

**EVALUASI *CASING DESIGN* SUMUR PEMBORAN
DENGAN METODE *MAXIMUM LOAD*
PADA SUMUR X DI LAPANGAN Y**

JURNAL ILMIAH

**ANDI NUR ILMI BASRI
NIM 12418015**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2022**

**EVALUASI *CASING DESIGN* SUMUR PEMBORAN
DENGAN METODE *MAXIMUM LOAD*
PADA SUMUR X DI LAPANGAN Y**

JURNAL ILMIAH

**ANDI NUR ILMU BASRI
12418015**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Perminyakan



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI *CASING DESIGN* SUMUR PEMBORAN
DENGAN METODE *MAXIMUM LOAD*
PADA SUMUR X DI LAPANGAN Y**

JURNAL ILMIAH

**ANDI NUR ILMI BASRI
12418015**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui,
Kota Deltamas, 24 September 2022

Pembimbing I,



Ganesha Rinku Darmawan, S.T., M.T.

Pembimbing II,



Samuel Halomoan Silitonga, S.T.

Mengetahui,

Kota Deltamas, 27 September 2021

Kepala Program Studi Teknik Perminyakan

Institut Teknologi Sains Bandung



Ir. Aries Prasetyo, M.T

NIDN: 04140468

EVALUASI CASING DESIGN SUMUR PEMBORAN DENGAN METODE MAXIMUM LOAD PADA SUMUR X DI LAPANGAN Y

Andi Nur Ilmi Basri

Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Sains Bandung

Email: andinurilmibasri@gmail.com

Pembimbing: Ganesha Rinku Darmawan, S.T., M.T & Samuel Halomoan Silitonga, S.T

Abstrak :

Dalam proses pemboran, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya adalah desain dan pemasangan casing. Casing adalah pipa berbahan baja yang memiliki peran penting dalam suatu pemboran sumur minyak dan gas. Casing design merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan atau dicermati dalam operasi pemboran. Adapun tujuan utama dari pada desain casing adalah memasang rangkaian casing yang kuat untuk melindungi sumur baik selama pemboran maupun produksi. Faktor yang sangat berpengaruh dalam perencanaan casing adalah diameter casing, panjang casing, pressure resistance, serta beban pada casing. Pembebanan casing meliputi tiga macam, yaitu tekanan Burst, Collapse, Tension dan Biaxial. Sumur X merupakan sumur pengembangan dari suatu lapangan, evaluasi casing design sumur X lapangan Y dilakukan pada casing 13-3/8 trayek 17-1/2", casing 9-5/8 trayek 12-1/4", casing 7 trayek 8-1/2" dan casing 4-1/2" trayek 6". Pada evaluasi ini membahas apakah grade casing yang digunakan sudah cukup aman atau tidak. Metode yang digunakan pada evaluasi ini adalah metode maximum load dengan memperhitungkan beban burst, collapse, tension dan biaxial. Desain casing hasil perhitungan memberikan hasil sebagai berikut untuk surface casing, intermediate casing, production casing dan liner. berurut-turut adalah N-80; 68 ppf, P-110; 47 ppf, P-110; 29 ppf, P-110; 12.6 ppf.

Kata Kunci: Casing design, maximum load, evaluasi.

Abstrak :

In the drilling process, there are several things that must be considered, one of which is the design and installation of the casing. Casing is a pipe made of steel which has an important role in drilling oil and gas wells. Casing design is one of the factors that must be considered or observed in drilling operations. The main purpose of the casing design is to install a series of strong casings to protect the well both during drilling and production. Factors that are very influential in casing design are casing diameter, casing length, pressure resistance, and the load on the casing. There are three types of casing loading, namely Burst, Collapse, Tension and Biaxial pressure. Well X is a development well of a field, casing design evaluation of well X field Y is carried out on casing 13-3/8 route 17-1/2", casing 9-5/8 route 12-1/4", casing 7 route 8-1/2" and r casing 4-1/2" route 6". This evaluation discusses whether the grade of casing used is safe enough or not. The method used in this evaluation is the maximum load method by taking into account burst, collapse, tension and biaxial loads. The calculated casing design gives the following results for surface casing, intermediate casing, production casing and liner. in a row are N-80; 68 ppf, P-110; 47 ppf, P-110; 29 ppf, P-110; 12.6 ppf.

Keywords: Casing design, maximum load, evaluation

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suatu operasi pemboran minyak dan gas bumi dilaksanakan dengan tujuan untuk membuat lubang dimana pipa produksi dapat diletakkan. Pipa produksi yang

berfungsi sebagai tempat memproduksi hidrokarbon di dalam lapisan bumi ini dipasang setelah tahap pemboran dan tahap pemasangan casing selesai dilaksanakan. Pemasangan pipa casing tersebut akan disesuaikan

dengan kedalaman target yang telah direncanakan.

Dalam proses pemboran, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya adalah desain dan pemasangan *casing*. *Casing* adalah pipa berbahan baja yang memiliki peran penting dalam suatu pemboran sumur minyak dan gas. Fungsi utama dari *casing* adalah, untuk melindungi sumur dan mampu menahan tekanan-tekanan yang bekerja dari dalam dan luar *casing* dengan baik selama pemboran dan produksi berlangsung.

Pada saat pemboran sumur minyak dan gas mencapai kedalaman tertentu, maka pada 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.

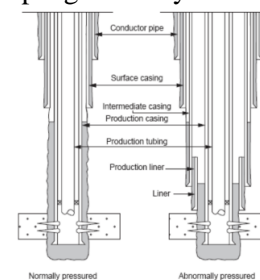
Dalam perencanaan pemboran desain *casing* sangat penting karena *casing* merupakan benda yang harus disiapkan sebelum operasi pemboran dan yang berhubungan langsung dengan fluida.

Desain *casing* meliputi *conductor casing*, *surface casing*, *intermediate casing*, *production casing*, dan *liner*.

Faktor yang sangat berpengaruh dalam perencanaan *casing* adalah diameter *casing*, panjang *casing*, *pressure resistance*, serta beban pada *casing*. Pembebanan *casing* meliputi tiga macam, yaitu tekanan *Burst*, *Collapse*, *Tension* dan *Biaxial*. Setelah membuat masing-masing beban mencapai angka *safety factor* terbesar, maka akan diperoleh rangkaian *casing* paling kuat dan aman.

Casing salah satu komponen cukup mahal pada suatu sumur minyak dan gas bumi, sehingga *casing* yang digunakan ini merupakan investasinya cukup besar. Pemilihan ukuran *casing*, berat *casing*, dan tipe ulirnya (*thread*) merupakan aspek yang paling penting dipandang dari segi tekniknya yang juga akan menyangkut keekonomisan dan aspek keselamatannya. *Casing* mempunyai beberapa fungsi penting selama proses pengeboran minyak dan gas bumi, berikut adalah fungsi dari *casing* (Feldy Noviandy, 2015):

Ketika sedang melakukan pengeboran minyak sering kita jumpai keadaan yang sangat tidak bersahabat, seperti zona yang bertekanan tinggi, formasi yang lemah dan formasi yang rekah, dan masih banyak hal lagi yang sering kita jumpai. Oleh karena itu, sumur di bor dan menutup zona yang merepotkan ini dengan *casing* yang berbeda ukuran. Ukuran *casing* yang berbeda sangat dibutuhkan untuk kedalaman *casing* yang berbeda, lima *casing* yang sangat umum digunakan adalah *conductor casing*, *surface casing*, *intermediate casing*, *production casing*, dan *liner*. Seperti di tunjukkan pada gambar pipa-pipa ini berada pada kedalaman yang berbeda. Satu atau dua dari pipa tersebut dapat dihilangkan sesuai kondisi pengeborannya.



Tabel 5. 1 Jenis *casing* (Moore P.L, 1974), (Shadizadeh, Seyed Reza, 2010).

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari studi ini ialah melakukan evaluasi dan optimasi *casing design* pada trayek 24", trayek 17.5", trayek 12.2", trayek 8.5", dan trayek 6" terhadap desain *existing*

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada studi ini, yaitu :

1. Pembahasan desain *casing* hanya akan dilakukan pada *casing* 18-5/8" trayek 24", *casing* 13-3/8" trayek 17.2", *casing* 9-5/8" trayek 12.5", *casing* 7-5/8" trayek 8.5" dan *casing* 4-1/2" trayek 6".
2. Optimasi desain *casing* tidak memperhitungkan keekonomian.
3. Tidak memperhitungkan *casing setting depth*.
4. Data *pore pressure gradient* sudah didapatkan oleh *subsurface team*.
5. Tidak mempertimbangkan *kick tolerance*.
6. Tidak memperhitungkan analisis *pressure build up*.

II.METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Studi Literatur
Studi literatur ini dilakukan dengan metode mengumpulkan sumber data yang berasal dari rujukan buku ataupun informasi perusahaan yang berhubungan dengan tujuan studi yang lagi dilakukan. Studi literatur ini dilakukan saat sebelum serta sepanjang penelitian dilaksanakan.
- b. Diskusi
Melaksanakan dialog ataupun pedalaman materi secara langsung ataupun secara tidak langsung melalui e-mail dengan pembimbing.

dengan mempertimbangkan beban yang terjadi pada *casing* dan aspek keamanan.

2.2 Prosedur Kerja

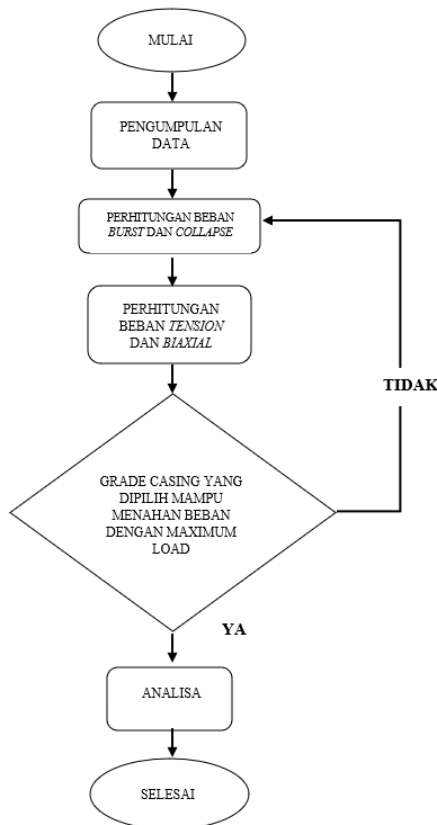
- 2.2.1 Studi literatur mengenai *casing design* dan pengumpulan data. Sebelum melakukan penelitian terhadap pemilihan *casing* yang baik dan efisien dilakukan *study* litelatur untuk mempelajari sentar mengumpulkan data apa saja yang dibutuhkan dalam penelitian. Data- data yang diperlukan pada penelitian antara lain
 - a. *True vertical depth* dan *measured depth*.
 - b. Tekanan pori.
 - c. Tekanan rekah formasi.
 - d. *Mud weight*.
 - e. Litologi batuan.
- 2.2.2 Memilih *grade casing* data seperti tekanan internal dan eksternal diperlukan untuk menentukan kualitas *casing* berdasarkan API. Data ini nantinya akan dibutuhkan untuk menghitung beban *burst* dan *collapse*. Metode *maximul load* digunakan untuk perhitungan ini yang artinya, penentuan sifat keadaan didasarkan pada kondisi terburuk yang terjadi pada rangkaian *casing*.
- 2.2.3 Analisis data perhitungan Hasil menurut perhitungan *grade casing* akan sebagai bahan pertimbangan buat meningkatkan secara optimal *grade casing* yg digunakan dimana parameter yg akan dianalisa yaitu *Burst, Collapse, Tension dan Biaxial*.
- 2.2.4 Evaluasi perhitungan Hasil dari perhitungan beban *burst, collapse, tension* dan *biaxial* kemudian akan di evaluasi terhadap *grade casing* yang perusahaan tentukan, apakah *grade casing* tersebut mampu menahan beban *burst, collapse, tension* dan

biaxial atau tidak. Dan jika tidak maka perlu penentuka *grade casing* baru.

2.2.5 Penulisan Laporan

Laporan penelitian Tugas Akhir ini akan ditulis sesuai dengan mengikuti kaidah penulisan laporan tugas akhir yang telah ditentukan oleh Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi Sains Bandung

2.3 Alur Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 2. 1 Alur pengerjaan Tugas Akhir

III. PEMBAHASAN

Pada tahap ini, akan dihitung beban-beban yang bekerja pada trayek di sumur “X” yaitu *burst load*, *collapse load*, *tension load* dan *biaxial load*. Mulai dari *Conductor casing*, *Surface casing*, *Intermediate casing*, *Production casing*, dan *Liner*.

3.1 Casing Design Conductor 13-3/8” (0-1532 ft)

Diameter casing (OD)	: 30-3/8”
Diameter lubang bor	: 17-1/2”
TVD	: 1532 ft
Tekanan Rekah	: 12 ppg
Berat lumpur	: 9.2 pp
Densitas semen: 12.8 ppg dan 15.8 ppg	
Densitas gas	: 0.12 psi/ft
<i>Design factor burst load</i>	: 1.1
<i>Design factor collapse load</i>	: 1.1
<i>Design factor tension load</i>	: 1.3

Perhitungan *burst load* Surface casing 13-3/8”

Tekanan injeksi (IP)

$$\begin{aligned}
 IP &= 0.052 \times (Gfr + 1) \times Lc \\
 &= 0.052 \times (16.2 + 1) \times 1532 \\
 &= 1370 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Tekanan dipermukaan (Ps)

$$\begin{aligned}
 Ps &= IP - 0.052 \times \rho g \times Lc \\
 &= 1370 - 0.052 \times 0.12 \times 1532 \\
 &= 2902 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Tekanan Eksternal (Pe)

$$\begin{aligned}
 Pe &= 0.465 \times Lc \\
 &= 0.465 \times 1532 \\
 &= 712 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Resultant di Permukaan

$$\begin{aligned}
 C@surface &= Ps - Pe@surface \\
 &= 2902 - 0 \\
 &= 2902
 \end{aligned}$$

Resultan di lead

$$\begin{aligned}
 C@lead &= IP - Pe@lead \\
 &= 1370 - 1020 \\
 &= 351 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Resultant di tail

$$\begin{aligned}
 C@tail &= IP - Pe@tail \\
 &= 1370 - 1259 \\
 &= 112 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Desain factor di permukaan

$$\begin{aligned}
 BPD@surface &= C@surface \times DF \\
 &= 2902 \times 1.1 \\
 &= 3192 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Desain factor di lead

$$\begin{aligned}
 BPD@lead &= C@lead \times DF \\
 &= 351 \times 1.1 \\
 &= 386 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Desain faktor di tail

$$\begin{aligned}
 BPD@tail &= C@tail \times DF \\
 &= 112 \times 1.1
 \end{aligned}$$

$$= 123 \text{ psi}$$

Kolom gas yang mengisi seluruh Panjang casing yang menimbulkan *burst load* pada *surface casing*. Karena tekanan injeksi pada kedalaman *surface casing* relatif rendah maka batas tekanan maksimum dipermukaan dapat diabaikan. Hal ini dapat diartikan juga bahwa tekanan peralatan BOP lebih besar dari tekanan gas di permukaan. Hal ini menyebabkan batasan tekanan maksimum hanya terdapat pada kaki casing sebesar tekanan injeksi.

Terdapat dua tekanan yang dihitung pada perhitungan *burst load* diantaranya tekanan internal dan tekanan eksternal. Pada saat pemboran trayek berikutnya, terjadi *gas kick* pada kedalaman ± 1532 ft yang menyebabkan fluida lumpur pemboran tergantikan dengan gas sehingga mendorong fluida lumpur pemboran masuk kedalam rekahan formasi di bawah casing seat. Tekanan eksternal berasal dari tekanan air asin (*salt water*) sebesar 712 psi yang membantu menahan tekanan dari dalam casing yang disebabkan oleh gas yang masuk ke dalam casing.

Perhitungan Collapse Load Conductor casing 13-3/8

Tekanan Eksternal di permukaan

$$\begin{aligned} Pe @ \text{ surface} &= 0.052 \times ps \times Lc \\ &= 0.052 \times 12.8 \times 0 \\ &= 0 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan eksternal di lead

$$\begin{aligned} Pe @ \text{ lead} &= 0.052 \times ps \text{ lead} \times Ls \text{ lead} \\ &= 0.052 \times 12.8 \times 869 \\ &= 578 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan eksternal di tail

$$\begin{aligned} Pe @ \text{ tail} &= Pe @ \text{ lead} + (0.052 \times ps \text{ tail} \times Lc) \\ &= 578 + (0.052 \times 15.8 \times 1532) \\ &= 1837 \text{ psi} \end{aligned}$$

Desain factor di permukaan

$$\begin{aligned} CPD @ \text{ surface} &= Pe @ \text{ surface} \times DF \\ &= 0 \times 1.1 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Desain factor di lead

$$CPD @ \text{ lead} = Pe @ \text{ lead} \times DF$$

$$= 578 \times 1.1$$

$$= 636 \text{ psi}$$

Desain factor di tail

$$\begin{aligned} CPD @ \text{ tail} &= Pe @ \text{ tail} \times DF \\ &= 1837 \times 1.1 \\ &= 2021 \text{ psi} \end{aligned}$$

Pada *collapse load* juga menghitung tekanan yang bekerja pada *surface casing*. Kondisi terburuk yang diasumsikan adalah terjadinya *lost circulation*. Pada kedalaman yang relatif rendah ini, kemungkinan buruk yang terjadi adalah fluida pemboran hilang seluruhnya sehingga tidak ada fluida pemboran di dalam casing. Sementara itu, dalam kegiatan penyemaman, tekanan *cement slurry* memiliki pengaruh terhadap tekanan eksternal tanpa adanya bantuan dari tekanan internal.

Perhitungan Beban Tension pada Surface Casing 13-3/8"

Grade casing N-80; 68 ppf; BTC

Collapse resistance : 2260 psi

Pipe body yield strength : 1556000 lbs

Nominal Weight (BN) : 68 ppf

Buoyancy factor (BF)

$$\begin{aligned} BF &= 1 - \frac{\rho m}{65.5} \\ &= 1 - \frac{9.5}{65.5} = 0.85 \end{aligned}$$

Berat casing (WM)

$$\begin{aligned} WM &= L \times wa \times BF \\ &= 1532 \times 68 \times 0.85 \\ &= 89067 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Luas penampang dinding casing (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2) \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (13 - 3/8^2 - 12.415^2) \\ &= 27.5 \end{aligned}$$

Deviasi lubang (BL)

$$\begin{aligned} BL &= 218 \times OD \times \theta \times A \\ &= 218 \times 13.675 \times 0 \times 27.5 \\ &= 0 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Sumur "X" ini adalah sumur dengan pemboran vertikal sehingga beban *tension* akibat deviasi lubang (BL) sebesar 0 lbs. Pada perencanaan beban *tension* ini juga diperlukan beban *overpull* untuk menjadi faktor keamanan apabila casing terjepit dan menjadikan stuck.

Beban *overpull* yang ditambahkan sebesar 100.000 lbs. *Bouyancy factor* juga berpengaruh terhadap perhitungan *tension load*. Fluida pemboran yang ada didalam lubang bor membantu menahan beban *tension casing* sehingga beban *tension* yang diterima *casing* tidak terlalu besar.

Perhitungan Beban *Biaxial* pada *Surface Casing 13-3/8"*

Faktor beban *Biaxial* (X)

$$X = (\text{Beban Tension}) / (\text{Body Yield Strength})$$

$$= 245786 / 1556000$$

$$= 0.19$$

Setelah didapatkan nilai X kemudian nilai Y dapatkan dari Tabel sebesar 0.964

Nilai *collapse resistance* untuk casing dengan spesifikasi N-80; 68 ppf; BTC adalah 2260 psi, maka :

Penurunan *collapse resistant*

$$= Y \times \text{Collapse resistant}$$

$$= 0.964 \times 2260$$

$$= 2179 \text{ psi}$$

Safety Factor

Safety factor untuk burst

$$= (\text{Burst Resistant}) / (\text{Burst Pressure})$$

$$= (5020 \text{ psi}) / (112 \text{ psi})$$

$$= 1.7$$

Safety factor untuk collapse

$$= (\text{Collapse Resistant}) / (\text{External Pressure})$$

$$= (2260 \text{ psi}) / (1837 \text{ psi})$$

$$= 1.2$$

Safety factor untuk tension

$$= (\text{Yield Strength}) / (\text{Tension Load})$$

$$= (1556000 \text{ lbs}) / (245786 \text{ lbs})$$

$$= 6.3$$

Safety factor untuk biaxial

$$= (\text{Penurunan Collapse Rating}) / (\text{DF Collapse@shoe})$$

$$= (2023 \text{ psi}) / (2179 \text{ psi})$$

$$= 1.1$$

Tabel 3. 1 Hasil SF *Surface Casing 13-3/8"*

Beban	SF	Keterangan
<i>Burst</i> , psi	1.7	Aman
<i>Collapse</i> psi	1.2	Aman
<i>Tension</i> , lbs	6.3	Aman
<i>Biaxial</i> , psia	1.1	Aman

3.2 *Casing Design Intermediate Casing 9-5/8"*(0-8327ft)

- Diameter casing (OD) : 9-5/8 inch
- Diameter lubang bor : 12-1/4 inch
- TVD : 8327 ft
- Gradien tekanan rekah (Gfr) : 17.8 ppg
- Gradien tekanan gas (Gg) : 0.12 psi/ft
- Berat lumpur : 11.5 ppg
- Densitas *lead cement* : 11.5 ppg
- Densitas *tail cement* : 15.8 ppg
- Panjang casing : 8327 ft

Design factor burst load : 1.1

Design factor collapse load : 1.1

Design factor tension load : 1.3

Perhitungan Beban *Burst Intermediate Casing 9-5/8"*

Tekanan injeksi (IP)

$$IP = 0.052 \times (Gfr+1) \times Li$$

$$= 0.052 \times (16.2+1) \times 8327$$

$$= 7448 \text{ psi}$$

Tekanan dipermukaan (Ps)

$$Ps = IP - \rho m + \rho g$$

$$= 7448 - 11.5 \times 0.12$$

$$= 7436 \text{ psi}$$

Tinggi kolom gas (Hg)

$$\begin{aligned} Hg &= (IP - P_s - 0.052 \cdot \rho_m \cdot Li) / (0.115 - 0.052 \cdot \rho_m) \\ &= (7448 - 6000 - 0.052(11.5)(8327)) / (0.115 - 0.052 \cdot (11.5)) \\ &= 7312 \text{ ft} \end{aligned}$$

Tinggi kolom lumpur (Hm)

$$\begin{aligned} Hm &= Li - Hg \\ &= 8327 - 7312 \\ &= 1015 \text{ ft} \end{aligned}$$

Tekanan eksternal di Lead

$$\begin{aligned} Pe @ \text{lead} &= 0.052 \times \rho_s @ \text{lead} \times Li \\ &= 0.052 \times 11.5 \times 8327 \\ &= 4980 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan Eksternal di Tail

$$\begin{aligned} Pe @ \text{Tail} &= 0.052 \times \rho_s @ \text{tail} \times Li \\ &= 0.052 \times 15.8 \times 8327 \\ &= 6841 \end{aligned}$$

Resultant di Permukaan

$$\begin{aligned} C @ \text{Surface} &= P_s - Pe @ \text{Surface} \\ &= 7436 - 150 \\ &= 7286 \end{aligned}$$

Resultant di lead

$$\begin{aligned} C @ \text{Lead} &= P_i - Pe @ \text{Lead} \\ &= 7448 - 4980 \\ &= 2468 \text{ psi} \end{aligned}$$

Resultant di Tail

$$\begin{aligned} C @ \text{Tail} &= P_i - Pe @ \text{Tail} \\ &= 7448 - 6841 \\ &= 606 \text{ psi} \end{aligned}$$

Desain Tekanan burst @Surface

$$\begin{aligned} BPD @ \text{Surface} &= C @ \text{Surface} \times DF \\ &= 7286 \times 1.1 \\ &= 8015 \text{ psi} \end{aligned}$$

Desain Tekanan burst @Lead

$$\begin{aligned} BPD @ \text{Lead} &= C @ \text{Lead} \times DF \\ &= 2468 \times 1.1 \\ &= 2715 \text{ psi} \end{aligned}$$

Desain Tekanan burst @Tail

$$\begin{aligned} BPD @ \text{Surface} &= C @ \text{Tail} \times DF \\ &= 606 \times 1.1 \\ &= 667 \text{ psi} \end{aligned}$$

Pada perhitungan *burst load* menggunakan 2 macam tekanan yang terjadi pada *casing*, yaitu tekanan internal dan tekanan eksternal. Setelah dipasang *casing* 9-

5/8", pada saat proses pemboran trayek berikutnya terjadi *gas kick* pada kedalaman lubang trayek selanjutnya ±8327 ft yang menyebabkan fluida formasi (gas) masuk kedalam lubang bor dan kedalam casing yang telah dipasang.

Influx gas yang masuk akan menimbulkan rekahan dibawah *casing shoe* dan akan mengakibatkan hilangnya lumpur kedalam rekahan. Kehilangan lumpur maksimal didalam *casing* terbatas pada jumlah yang akan menyebabkan tekanan internal *casing* naik sampai batas tekanan yang dapat ditahan BOP sehingga mencegah terjadi *blowout*. Dengan tekanan maksimum tersebut maka ditentukan berapat tinggi kolom gas dan lumpur yang berada didalam *casing* yang telah dipasang. Kolum gas yang mengisi *casing* sebesar 7312 ft dan kolum lumpur yang ada didalam *casing* sebesar 1015 ft

Perhitungan Beban Collapse Intermediate Casing 9-5/8"

Tekanan collapse @surface

$$P_c @ \text{surface} = 0.052 \times \rho_s \times$$

$$D @ \text{surface}$$

$$= 0.052 \times 11.5 \times 0$$

$$= 0$$

Tekanan collapse @surface

$$P_c @ \text{Lead} = 0.052 \times 17.5 \times 500$$

$$= 455 \text{ psi}$$

Tekanan collapse @Tail

$$P_c @ \text{Tail} = 0.052 \times 17.5 \times 1000$$

$$= 910 \text{ psi}$$

Pressure External @Lead

$$P_1 = 0.052 \times \rho_s \times Li \text{ lead}$$

$$= 0.052 \times 11.5 \times 6784$$

$$= 4057 \text{ psi}$$

Pressure External @Tail

$$P_2 = 0.052 \times ((\rho_m \times Li) + (H_s \text{ Lead} \times$$

$$\rho_s \text{ Lead})) + (H_s \text{ Tail} \times \rho_s \text{ Tail})$$

$$= 0.052 \times ((11.5 \times 230) + (6784 \times$$

$$11.5)) + (1313 \times 15.8)$$

$$= 5273 \text{ psi}$$

Resultant @Surface

$$\begin{aligned}
 C@Surface &= Pe@surface - Pc@surface \\
 &= 0 - 0 \\
 &= 0 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Resultant@Lead

$$\begin{aligned}
 C@Lead &= Pe@Lead - Pc@Lead \\
 &= 4057 - 455 \\
 &= 3602 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Resultant@Tail

$$\begin{aligned}
 C@Tail &= Pe@Tail - Pc@Tail \\
 &= 5273 - 910 \\
 &= 4363 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Desain Tekanan collapse @Surface

$$\begin{aligned}
 CPD@surface &= Pc @surface \times DF \\
 &= 0 \times 1.1 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Desain Tekanan collapse @Lead

$$\begin{aligned}
 CPD@ Lead &= Pc @Lead \times DF \\
 &= 3602 \times 1.1 \\
 &= 3962 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Desain Tekanan collapse @Tail

$$\begin{aligned}
 CPD@Tail &= Pc @Tail \times DF \\
 &= 4363 \times 1.1 \\
 &= 4799 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Beban collapse pada *intermediate casing* terdiri atas tekanan hidrostatik lumpur saat *casing* dipasang dan tekanan hidrostatik semen. Kondisi terburuk apabila lumpur mengalami *lost circulation*, sehingga kolom lumpur didalam casing turun. *Lost circulation* terjadi antara lain karena turunnya gradien tekanan formasi. Tetapi perlu diingat bahwa batas minimum *gradient* tekanan formasi adalah sebesar *gradient* tekanan hidrostatik air asin, Karena pada metoda *maximum load* selalu mencari kondisi terburuk untuk setiap pembebanan, maka dianggap *gradient* tekanan formasi turun sampai kebatas minimumnya ini. Pada *interval* kedalaman lubang yang belum di *casing* dapat dipahami bahwa tekanan formasi terkecil akan berada tepat dibawah kaki *casing*.

Perhitungan Beban Tension Intermediate Casing 9-5/8" Grade casing P-110; 47 ppf; New Vam

Internal pressure resistance: 9440 psi
Collapse resistance : 5300 psi
Pipe body yield strength: 1493000 lbs
Nominal Weight (BN) : 47 ppf
ID : 8.681 inch

Buoyancy factor (BF)

$$\begin{aligned}
 BF &= 1 - \frac{\rho m}{65.5} \\
 &= 1 - \frac{11.5}{65.5} \\
 &= 0.82
 \end{aligned}$$

Berat casing (WM)

$$\begin{aligned}
 WM &= L \times wa \times BF \\
 &= 8327 \times 47 \times 0.85 \\
 &= 322655 \text{ lbs}
 \end{aligned}$$

Luas penampang dinding casing (A)

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2) \\
 &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (9 - 5/8^2 - 8.681^2) \\
 &= 10.18 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Deviasi lubang (BL)

$$\begin{aligned}
 BL &= 218 \times OD \times \theta \times A \\
 &= 218 \times 9.625 \times 0 \times 10.18 \\
 &= 0 \text{ lbs}
 \end{aligned}$$

Sumur "X" ini adalah sumur dengan pemboran vertikal sehingga beban *tension* akibat deviasi lubang (BL) sebesar 0 lbs. Pada perencanaan beban *tension* ini juga diperlukan beban *overpull* untuk menjadi faktor keamanan apabila *casing* terjepit dan menjadikan *stuck*. Beban *overpull* yang ditambahkan sebesar 100.000 lbs. *Bouyancy factor* juga berpengaruh terhadap perhitungan *tension load*. Fluida pemboran yang ada didalam lubang bor membantu menahan beban *tension casing* sehingga beban *tension* yang diterima *casing* tidak terlalu besar.

Perhitungan Beban Biaxial Intermediate Casing 9-5/8"

Faktor beban *Biaxial (X)*

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Beban Tension}}{\text{Body Yield Strength}} \\
 &= \frac{549452}{1493000} \\
 &= 0.37
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai X kemudian nilai Y dapatkan dari Tabel sebesar 0.838

Nilai *collapse resistance* untuk casing dengan spesifikasi P-110; 47 ppf; BTC adalah 5300 psi, maka :

Penurunan *collapse resistant*

$$= Y \times \text{Collapse resistant}$$

$$= 0.838 \times 5300$$

$$= 4441 \text{ psi}$$

Safety Factor

Safety factor untuk burst

$$= \frac{\text{Burst Resistant}}{\text{Burst Pressure}}$$

$$= \frac{9440 \text{ psi}}{7286 \text{ psi}}$$

$$= 1.3$$

Safety factor untuk collapse

$$= \frac{\text{Collapse Resistant}}{\text{External Pressure}}$$

$$= \frac{5300 \text{ psi}}{4363 \text{ psi}}$$

$$= 1.2$$

Safety factor untuk tension

$$= \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Tension Load}}$$

$$= \frac{1493000 \text{ lbs}}{549452 \text{ lbs}}$$

$$= 2.7$$

Safety factor untuk biaxial

$$= \frac{\text{Penurunan Collapse Rating}}{\text{DF Collapse@shoe}}$$

$$= \frac{44441 \text{ psi}}{4799 \text{ psi}}$$

$$= 0.9$$

Tabel 3. 2 Hasil SF Intermediate Casing 9-5/8"

Beban	SF	Keterangan
<i>Burst</i> , psi	1.3	Aman
<i>Collapse</i> psi	1.2	Aman
<i>Tension</i> , lbs	2.7	Aman
<i>Biaxial</i> , psia	0.9	Aman

3.3 Casing Design Production Casing 7"

Diameter casing (OD) : 7 inch

Diameter lubang bor : 8-1/2 inch

TVD : 10167 ft

Gradien tekanan rekah (Gfr) : 16.8 ppg

Gradien tekanan gas (Gg) : 0.12 psi/ft

Berat lumpur : 17.5 ppg

Densitas cement : 17.5 ppg

Top of cement : 7342 ft

Panjang casing : 10167 ft

Safety factor burst load : 1.1

Safety factor collapse load : 1.0

Safety factor tension load : 1.3

Perhitungan Beban Burst Production Casing 7"

Tekanan Internal (Pi)

$$\begin{aligned} P_i &= 0.052 \times (G_{fr} + 1) \times L_{pd} \\ &= 0.052 \times (18.3 + 1) \times 10167 \\ &= 10204 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan Burst di permukaan

$$\begin{aligned} P_s &= P_i - 0.052 \times G_g \times L_{pd} \\ &= 10204 - (0.052 \times 0.12 \times 10167) \\ &= 10140 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan Eksternal di Surface

$$P_{e@surface} = 0$$

Tekanan Eksternal di Top Cement

$$\begin{aligned} P_{e@Topcement} &= 0.052 \times \rho_m \times L_{pd} \\ &= 0.052 \times 17.5 \times 10167 \\ &= 9252 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan Eksternal di Shoe

$$\begin{aligned} P_{e@Shoe} &= 0.052 \times \rho_s \times L_{pd} \\ &= 0.052 \times 17.5 \times 10167 \\ &= 9252 \text{ psi} \end{aligned}$$

Resultant di surface

$$\begin{aligned} C@surface &= P_s - P_{e@surface} \\ &= 10140 - 0 \\ &= 10140 \text{ psi} \end{aligned}$$

Resultant di Top Cement

$$\begin{aligned} C@Topcement &= P_i - P_{e@Topcement} \\ &= 10204 - 9252 \\ &= 952 \text{ psi} \end{aligned}$$

Resultant di Shoe

$$C@Shoe = P_i - P_{e@Shoe}$$

$$= 10204 - 9252$$

$$= 952 \text{ psi}$$

Desain tekanan *burst @surcafe*

$$BPD@surface = C@surface \times DF$$

$$= 10140 \times 1.1$$

$$= 11154 \text{ psi}$$

Desain tekanan *burst di Top cement*

$$BPD@topcement = C@top cement \times DF$$

$$= 952 \times 1.1$$

$$= 1047 \text{ psi}$$

Desain tekanan *burst @Shoe*

$$BPD @Shoe = C@Shoe \times DF$$

$$= 952 \times 1.1$$

$$= 1047 \text{ psi}$$

Pada perhitungan *burst load* menggunakan 2 macam tekanan yang terjadi pada *casing*, yaitu tekanan internal dan tekanan eksternal. Setelah dipasang casing 7", pada saat proses pemboran trayek berikutnya terjadi gas *kick* pada kedalaman lubang trayek selanjutnya ± 10167 ft yang menyebabkan fluida formasi (gas) masuk kedalam lubang bor dan kedalam casing yang telah dipasang.

Influx gas yang masuk akan menimbulkan rekahan dibawah *casing shoe* dan akan mengakibatkan hilangnya lumpur kedalam rekahan. Kehilangan lumpur maksimal didalam *casing* terbatas pada jumlah yang akan menyebabkan tekanan *internal casing* naik sampai batas tekanan yang dapat ditahan BOP sehingga mencegah terjadi *blowout*.

Perhitungan Beban *Collapse Production Casing 7"*

Tekanan *Collapse @Surface*

$$Pc @surface = 0.052 \times \rho_s \times D@surface$$

$$= 0.052 \times 17.5 \times 0$$

$$= 0 \text{ psi}$$

Tekanan *Top cement pada collapse load*

$$P1 = 0.052 \times \rho_m \times Lm$$

$$= 0.052 \times 17.5 \times 7342$$

$$= 6681 \text{ psi}$$

Tekanan *Shoe pada Collapse Load*

$$P2 = P1 \times (0.052 \times \rho_s \times Hs)$$

$$= 6681 \times (0.052 \times 17.5 \times 2825)$$

$$= 9252 \text{ psi}$$

Resultant @Surface

$$C@Surface = Pc@surface -$$

$$Pe@surface$$

$$= 0 - 0$$

$$= 0 \text{ psi}$$

Resultant @Top cement

$$C@top cement = P1 - Pc@top cement$$

$$= 6681 - 1352$$

$$= 5329 \text{ psi}$$

Resultant @shoe

$$C@shoe = P2 - Pc@shoe$$

$$= 9252 - 2028$$

$$= 7224 \text{ psi}$$

Desain tekanan *collapse @ surface*

$$CPD@surface = C@surface \times DF$$

$$= 0 \times 1.1$$

$$= 0 \text{ psi}$$

Desain tekanan *collapse @top cement*

$$CPD@topcement = C@top cement \times SF$$

$$= 5239 \times 1.1$$

$$= 5862 \text{ psi}$$

Desain tekanan *collapse @shoe*

$$CPD@shoe = C@shoe \times SF$$

$$= 7224 \times 1.1$$

$$= 7946 \text{ psi}$$

Beban *collapse* pada *production casing* terdiri atas tekanan hidrostatik lumpur saat casing dipasang dan tekanan hidrostatik semen. Kondisi terburuk apabila lumpur mengalami *lost circulation*, sehingga kolom lumpur didalam *casing* turun. *Lost circulation* terjadi antara lain karena turunnya gradien tekanan formasi. Tetapi perlu diingat bahwa batas minimum *gradient* tekanan formasi adalah sebesar *gradient tekanan* hidrostatik air asin. Karena pada metoda *maximum load* selalu mencari kondisi terburuk untuk setiap pembebanan, maka dianggap *gradient* tekanan formasi turun sampai kebatas minimumnya ini. Pada *interval* kedalaman lubang yang belum di *casing* dapat dipahami bahwa tekanan formasi terkecil akan berada tepat dibawah kaki *casing*.

Perhitungan Beban *Tension Production Casing 7"*

<i>Internal pressure resistance</i>	: 11220 psi
<i>Collapse resistance</i>	: 8530 psi
<i>Pipe body yield strength</i>	: 929000 lbs
<i>Nominal Weight (BN)</i>	: 29 ppf
<i>ID</i>	: 6.184 inch

Buoyancy factor (BF)

$$\begin{aligned} BF &= 1 - \frac{\rho m}{65.5} \\ &= 1 - \frac{17.5}{65.5} \\ &= 0.73 \end{aligned}$$

Berat Casing (WM)

$$\begin{aligned} WM &= L \times wa \times BF \\ &= 10167 \times 29 \times 0.73 \\ &= 216068 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Luas penampang dinding casing (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2) \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (7^2 - 6.184^2) \\ &= 8.4 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Deviasi lubang (BL)

$$\begin{aligned} BL &= 218 \times OD \times \theta \times A \\ &= 218 \times 7 \times 0 \times 8.4 \\ &= 0 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Sumur "X" ini adalah sumur dengan pemboran vertikal sehingga beban *tension* akibat deviasi lubang (BL) sebesar 0 lbs. Pada perencanaan beban *tension* ini juga diperlukan beban *overpull* untuk menjadi faktor keamanan apabila *casing* terjepit dan menjadikan *stuck*. Beban *overpull* yang ditambahkan sebesar 100.000 lbs. *Bouyancy factor* juga berpengaruh terhadap perhitungan *tension load*. Fluida pemboran yang ada didalam lubang bor membantu menahan beban *tension casing* sehingga beban *tension* yang diterima *casing* tidak terlalu besar.

Perhitungan Beban *Biaxial Production Casing*

Faktor beban *Biaxial* (X)

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Beban Tension}}{\text{Body Yield Strength}} \\ &= \frac{410889}{929000} \\ &= 0.44 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai X kemudian nilai Y dapatkan dari Tabel sebesar 0.791

Nilai *collapse resistance* untuk *casing* dengan spesifikasi P-110; 29 ppf; BTC adalah 8530 psi, maka :

Penurunan *collapse resistant*

$$= Y \times \text{Collapse resistant}$$

$$= 0.791 \times 8530$$

$$= 6741 \text{ psi}$$

Safety Factor

Safety factor untuk burst

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Burst Resistant}}{\text{Burst Pressure}} \\ &= \frac{11220 \text{ psi}}{9860 \text{ psi}} \\ &= 1.1 \end{aligned}$$

Safety factor untuk collapse

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Collapse Resistant}}{\text{External Pressure}} \\ &= \frac{8530 \text{ psi}}{7224 \text{ psi}} \\ &= 1.2 \end{aligned}$$

Safety factor untuk tension

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Tension Load}} \\ &= \frac{929000 \text{ lbs}}{410889 \text{ lbs}} \\ &= 2.3 \end{aligned}$$

Safety factor untuk biaxial

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Penurunan Collapse Rating}}{\text{DF Collapse@shoe}} \\ &= \frac{6747 \text{ psi}}{7946 \text{ psi}} \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

Tabel 3. 3 Hasil SF Production Casing 7"

Beban	SF	Keterangan
<i>Burst</i> , psi	1.1	Aman
<i>Collapse</i> psi	1.2	Aman
<i>Tension</i> , lbs	2.3	Aman
<i>Biaxial</i> , psia	0.8	Aman

Production Liner 4-1/2"

Diameter casing (OD)	: 4-1/2 inch
Diameter lubang bor	: 6 inch
TVD	: 3438 ft
Gradien tekanan formasi (Gf)	: 16.8 ppg
Gradien tekanan gas (Gg)	: 0.12 psi/ft
Berat lumpur	: 13 ppg
Berat Semen	: 15.8 ppg
Panjang Casing (L)	: 12135 ft
<i>Design factor Burst</i>	: 1.1
<i>Design factor Collapse</i>	: 1.1
<i>Design factor Tension</i>	: 1.3
Tekanan <i>surface</i> (Ps)	: 5000 psi
<i>Pore Pressure</i>	: 14 ppg

Perhitungan Beban Burst Production Liner 4-1/2

Tekanan Internal pada TOL

$$PI@TOL = Ps + (0.052 \times Gf \times D@TOL)$$

$$= 5000 + (0.052 \times 18 \times 8697)$$

$$= 13140 \text{ psi}$$

Tekanan Eksternal pada TOL

$$Pe@TOL = 0.052 \times \text{Pore Pressure} \times D@TOL$$

$$= 0.052 \times 14 \times 8697$$

$$= 8697 \text{ psi}$$

Tekanan Internal pada casing shoe

$$Pi@Shoe = Ps + (0.052 \times Gf \times Lc)$$

$$= 5000 + (0.052 \times 18 \times 1470)$$

$$= 6376 \text{ psi}$$

Tekanan eksternal pada casing shoe

$$Pe@Shoe = 0.052 \times \rho_s \times Lc$$

$$= 0.052 \times 15.8 \times 1470$$

$$= 1208 \text{ psi}$$

Resultant @TOL

$$C@TOL = Pi@TOL - Pe@TOL$$

$$= 13140 - 8697$$

$$= 4443 \text{ psi}$$

$$= 6815 \text{ psi}$$

Resultan @shoe

$$C@shoe = Pi@shoe - Pe@shoe$$

$$= 6376 - 1208$$

$$= 5168 \text{ psi}$$

Desain Tekanan Burst @TOL

$$BPD@TOL = C@TOL \times DF$$

$$= 6815 \times 1.1$$

$$= 7497 \text{ psi}$$

Desain Tekanan Burst @shoe

$$BPD @shoe = C@shoe \times DF$$

$$= 5168 \times 1.1$$

$$= 5685 \text{ psi}$$

Beban tekanan internal yang diterima oleh casing didapatkan dari tekanan fluida produksi akibat adanya kebocoran pada casing (*tubing leak*), serta tekanan eksternal casing didapatkan dari tekanan hidrostatik air asin sebesar 8697 psi @shoe.

Perhitungan Beban Collapse Production Liner 4-1/2"

Tekanan Internal @TOL

$$Pi@TOL = 0.052 \times \rho_m \times D@TOL$$

$$= 0.052 \times 17.5 \times 8697$$

$$= 7914 \text{ psi}$$

Tekanan Internal @shoe

$$PI@shoe = 0.052 \times \rho_m \times Lc$$

$$= 0.052 \times 13 \times 1430$$

$$= 994 \text{ psi}$$

Tekanan collapse @TOL

$$Pc@TOL = 0.052 \times Gf \times D@TOL$$

$$= 0.052 \times 18 \times 8697$$

$$= 8140 \text{ psi}$$

Tekanan collapse @Shoe

$$P1 = 0.052 \times \rho_s \times Ls$$

$$= 0.052 \times 15.8 \times 1470$$

$$= 1208 \text{ psi}$$

$$P2 = P1 + (0.052 \times \rho_s \times D@TOL)$$

$$= 1208 + (0.052 \times 15.8 \times 8697)$$

$$= 8353 \text{ psi}$$

Resultant di TOL

$$C@TOL = Pc@TOL - Pi@TOL$$

$$= 8140 - 7914$$

$$= 226 \text{ psi}$$

Resultant di kaki casing

$$\begin{aligned}C@shoe &= P2 - Pi@shoe \\ &= 8353 - 994 \\ &= 7359 \text{ psi}\end{aligned}$$

Desain tekanan collapse @TOL

$$\begin{aligned}CPD@TOL &= C@TOL \times SF \\ &= 226 \times 1.1 \\ &= 249 \text{ psi}\end{aligned}$$

Desain tekanan collapse @shoe

$$\begin{aligned}CPD@shoe &= C@shoe \times SF \\ &= 7359 \times 1.1 \\ &= 8095 \text{ psi}\end{aligned}$$

Perhitungan pembebanan *collapse* pada casing ini menggunakan 2 jenis tekanan, yaitu tekanan internal dan tekanan eksternal. Perhitungan tekanan *collapse* ini didasari oleh masalah yang terjadi pada saat sumur mulai berproduksi

Perhitungan Beban Tension Production Liner 4-1/2"

Internal pressure resistance	: 11590 psi
Collapse resistance	: 9210 psi
Pipe body yield strength	: 396000 lbs
Nominal Weight (BN)	: 12.6 ppf
ID	: 3.958 inch

Beban Tension

Buoyancy factor (BF)

$$\begin{aligned}BF &= 1 - \frac{\rho m}{65.5} \\ &= 1 - \frac{13}{65.5} \\ &= 0.80\end{aligned}$$

Berat casing (WM)

$$\begin{aligned}WM &= L \times wa \times BF \\ &= 1470 \times 12.6 \times 0.80 \\ &= 14846 \text{ lbs}\end{aligned}$$

Luas penampang dinding casing (A)

$$\begin{aligned}A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2) \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (4 - 1/2 - 83.958^2) \\ &= 3.6 \text{ in}\end{aligned}$$

Deviasi lubang (BL)

$$\begin{aligned}BL &= 218 \times OD \times \theta \times A \\ &= 218 \times 4.5 \times 0 \times 3.6 \\ &= 0 \text{ lbs}\end{aligned}$$

Pada perhitungan tension untuk sumur "X" beban yang dihitung adalah beban akibat deviasi lubang, dan tekanan *overpull*. Pada sumur "X" ini adalah pemboran vertical sehingga untuk deviasi lubang bernilai 0 lbs. Pada perencanaan beban tension ini ditambahkan pula beban *overpull* yang menjadi faktor keamanan apabila rangkaian casing terjepit sehingga diperlukan gaya tambahan untuk melepaskannya, beban *overpull* tersebut sebesar 100000 lbs. *Bouyancy factor* juga berpengaruh terhadap perhitungan *tension load*. Fluida pemboran yang ada didalam lubang bor membantu menahan beban *tension casing* sehingga beban *tension* yang diterima casing tidak terlalu besar.

Perhitungan Beban Biaxial Production Liner 4-1/2"

Faktor beban Biaxial (X)

$$\begin{aligned}X &= \frac{\text{Beban Tension}}{\text{Body Yield Strength}} \\ &= \frac{4108889}{396000} \\ &= 0.44\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai X kemudian nilai Y didapatkan dari Tabel sebesar 0.791

Nilai *collapse resistance* untuk casing dengan spesifikasi P-110; 29 ppf; BTC adalah 8530 psi, maka :

Penurunan collapse resistant

$$\begin{aligned}&= Y \times \text{Collapse resistant} \\ &= 0.791 \times 9210 \\ &= 7285 \text{ psi}\end{aligned}$$

Safety Factor

Safety factor untuk burst

$$= \frac{\text{Burst Resistant}}{\text{Burst Pressure}}$$

$$= \frac{11590 \text{ psi}}{6815 \text{ psi}}$$

$$= 1.7$$

Safety factor untuk collapse

$$= \frac{\text{Collapse Resistant}}{\text{External Pressure}}$$

$$= \frac{9210 \text{ psi}}{7359 \text{ psi}}$$

$$= 1.3$$

Safety factor untuk tension

$$= \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Tension Load}}$$

$$= \frac{396000 \text{ lbs}}{175138 \text{ lbs}}$$

$$= 2.3$$

Safety factor untuk biaxial

$$= \frac{\text{Penurunan Collapse Rating}}{\text{DF Collapse@shoe}}$$

$$= \frac{7285 \text{ psi}}{8095 \text{ psi}}$$

$$= 0.8$$

Tabel 3. 4 Hasil SF Liner 4-1/2"

Beban	SF	Keterangan
<i>Burst</i> , psi	1.7	Aman
<i>Collapse</i> psi	1.3	Aman
<i>Tension</i> , lbs	2.3	Aman
<i>Biaxial</i> , psia	0.9	Aman

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Berikut hasil *safety factor* dari casing dalam menahan beban tiap trayek

- a. *Surface Casing*
 - SF *burst* :1.7
 - SF *collapse* :1.2
 - SF *tension* :6.3
 - Biaxial* :1.1
- b. *Intermediate casing*
 - SF *burst* :1.3
 - SF *collapse* :1.2
 - SF *tension* :2.7

- c. *Production casing*
 - Biaxial* :0.9
 - SF *burst* :1.1
 - SF *collapse* :1.2
 - SF *tension* :2.3
 - Biaxial* :0.8
- d. *liner*
 - SF *burst* :1.7
 - SF *collapse* :1.3
 - SF *tension* :2.3
 - Biaxial* :0.8

4.2Saran

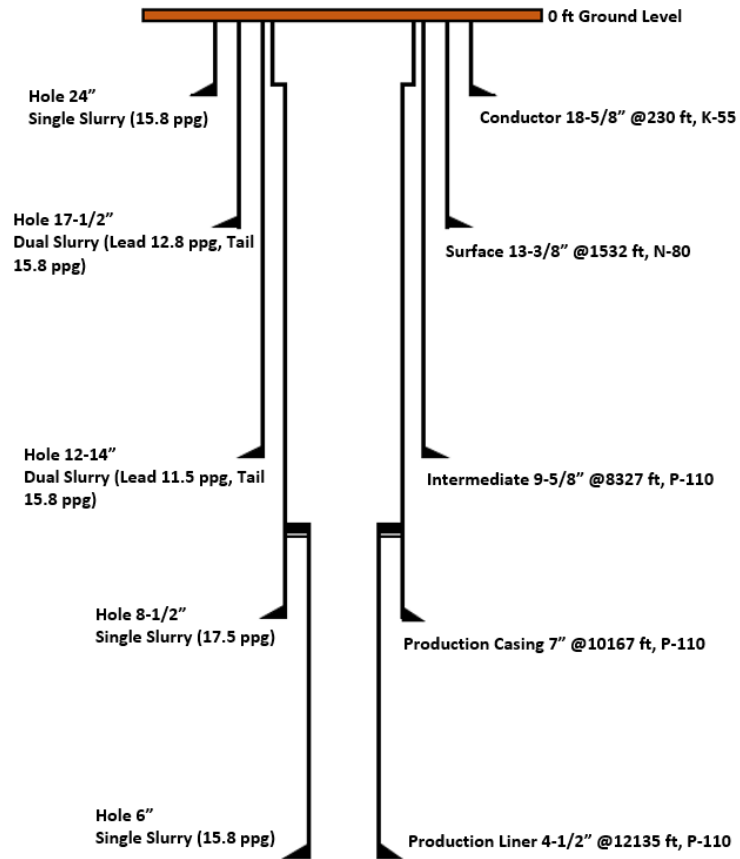
Setelah dilakukan studi ini, saran untuk kedepannya yaitu diperlukan kajian keekonomian pada *grade casing* sudah dipilih agar dapat dilakukan pertimbangan sehingga pada membuat *drilling cost* lebih ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

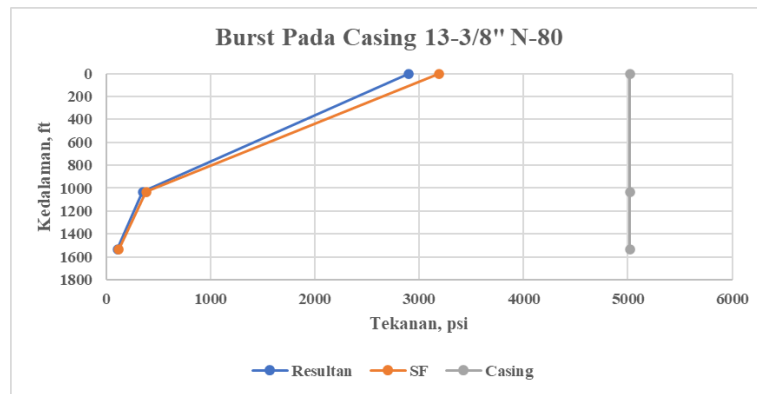
- [1] Adam, N. J. 1985. "Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach". Penwell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma.
- [2] Rahman, S. S., & Chilingarian, G. V. (1995). *Casing design theory and practice*. ELSEVIER SCIENCE B.V. [https://doi.org/10.1016/s0920-4105\(96\)00032-0](https://doi.org/10.1016/s0920-4105(96)00032-0)
- [3] Rubiandini, Rudi. 2012. *Teknik Operasi Pemboran Volume 1 Edisi 2*. Penerbit ITB, Bandung.
- [4] Rubiandini, Rudi. 2012. *Teknik Operasi Pemboran Volume 2 Edisi 2*. Penerbit ITB, Bandung.

- [5] Rubiandini, Rudi. 2012. *Teknik Operasi Pemboran Modern Volume 3 Edisi 1*. Penerbit ITB, Bandung.

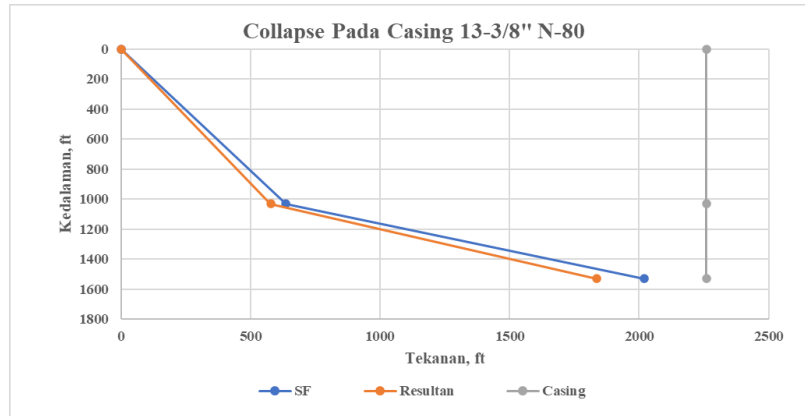
LAMPIRAN



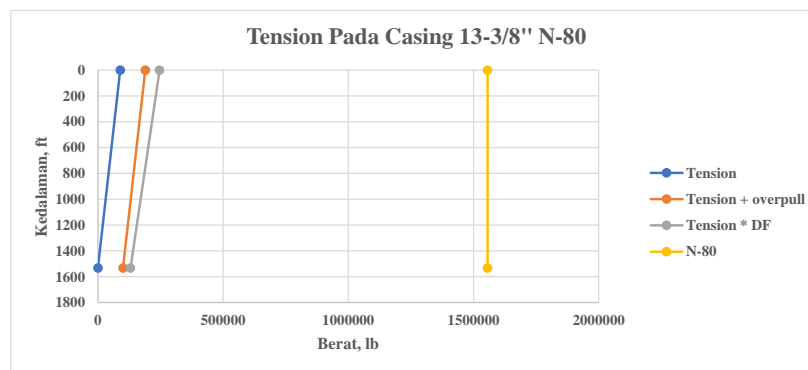
Gambar 1 X Well Schematic



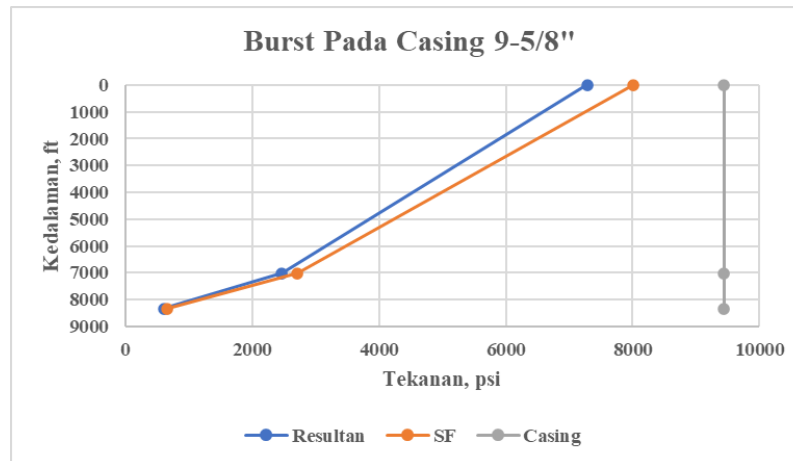
Gambar 2. Burst Design Surface Casing 13-3/8"



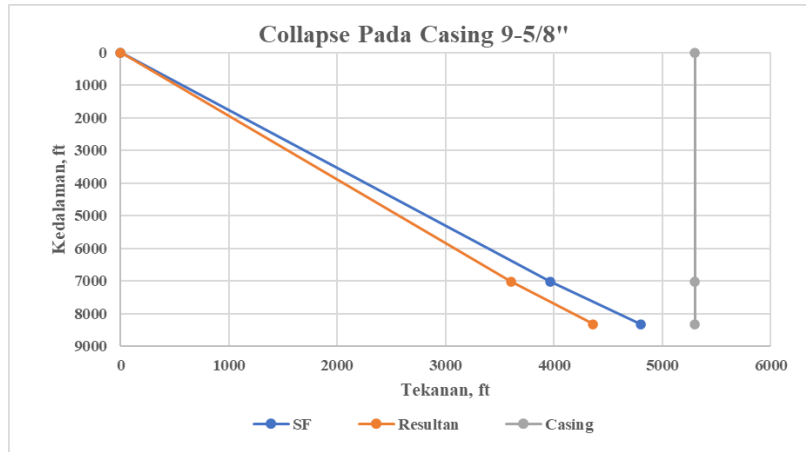
Gambar 3. Collapse Design Surface Casing 13-3/8"



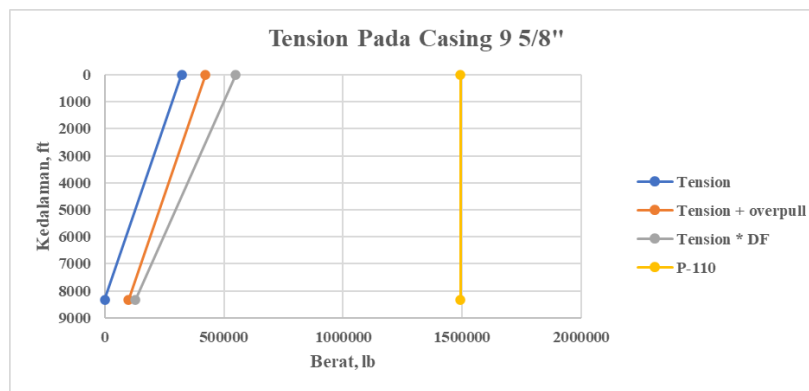
Gambar 4. Tension Design Surface Casing 13-3/8"



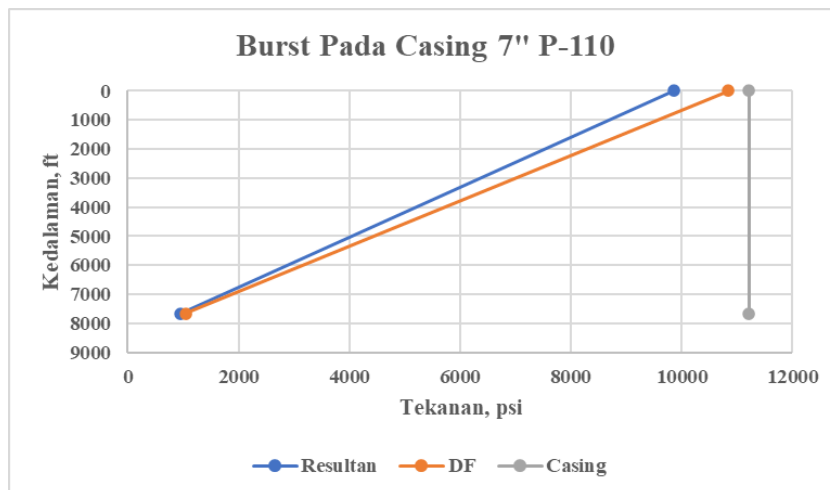
Gambar 5. Burst Design Intermediate Casing 9-5/8"



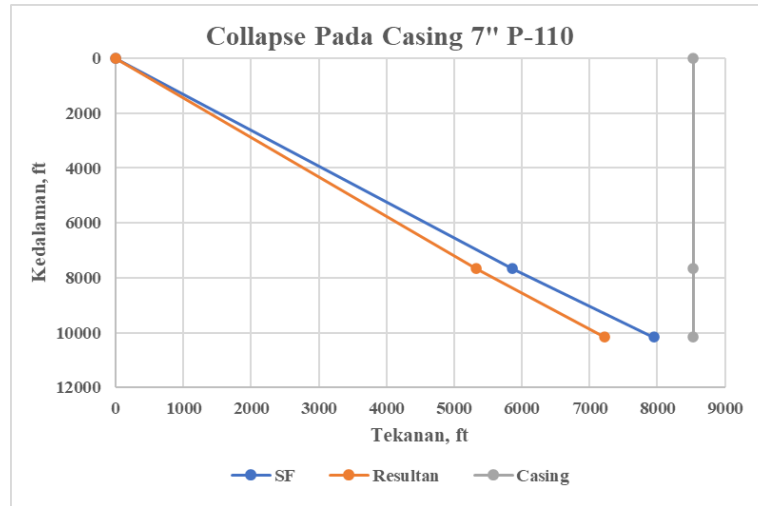
Gambar 6. Collapse Design Intermediate Casing 9-5/8"



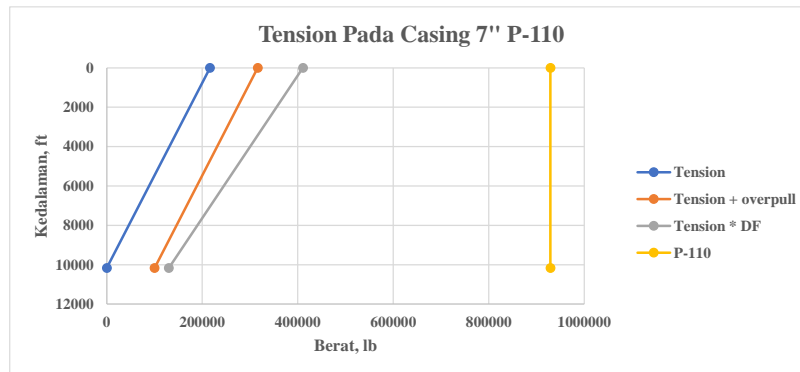
Gambar 7. Tension Design Intermediate Casing 9-5/8"



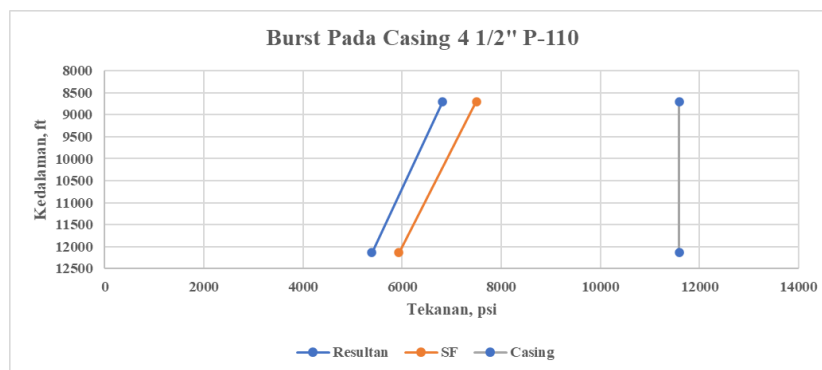
Gambar 8. Burst Design Production Casing 7"



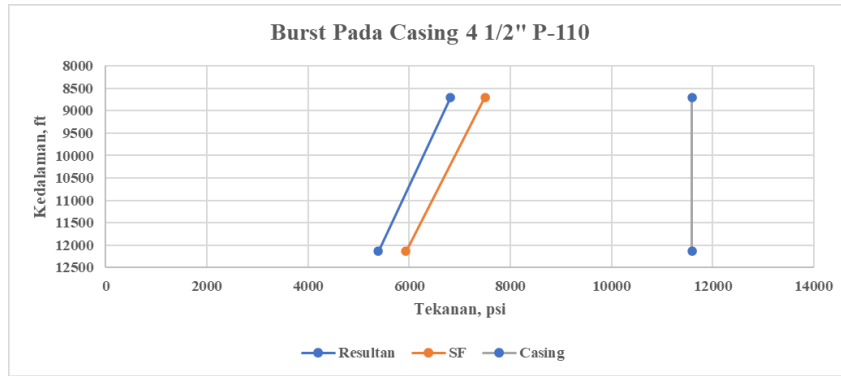
Gambar 9. Collapse Design Production Casing 7"



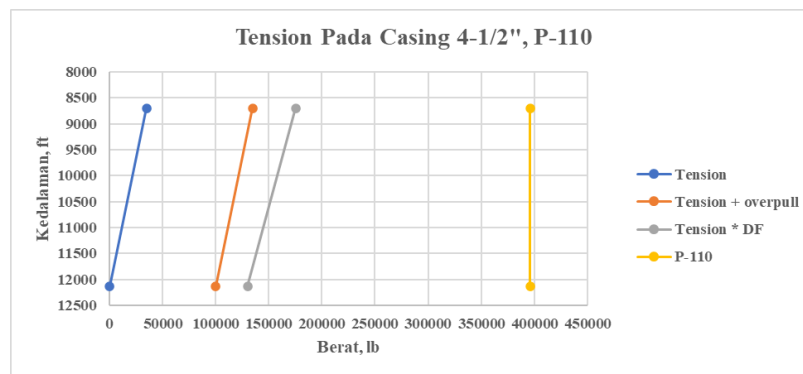
Gambar 10. Tension Design Production Casing 7"



Gambar 11. Burst Design Production Liner 4-1/2"



Gambar 12. Collapse Design Production Liner 4-1/2"



Gambar 13. Tension Design Production Liner 4-1/2"