

EVALUASI PENGGUNAAN CASING K-55 BERDASARKAN NILAI CASING PRESSURE PADA LAPANGAN “AH-01” SUMUR PANAS BUMI

Argi Hertanto ^{1)*}, Eko Prastio²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik,
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

*Corresponding Author: eko.prastio@dsn.ubharajaya.ac.id

ABSTRAK

Lapangan AH-01 adalah salah satu sumur panas bumi yang signifikan. Pada Sumur AH-01, casing jenis K-55 merupakan salah satu komponen utama dalam konstruksi sumur ini. Perlu dilakukan evaluasi mendalam terhadap penggunaan casing K-55 ini untuk memastikan bahwa ia mampu menahan tekanan yang dihadapkan oleh reservoir bawah tanah dengan maksimal. Metode *Maximum load* merupakan suatu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi casing K-55. Dengan metode ini, kita dapat mengidentifikasi batasan beban maksimum yang dapat ditahan oleh casing ini sebelum mengalami kegagalan struktural. Keberhasilan casing dalam menahan tekanan yang tinggi sangat penting untuk mencegah kebocoran dan masalah struktural lainnya yang dapat menyebabkan kecelakaan, kerusakan lingkungan, atau kerugian finansial yang besar. Hasil perhitungan didapat dari pembebanan yang terjadi pada casing 7" beban *burst*, *collapse* dan *tension* berturut-turut sebesar 145,2 psi 296,509 psi dan 10.407,04 lbs. Untuk casing 4 1/2" beban *burst*, *collapse* dan *tension* berturut-turut sebesar 685,74 psi 1115,4 psi dan 31.420,32 lbs. casing 7", K55, 23,3 ppf mempunyai resistance terhadap beban *Burst* sebesar 4360 psi, *Collapse* 3270 psi, *tension* 366.000 lbs. casing 4 1/2", K55, 11,6 ppf mempunyai resistance terhadap beban *Burst* sebesar 5350 psi, *Collapse* 4960 psi, *tension* 184.000 lbs. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metoda maximum load, jenis casing k55 yang digunakan pada sumur “AH-01” sudah berada di atas garis desain *Burst*, *Collapse* dan juga sudah sesuai dengan perhitungan beban *tension*

Kata kunci: casing pemboran, *maximum load*, beban *burst*, *collapse*, *tension*.

1. PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas bumi adalah salah satu sektor utama dalam perekonomian global yang sangat penting. Salah satu komponen kritis dalam operasi industri ini adalah sumur-sumur bor yang digunakan untuk mengekstraksi minyak dan gas bumi dari reservoir bawah tanah. Casing, yang berfungsi sebagai perlindungan dan penahan tekanan untuk sumur bor, memiliki peran sentral dalam memastikan keberlanjutan produksi minyak dan gas. Oleh karena itu, evaluasi casing dalam sumur-sumur ini menjadi krusial untuk memastikan operasional yang aman dan efisien.

1.1 Latar Belakang

Lapangan AH-01 adalah salah satu sumur panas bumi yang signifikan, dan Sumur AH-01 adalah salah satu sumur yang berperan penting dalam produksi sumber

daya energi di lapangan ini. Pada Sumur AH-01, casing jenis K-55 digunakan sebagai komponen utama dalam konstruksi sumur. Casing ini dibuat dari baja karbon rendah dan sering digunakan di industri minyak dan gas. Namun, perlu dilakukan evaluasi mendalam terhadap penggunaan casing K-55 ini untuk memastikan bahwa ia mampu menahan tekanan yang dihadapkan oleh reservoir bawah tanah dengan maksimal.

1.2 Tujuan Penelitian

Dalam melakukan penelitian diperlukan adanya tujuan agar target yang dicapai bisa terpenuhi. Tujuan penelitian membantu mengarahkan penelitian agar fokus pada masalah yang ingin diselesaikan, serta memberikan kerangka kerja yang jelas untuk mencapai hasil yang diharapkan. Dibawah ini beberapa point tujuan yang ingin dicapai diantaranya adalah:

- Mengevaluasi surface casing 7" berdasarkan nilai casing yang diperoleh dari perhitungan beban Burst, Collapse dan tension.
- Mengevaluasi intermediate casing 4 1/2" berdasarkan nilai casing yang diperoleh dari perhitungan beban Burst, Collapse dan tension.
- Menentukan grade casing yang sesuai pada sumur AH-01

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mengelola data profil sumur yang meliputi data casing. Selain itu juga digunakan data lumpur, data cementing, data tekanan yang digunakan.

Tabel 1. Data casing

<i>Hole & Casing Detail</i>	<i>Conductor</i>	<i>Surface Casing</i>	<i>Intermediate casing</i>	<i>Production Casing</i>	<i>Perforated Casing</i>
<i>Hole Size</i>	NA	8-1/2"	5-1/2"	HQ (3-7/8")	NQ(2,98")
<i>hole Depth (mGLVD)</i>	22	100	600	1200	2000
<i>Casing/Liner OD (inches)</i>	9 5/8 "	7"	4-1/2"	3-1/2"	2-3/8"
<i>Weight (ppf)</i>	43,5	23,3	11,6	9,2	4.70
<i>Grade</i>	k55	k55	k55	j55	j55
<i>Range</i>	R1-6m	R1-8m	R1-9m	R2-9m	R2-9m
<i>Threads & Collars</i>	BTC	BTC	BTC	NUE	NUE
<i>Casing Cementing</i>	NA	Stub in shoe	single stage	Dual stage	Un-cemented
<i>Casing Shoe Formation Design Temperature (°C)</i>	35	76 – 100	120 – 150	180	230
<i>Excess Mud Slurry</i>	NA	50%	100%	100%	200%

Tabel 2 Mud data

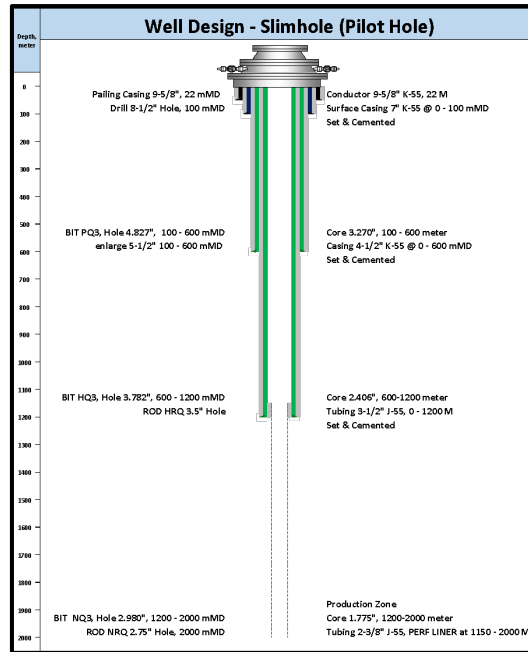
<i>Casing (Inc)</i>	<i>Interval (M)</i>	<i>Hole Diameter (Inc)</i>	<i>Mud Weight</i>	<i>Mud Type</i>
9 5/8	0 – 20			
7	20-100	8 ½	8,4 - 8,8	KCL Polymer 4 – 7 %
4 ½	100-600	4 5/6	8,4 – 9	KCL Polymer 3 – 5 %
3 ½	600-1200	3 7/9	8,4 – 9	KCL Polymer 3 %
2 7/8	1200-2000	2,98	8,4 – 9	KCL Polymer 3 %

Tabel 3 Cementing data

<i>Casing Size (Inc)</i>	<i>Depth</i>	<i>Lead Cement</i>	<i>Tail Cement</i>
7	328,084	-	<i>Surface</i> – 328,084
4 ½	1968,5	<i>Surface</i> – 652,2	652,2 – 1968,5
3 ½	3937	<i>Surface</i> – 3281	3281 - 3937

Tabel 4 Pressure data

<i>Kedalaman</i>	<i>Pore pressure</i>	<i>Fracture Pressure</i>
<i>Feet</i>	<i>Psi</i>	<i>Psi</i>
328,084	119,422576	153,543312
656,168	269,5538144	320,7349184
1312,336	559,5800704	689,2388672
1968,504	829,1338848	1085,039405
2624,672	1105,511846	1474,015795
3280,84	1381,889808	1825,459376
3937,008	1658,26777	2170,07881
4593,176	2006,299277	2579,527642
5249,344	2292,913459	3002,624768
5905,512	2548,818979	3408,661526
6561,68	2900,26256	3753,28096



Gambar 1 Profil sumur

Dalam mengavaluasi casing menggunakan metode maksimum load diawali dengan menghitung beban burst yang terjadi pada casing.

a. Beban Burst pada Surface Casing

Pada kaki casing

$$IP = 0.052 (Gfr + SF) D \quad (1)$$

$$IP = 0.052 (Gfr + 1) Ls \quad (2)$$

Keterangan :

IP = tekanan injeksi (psi)

Gfr = gradien tekanan rekah (ppg)

SF = safety factor (ppg)

D = kedalaman (ft)

Ls = panjang surface casing (ft)

Dengan menganggap gradien hidrostatik gas = 0.115 psi/ft maka tekanan gas dipermukaan adalah tekanan injeksi dikurangi tekanan hidrostatik gas.

Di Permukaan

$$PS = IP - 0,052 \times pg \times LS \quad (3)$$

$$PS = [0,052(Gfr + 1) - 0.115] Ls \quad (4)$$

Pada kenyataannya casing juga mendapat tekanan dari luar yang sifatnya membantu casing untuk menahan beban Burst.

$$Pe = 0,052 \times pf \times Ls \quad (5)$$

$$Pe = 0,465 \times Ls \quad (6)$$

Keterangan

Pe = tekanan di luar casing (psi)

Pf = densitas fluida (ppg)

Selanjutnya adalah menghitung beban Collapse yang terjadi pada surface casing

b. Beban collapse Surface Casing

di bawah kaki casing

$$Pe = 0,0052 \times ps \times Ls \quad (7)$$

Keterangan :

ps = densitas semen (ppg)

Pe = tekanan di luar casing (psi)

Ls = panjang surface casing (ft)

Setelah Menghitung pada bagian surface casing kemudian beralih ke bagian intrermediate casing

c. Beban Burst pada Surface Casing

Di kaki casing

$$IP = 0,052 (Gfr + 1) D \quad (8)$$

$$IP = 0,052 (Gfr + 1) Li \quad (9)$$

Keterangan :

Ps = tekanan di permukaan (psi)

Gfr = gradien tekanan rekah (ppg)

Li = panjang intermediate casing (ft)

D = kedalaman (ft)

IP = tekanan injeksi (psi)

Sebagaimana diketahui di luar casing juga terdapat tekanan yang membantu casing dalam menahan beban Burst minimal sebesar gradien hidrostatik air asin = 0.465 psi/ft.

Jadi :

$$Pe = 0.052 \times pf \times Li \quad (10)$$

$$Pe = 0,465 \times Li \quad (11)$$

keterangan :

Pe = tekanan di luar casing (psi)

pf = densitas fluida (ppg)

Li = Panjang intermediate casing (ft)

LP = Tekanan (psi)

d. Beban Collapse Intermediate Casing

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

$$P1 = 0,052 \times pm1 \times Lm1 \quad (12)$$

$$P2 = 0,052 (pm1 \times Lm1 + ps Hs) \quad (13)$$

Tetapi perlu diingat bahwa batas minimum gradien tekanan formasi adalah sebesar gradien tekanan hidrostatik air asin, atau 0.465 psi/ft. Jadi tekanan formasi minimum pada kaki casing adalah :

$$P3 = 0.465 D2 \quad (14)$$

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

$$p3 = 0.052 pm2 Lm2 \quad (15)$$

$$P3 = 0,052 pm2 (D2 - D3) \quad (16)$$

Sehingga

$$D3 = (0,052 pm2 Lm2) / (0,052 pm2) \quad (17)$$

$$D3 = (1 - 8,942/pm) D2 \quad (18)$$

Keterangan :

ps = Densitas semen (ppg)

pm1 = densitas lumpur saat casing dipasang (ppg)

pm2 = densitas lumpur terberat (ppg)

Li = Panjang intermediate casing (ft)

Lm1 = Tinggi kolom lumpur 1 (ft)

Lm2 = Tinggi kolom lumpur 2 (lumpur terberat) setelah lost (ft)
Hs = Tinggi kolom semen (ft)
D = Kedalaman (ft)
P = Tekanan (psi)
D2 = kedalaman kaki casing (ft)
D3 = Kedalaman puncak kolom lumpur terberat setelah lost (ft)

e. **Beban Tension**

Beban tension sebagaimana diketahui adalah beban dari berat rangkaian casing yang digantung di dalam sumur. Tetapi dengan adanya lumpur di dalam sumur tersebut, lumpur akan memberikan gaya apung terhadap casing. Hal ini menyebabkan berat casing di dalam lumpur lebih ringan bila dibandingkan dengan berat casing di udara.

Bouyancy Factor (BF)

$$BF = 1 - \rho_m / 65,5 \quad (19)$$

Seksi 1

$$WM1 = L1 \times w_a \times BF \quad (20)$$

Seksi 2

$$WM2 = WM1 + L2 \times W_a \times Bf \quad (21)$$

Seksi 3

$$WM3 = WM2 + L3 \times W_a \times Bf \quad (22)$$

Keterangan :

BF = gaya apung

ρ_m = densitas lumpur saat casing dipasang (ppg)

WM = berat casing (lbs)

w_a = unit berat casing di udara (lbs/ft)

L = panjang seksi casing (ft)

3. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil perhitungan menggunakan metode maksimum load pada sumur "AH-01" ditunjukkan pada tabel berikut

a. **Surface Casing 7"**

Tabel 5 Hasil perhitungan beban burst surface casing

Depth (ft)	Pi (psi)	Pe (psi)	Resultan (psi)	Burst Design (psi)
0	132,87	0	132,87	145,2
328,084	170,603	152,5	18,044	19,848

Tabel 6 Resistensi casing surface pada beban burst

Grade	Nw (lb/ft)	Burst
K55	23,3	4360
H 40	20	2720

Tabel 7 Hasil perhitungan collapse pressure surface casing

Depth	Pi (psi)	Pe (psi)	Resultan	Collapse Desain
0	0	0	0	0
328,084	0	269,55	269,55	296,509

Tabel 8 Resistensi casing surface pada beban collapse

<i>Grade</i>	<i>Nw (lb/ft)</i>	<i>Collapse (psi)</i>
K55	23,3	3270
H 40	20	1970

Tabel 9 Hasil perhitungan beban tension pada surface casing

<i>Depth</i>	<i>Tension (lb)</i>	<i>Tension Overpull</i> +	<i>Desain (lb)</i>
0	6.504,4	106.504,4	10.407,04
328,084	0	100.000	0

Tabel 10 Resistensi Surface Casing pada Tension

<i>Grade</i>	<i>Nw (lb/ft)</i>	<i>Tension (lb)</i>
K55	23,3	366.000
H 40	20	230.000

b. Intermediate Casing 4 ½"

Tabel 11 Hasil perhitungan beban burst intermediate casing

<i>Depth</i>	<i>Pi</i>	<i>Pe</i>	<i>Resultan</i>	<i>desein</i>
0	961,02	0	961,02	1057,1
1968,5	1187,4	324,8	862,6	948,86

Tabel 12 Resistensi casing intermediate terhadap beban burst

<i>Grade</i>	<i>Nw (lb/ft)</i>	<i>Burst (psi)</i>
K55	11,6	5350
J55	9,5	4380

Tabel 13 Hasil perhitungan beban collapse pada intermediate casing

<i>Depth</i>	<i>Pi</i>	<i>Pe</i>	<i>Resultan</i>	<i>Desain</i>
0	0	0	0	0
12,6ft	0	8,8	8,8	9,68
656,2	301,2	460,6	159,6	175,56
1968,5	915,3	1538,7	623,4	685,74

Tabel 14 Resistensi casing intermediate pada beban collapse

<i>Grade</i>	<i>Nw (lb/ft)</i>	<i>Collapse (psi)</i>
K55	11,6	4960
J55	9,5	3310

Tabel 15 Hasil perhitungan beban tension intermediate casing

<i>Depth</i>	<i>Wa (lb/feet)</i>	<i>Wm (lb)</i>	<i>Tension + overpull (lb)</i>	<i>Tension x SF (lb)</i>
1968,5	11,6	0	100.000	0
0	11,6	19.637,75	119.637,75	31.420,32

Tabel 16 Resistensi casing intermediate terhadap beban tension

<i>Grade</i>	<i>Nw (lb/ft)</i>	<i>Tension (lbs)</i>
K55	11,6	184.000
J55	9,5	152.000

4. KESIMPULAN

- Surface casing yang digunakan pada lapangan “AH-01” adalah casing 7”, K55, 23,3 ppf yang mempunyai resistance terhadap beban Burst sebesar 4360 psi, Collapse 3270 psi, tension 366.000lbs
- Intermediate casing yang digunakan pada lapangan “AH-01” adalah casing 4 ½”, K55, 11,6 ppf yang mempunyai resistance terhadap beban Burst sebesar 5350 psi, Collapse 4960 psi, tension 184.000lbs
- Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metoda maximum load, selurruh trayek casing yang digunakan pada sumur “AH-01” sudah berada di atas garis desain Burst, Collapse dan juga sudah sesuai dengan perhitungan beban tension.
- Pada surface casing, bisa menggunakan casing 7”, H-40, 20 ppf. Karena lebih optimal dari segi perhitungan beban Burst, Collapse, dan beban tension dari pada casing casing 7”, K55, 23,3 ppf
- Pada intermediate casing, bisa menggunakan casing j55 4 1/2”, 9,5 ppf. Karena lebih optimal dari segi perhitungan beban Burst, Collapse, dan beban tension dari pada casing 4 1/2”, K55, 11,6 ppf

DAFTAR PUSTAKA

- Lemigas, B. (2021). Drilling Program Eksplorasi Panas Bumi Cisolok Slim Hole (Issue April). Lemigas.
- Rasyid, A. (2021). SELEKSI MATERIAL UNTUK CASING SUMUR MIGAS & GEOTHERMAL (Y. Y. Sukaca, Ed.). PT Cipta Gadhing Artha.
- Rubiandini, R. (2012). TEKNIK OPERASI PEMBORAN 2 Oleh. In ITB, Bandung (Vol. 79). Institut Teknologi Bandung.
- Yong, K., Pudyastuti, K., & Akbar, R. (2022). Casing design of the KY slim hole well in “X” Geothermal field. PETRO:Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan, 10(4), 180–186. <https://doi.org/10.25105/petro.v10i4.10851>