOC : Burst 2200 psi, collapse 877.04 psi, dan tension 710435.01 lbs. Dari perhitungan dan jenis casing yang tersedia, digunakan casing 13-3/8" K-55 54.5 ppf.
 - b. Metode Minimum Set : Burst 1272.55 psi, collapse 651.78 psi, dan tension 149425.92 lbs. Dari perhitungan dan jenis casing yang tersedia, digunakan casing 13-3/8" K-55 54.5 ppf.
4. Pada trayek lubang bor 12-1/4" digunakan casing ukuran 9-5/8", diset di kedalaman 3465' MD/ 3064.95 TVD. Dihitung dengan 2 metode :
 - a. Metode CNOOC : Burst 3300 psi, collapse 1402.52 psi, dan tension 512726.23 lbs. Dari perhitungan dan jenis casing yang tersedia, digunakan casing 9-5/8" L-80 43.5 ppf.
 - b. Metode Minimum Set : Burst 2107.16 psi, collapse 1047.1 psi, dan tension 204989.4 lbs. Dari perhitungan dan jenis casing yang tersedia, digunakan casing 9-5/8" L-80 43.5 ppf.
5. Pada trayek lubang bor 8-1/2" digunakan casing ukuran 7", diset di kedalaman 3465' MD/ 3294.44 TVD. Dihitung dengan 2 metode :
 - a. Metode CNOOC : Burst 1081.8 psi, collapse 1394.47 psi, dan tension 314523.36 lbs. Dari perhitungan dan jenis casing yang tersedia, digunakan casing 7" L-80 26 ppf.
 - b. Metode Minimum Set : Burst 233.01 psi, collapse 89.37 psi, dan tension 16707.39 lbs. Dari perhitungan dan jenis casing yang tersedia, digunakan casing 7" L-80 26 ppf.
6. Dari dua metode perhitungan yaitu metode CNOOC dan Minimum Set, jenis casing yang digunakan dari masing – masing trayeknya adalah sama.

DAFTAR PUSAKA

- Amrul, H.M.Z (2019). Penerapan Sistem Pertanian Organik Dengan Pemanfaatan Limbah Pertanian
- Adams, Neal. 1985. Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach. Oklahoma:Pennwell Publishing Company
- Drilling Fluid Manual Handbook. 2017. Drilling Fluid Manual. Amoco Production Company:Amoco Company
- Drilling Mud Report. 2018. Sumur E Lapangan LPP. Pertamina Ep Aseet 3:Divisi Dwo
- Drilling Team. 2016. Drilling Fluids. Modul Diklat Drilling Fluids. Cepu:Pusdiklat Migas Cepu
- i-Handbook Schlumberger, Schlumberger, 2000
- L. Moore, Preston. 1986. Drilling Practices Manual Second Edition, Tulsa.
- Lavrov, Alexandre. 2016. Lost Circulation Mechanisms And Solution. Trondheim.Norway:SINTEF Petroleum Research.
- Rubiandini, Rudi. 2012. Teknik Operasi Pemboran Volume 1 Edisi 2, Penerbit ITB.
- Rubiandini, Rudi. 2012. Teknik Operasi Pemboran Volume 2 Edisi 2, Penerbit ITB.
- Yazid, Faisal E dan Abdul Hamid. 2016. Evaluasi Dan Optimasi Perencanaan Casing Sumur R1,

Prabumulih PT. Pertamina EP, FTKE Usakti.