

**PENENTUAN *CASING DESIGN* DENGAN METODA  
*MAXIMUM LOAD* PADA SUMUR “X”**

**JURNAL TUGAS AKHIR**

**EMERALDA MONICA T.P  
124.16.006**

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  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENENTUAN *CASING DESIGN* DENGAN METODA  
*MAXIMUM LOAD* PADA SUMUR “X”**

**JURNAL TUGAS AKHIR**

**EMERALDA MONICA T.P  
124.16.006**

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

Menyetujui,  
Bekasi, 8 Februari 2021  
Pembimbing



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

# **PENENTUAN CASING DESIGN DENGAN METODA MAXIMUM LOAD PADA SUMUR “X”**

Emeralda Monica T.P\* dan Ganesha Rinku Darmawan, S.T., M.T.\*\*

Institut Teknologi dan Sains Bandung

---

## **Abstrak**

Perencanaan kedalaman dan desain *casing* merupakan salah satu faktor utama yang perlu dicermati dalam desain sumur dan operasi pemboran. Perencanaan dilakukan untuk memastikan kedalaman *casing* dan pemilihan *casing* sesuai dengan beban-beban yang akan bekerja pada kedalaman tersebut, sehingga dapat meminimalisir kemungkinan permasalahan pemboran.

Sumur X merupakan sumur pengembangan dari suatu lapangan, dimana perlu dilakukan perencanaan *casing*-nya sesuai dengan *pore pressure* dan *fracture pressure* yang ada. Dengan mempertimbangkan berat lumpur dan *kick margin*, kedalaman *casing* dapat dilakukan, umumnya pada sumur pengembangan menggunakan metoda “*bottom up*”, dimana data ditentukan dari berat lumpur terbesar dan terdalam dan seterusnya ke atas sampai permukaan. Selanjutnya dilakukan validasi berat, ukuran dan *grade* dari *casing* berdasarkan beban-beban maksimum yang terjadi, yang disebut dengan metoda *Maximum Load* dengan memperhitungkan beban *burst*, *collapse*, *tension* dan *biaxial*.

Hasil penelitian menunjukkan kedalaman *surface casing* berukuran 13 3/8” pada kedalaman 0-1205.3 ft, *intermediate casing* berukuran 9 5/8” pada kedalaman 0-5406.3 ft dan *liner production* berukuran 7” berada pada kedalaman 5367-5832.59 ft.

Desain *casing* hasil perhitungan memberikan hasil sebagai berikut untuk *surface casing*, *intermediate casing* dan *liner production* berurutan-turut adalah J-55; 61 ppf; BTC, L-80; 47 ppf; BTC, dan L-80; 26 ppf; BTC.

Kata Kunci: *Maximum load*, *grade casing*, *burst*, *collapse*, *tension*, *biaxial*

## **Abstract**

*Starting point with determination of depth and casing design is the main factor that need to be considered in well design and drilling operations. This planning to ensure the depth of casing and the selection of casing that suitable with loads that will work on that depth, so as to minimize the possibility of drilling problems.*

*Well X is a developed well from a field, planning the casing that according to pore pressure and existing fracture pressure is necessary for this well. By considering mud weight and kick margin, casing depth can be applied, generally “bottom-up” method is used on developing well, which the data is driven by the highest, deepest and so forth up to the surface. Next, validation of weight, size and grade of the casing based on loads that happen and it is called Maximal Load method by calculate burst, collapse, tension and biaxial loads.*

*The result of this study showed the depth of surface casing 13-3/8” are 0-1205.3 ft, intermediate casing 9-5/8” are 0-5406.3 ft and liner production 7” are 5367-5832.59 ft.*

*The result of calculate casing deign gives the following result for the surface casing, intermediate casing and liner are J-55; 61 ppf; BTC, L-80; 47 ppf; BTC, and L-80; 26 ppf; BTC.*

*Keywords: Maximum load, grade casing, burst, collapse, tension, biaxial*

\*) Mahasiswa Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi dan Sains Bandung, Angkatan 2016

\*\*) Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi dan Sains Bandung

---

## 1. Pendahuluan

Proses pemboran mempunyai tujuan utama yaitu mencapai kedalaman dalam proses pemboran, banyak hal yang perlu diperhatikan salah satunya ialah menentukan desain *casing* yang aman dan kokoh. *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.

Sebelum proses *casing design*, dalam pemboran juga terdapat *casing setting depth* dengan mempertimbangan tekanan agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan ketika pemboran dilaksanakan. Penentuan *casing setting depth* yang tepat akan mengurangi resiko terjadinya *kick* dan *lost circulation* serta membuat lubang bor menjadi stabil.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Pengertian *Casing*

*Casing* adalah pipa selubung yang terbuat dari bahan baja campuran yang menjadi bagian penting pada sumur minyak dan gas.

*Casing* memiliki beberapa fungsi baik saat proses pemboran dan produksi yaitu:

- a. Menjaga agar lubang tetap terbuka dan mencegah dari formasi yang mudah runtuh
- b. Mencegah terkontaminasinya air tanah dengan fluida pemboran
- c. Menutup zona bertekanan abnormal dan zona subnormal
- d. Membuat diameter sumur tetap

- e. Mencegah hubungan langsung antar formasi
- f. Tempat kedudukan BOP dan melindungi peralatan produksi

### 2.2 Jenis-jenis *Casing*

Ketika melakukan pemboran sumur, terdapat lapisan yang memiliki jenis yang berbeda-beda seperti terdapat zona yang mempunyai tekanan tinggi, lemah dan juga terdapat formasi yang mempunyai banyak retakan maupun juga terdapat formasi yang tidak kompak (formasi batuan pasir) dan juga terdapat gerowong-gerowong atau lubang lubang pada formasi tertentu pada saat pemboran. (Rahman & Chilingarian, 1995)

Akibat dari adanya kondisi-kondisi tersebut pada formasi maka sumur bor yangtelah dibor haruslah diberikan *casing* untuk menutup zona yang berkemungkinan memberikan masalah, pemilihan *casing* yang mempunyai ukuran berbeda diperlukan untuk kedalaman yang berbeda. (Rahman & Chilingarian, 1995)

Beberapa tipe *casing* yang digunakan pada proses pemboran untuk mencapai kedalaman total yang diinginkan dapat dibagi berdasarkan fungsinya, yakni (Rubiandini, 2012):

#### 1. *Conductor Casing*

*Casing* terluar yang berada pada rangkaian *casing* adalah *conductor casing*. *Conductor casing* merupakan sisa pipa selubung yang biasanya memiliki diameter berukuran 16"-30", dengan kedalaman kurang dari 40-500 ft pada lapangan *onshore*, dan mencapai kedalaman 1000 ft pada lapangan *offshore* (Rahman & Chilingarian, 1995)

#### 2. *Surface Casing*

*Surface casing* adalah jenis rangkaian awal pipa selubung yang mengalami segala kemungkinan problema lubang bor, karena pipa selubung ini dipasang cukup dalam melindungi runtutan lapisan yang tidak kompak yang biasanya terdapat pada selang permukaan.

a. *Burst Load Surface Casing*

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

$$Ps = IP - 0.052pg \cdot Ls$$

$$Pe = 0.465 \times L$$

$$Pb@Top = IP - Pe$$

$$Pb@shoe = Ps - Pe$$

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

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

Dimana :

Pi = Tekanan internal, psi

Pg = Tekanan gas, psi

Pe = Tekanan eksternal, psi

Pb = Tekanan untuk burst, psi

Gfr = Gradien tekanan rekah, ppg

Ls = Panjang casing, ft

Gg = Gradien gas, psi/ft

D = Kedalaman, ft

BPD = Burst pressure design, psi

DF = Design factor

b. *Collapse Load Surface Casing*

$$Pe@top = 0.052 \times \rho m \times Ls$$

$$Pe@shoe = 0.052 \times \rho m \text{ semen} \times Ls$$

$$CPD@top = Pc@top \times DF$$

$$CPD@shoe = Pc@shoe \times DF$$

Dimana:

Pe = Tekanan *collapse* (eksternal), psi

$\rho m$  = Densitas lumpur, ppg

D = Kedalaman, ft

*CPD = Collapse pressure design,*  
psi

3. *Intermediate Casing*

*Intermediate casing* adalah suatu jenis rangkaian pipa selubung yang dipasang diantara *surface casing* dan *production casing*. Dimana fungsi utama dari *intermediate casing* ini adalah untuk melindungi lubang bor dari zona-zona yang sering ditemukan masalah pemboran dan yang dapat merugikan proses pemboran. (Rahman & Chilingarian, 1995)

Pada zona *intermediate casing* banyak terdapat formasi yang mempunyai tekanan yang abnormal, dan juga banyak peluang untuk terjadinya masalah *lost circulation*, kondisi shales dan garam yang tidak stabil.

a. *Burst Load Intermediate Casing*

$$Pb @top = PBOP$$

$$Pi = 0.052 \times (Gfr + 1) \times Ls$$

$$Hg = IP - Ps - 0.052 \cdot pm \cdot Li$$

$$0.115 - 0.052 \cdot pm$$

$$Hm = Li - Hg$$

$$Pe = 0.465 \times Li$$

$$Pb @shoe = Pi - Pe$$

$$Pb @kolom lumpur = Ps + (0.052 \times pm \times Hm) + (0.115 \times Hg)$$

$$BPD @top = Pb @top \times DF$$

$$BPD @kolom Lumpur = Pb @Kolom Lumpur \times DF$$

$$BDP @shoe = Pb @shoe \times DF$$

Dimana:

Pi = Tekanan internal, psi

Pm = Tekanan lumpur, psi

Pg = Tekanan gas, psi

Pe = Tekanan eksternal, psi

Pb = Tekanan burst, psi

PBOP = Pressure blow out preventer, psi

Ggr = Gradient tekanan rekah, ppg

Li = Panjang casing, ft

Gg = Gradient gas, psi/ft

D = Kedalaman, ft

BPD = Burst pressure design, psi

DF = Design factor

b. *Collapse Load Intermediate Casing*

$$P_c @top = 0.052 \times \rho_m \times D @top$$

$$P1 = 0.052 \times \rho_m \times Lm1$$

$$P2 = 0.052 (\rho_m \times Lm1 + \rho_s \times Hs)$$

$$CPD @surface = P_c @top \times DF$$

$$CPD @P1 = P1 \times DF$$

$$CPD @P2 = P2 \times DF$$

Dimana:

Pc = Tekanan eksternal (collapse), psi

$\rho_m$  = Densitas lumpur, ppg

D = Kedalaman, ft

P1 = Pressure internal dari mud yang tersisa akibat loss, psi

P2 = Beban collapse pada saat puncak loss, psi

Lm = Kolom lumpur tersisa, ft

CPD = Collapse pressure design, psi

DF = Design factor

4. *Production Casing*

*Production casing* disebut juga dengan *oil string*. *Casing* ini biasa dipasang di atas, di tengah-tengah dibawah zona produktif dimana mempunyai fungsi untuk mengalirkan fluida formasi (hidrokarbon) dan selain itu juga untuk mengisolasi zona produktif dari formasi lainnya serta dapat melindungi peralatan produksi

(tubing). (Rahman & Chilingarian, 1995)

a. *Burst Load Production Casing*

Pb @top=BHP

P"ressure @packer = 0.052×Mw packer fluid×D@TVD packer fluid"

Pe @shoe=0.465×Ls

Pb @shoe=Ps+Ppf+Pe

BPD @top=Pb @top×SF

BPD @shoe=Pb @shoe×SF

Dimana:

BHP = Bottom hole pressure, psi

Mw = Mud weight, ppg

Pg = Gas pressure, psi

Pe = Tekanan eksternal, psi

Pb = Burst pressure, psi

Ppf = Packer pressure fluid, psi

Ls = Panjang casing, ft

D = Kedalaman, ft

BPD = Burst pressure design, psi

SF = Safety factor

b. *Collapse Load Production Casing*

Pc @top=0.052× $\rho_m$ ×D @top

Pm @TOC=0.052× $\rho_m$ ×D

Pc @shoe=Ps+Pm

CPD @top=Pc @top×SF

CPD @TOC=Pc @TOC×SF

CPD @shoe=Pc @shoe×SF

Dimana:

Pc = Tekanan eksternal (collapse), psi

$\rho_m$  = Densitas lumpur, ppg

D = Kedalaman, ft

TOC = Top of liner, ft

CPD = Collapse pressure design, psi

5. *Liner Casing*

*Liner* adalah pipa selubung yang tidak dipasang sampai permukaan biasanya *overlapping* dengan intermediate casing dengan interval 300-500 ft menggunakan alat *liner hanger* dan diturunkan menggunakan *drill pipe* sampai kedalaman yang telah ditentukan. (Rahman & Chilingarian, 1995).

a. *Burst Load Liner*

$$P_b @TOL = BHP - P_e @TOL$$

$$P_e @TOL = 0.465 \times D$$

$$P_{cs} = P_s + (0.052 \times ppf \times LI)$$

$$P_e @shoe = 0.465 \times LI$$

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

$$BPD @shoe = P_{cs} \times DF$$

Dimana:

BHP = Bottom hole pressure, psi

$P_e$  = Tekanan eksternal, psi

$P_{cs}$  = Tekanan pada casing shoe, psi

$P_b$  = Tekanan burst, psi

D = Kedalaman, ft

BPD = Burst pressure design, psi

DF = Design factor

TOL = Top of liner, ft

EOL = End of liner, ft

b. *Collapse Load Liner*

$$P_c @TOL = 0.052 \times \rho_m \times TOL$$

$$P_1 = 0.052 \times \rho_s \times H_s$$

$$P_2 = P_1 + P_c @TOL$$

$$CPD @TOL = P_1 \times DF$$

$$CPD @shoe = P_2 \times DF$$

Dimana:

$P_c$  = Tekanan collapse (eksternal), psi

$\rho_m$  = Densitas lumpur, ppg

D = Kedalaman, ft

$P_1$  = Tekanan collapse @shoe seksi 1, psi

$P_2$  = Tekanan collapse @shoe seksi 2, psi

CPD = Collapse pressure design, psi

TOL = Top of liner, ft

SF = Safety factor

### 2.3 Perencanaan *Casing Design* dengan Metoda *Maximum Load*

Secara garis besar suatu rangkaian *casing* yang akan dipasang harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain:

1. Mampu menahan beban *burst*
2. Mampu menahan beban *collapse*
3. Mampu menahan beban *tension*
4. Mampu menahan beban *tension* yang disebabkan oleh deviasi lubang bor
5. Tidak mudah terkena korosi

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

- a) Beban *burst* maksimal terjadi pada saat sumur mengalami *kick*
- b) Beban *collapse* maksimal terjadi pada saat sumur mengalami *lost circulation*

Pada metoda *maximum load*, burst merupakan kriteria pertama dalam menentukan pemilihan *casing*. Hasil sementara perencanaan ini kemudian diuji mengikuti urutan terhadap beban *collapse*, *tension* dan terakhir beban *biaksial*. Apabila pada salah satu langkah pengujian dari tiga beban diatas

terdapat beban yang tidak terpenuhi maka desain harus diulang dari beban burst dan selanjutnya kembali seperti langkah semula diuji terhadap beban *collapse*, *tension* dan beban *biaksial* hingga terpenuhi semuanya. (Rubiandini, 2012)

*Casing* harus mampu menahan berbagai tekanan yang bekerja pada *casing* sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada *casing* itu sendiri. Beberapa gaya yang bekerja pada *casing* yakni :

a. *Burst*

Tekanan *burst* adalah tekanan minimum yang dapat menyebabkan pecahnya casing.

b. *Collapse*

Tekanan *collapse* adalah gaya yang bekerja dari luar casing yang menekan casing pada saat berada di dalam sumur.

c. *Tension*

Beban *tension* adalah beban yang di timbulkan oleh berat rangkaian casing. Setiap sambungan casing harus menanggung berat rangkaian casing yang tergantung di bawahnya.

1) *Bouyancy Factor* (BF)

$$Bf = 1 - \rho_m / 65,5$$

2) Berat casing

$$WM1 = L1 \times w_{a1} \times BF$$

$$WM2 = WM1 + L2 \times w_{a1} \times BF$$

$$WM3 = WM2 + L3 \times w_{a3} \times BF$$

3) Luas penampang dinding casing (A)

$$A = \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2)$$

4) Deviasi lubang (BL)

$$BL = 218 \times OD \times \theta \times X \times A$$

Dimana:

WM(1,2,3) = Berat casing sesuai seksi (1,2,3), lbs

pm = densitas lumpur saat casing dipasang (ppg)

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

L = panjang seksi casing (ft)

OD = Diameter luar, in

ID = Diameter dalam, in

$\theta$  = sudut, deg

Setelah didapatkan nilai tension maka dibuat grafik dengan memperhitungkan nilai overpull sebesar 100.000 lbs dan garis desain. Nilai terbesar akan diambil sebagai beban tension.

a = garis beban tension

b = garis beban tension + 100.000 lbs

c = garis beban tension x 1.6

d. *Biaxial*

Untuk menghitung besarnya penurunan collapse rating suatu casing pada beban tension tertentu dapat ditempuh cara sebagai berikut :

1) Faktor Beban Biaxial (X)

$$X = \frac{\text{Beban Tension}}{\text{Body Yield Strength}}$$

2) Setelah didapat nilai X maka, dalam **Tabel 1** (biaxial) didapat nilai Y.

3) Penurunan *collapse resistant* = Y x *Collapse resistant*.

**2.4 Factor Keamanan (Safety Factor)**

Faktor keamanan bertujuan untuk mencegah kerusakan casing akibat adanya gaya atau beban yang bekerja berlebihan pada casing yang dapat



menyebabkan *casing* menjadi bocor, ataupun menyebabkan *casing* mengalami kerusakan yang membahayakan apabila terdapat tekanan *abnormal* dan *subnormal* dari formasi tempat terpasangnya *casing* di tiap lapisan yang ditembus pada saat proses pemboran yang dapat menyebabkan *casing* tidak mampu menahan *blowout* ataupun *kick* yang ditimbulkan.

### 3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dilakukan mulai dari tahap perencanaan pelaksanaan penelitian, yang selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. *Study literature* dan pengumpulan data; data terkait dengan kajian antara lain TVD dan MD, tekanan pori, tekanan rekah formasi dan MW.
- b. Penentuan *casing setting depth*, dilakukan dengan metoda *bottom-to-up* sesuai data kedalaman yang telah dikumpulkan dengan menggunakan data tekanan formasi, tekanan hidrostatik lumpur, dan tekanan rekah formasi
- c. Perhitungan Beban *Busrt* dan *Collapse*
- d. Pemilihan *grade casing* sesuai API
- e. Perhitungan beban *tension* dan *biaxial*
- f. Melakukan analisa apakah *grade casing* yang dipilih mampu menahan beban-beban yang bekerja pada *casing*. Jika tidak maka ulangi langkah (d).

### 4. Pembahasan

#### 4.1 Penentuan *Casing Setting Depth*

Pada **Gambar 2** grafik tersebut menunjukkan hasil plot dari tekanan formasi (bagian kiri) dan tekanan rekah (bagian kanan). Dari data-data tekanan

yang telah ada dan diplot menggunakan kondisi *equivalent mud weight* (EMW) atau dengan satuan *pound per gallon* (ppg) agar lebih mudah menentukan program densitas lumpur yang akan digunakan. Densitas lumpur yang akan digunakan berbeda-beda untuk setiap kedalaman, dengan syarat densitas lumpur yang harus digunakan harus lebih besar daripada tekanan formasi. Hal ini perlu adanya karena untuk mencegah fluida formasi masuk ke lubang bor (*kick*) dan mencegah *blowout*.

Densitas lumpur tidak boleh melebihi nilai tekanan rekah formasi supaya lumpur pemboran tidak membuat rekah formasi disekitarnya dan mengakibatkan *lost circulation*. Umumnya densitas lumpur ditambahkan *safety margin* untuk mengimbangi tekanan formasi, khususnya pencabutan pipa bor. Proses pencabutan pipa bor akan mengakibatkan berkurangnya tekanan hidrostatik lumpur pemboran saat pipa ditarik ke atas. Begitu juga pada tekanan rekah, densitas lumpur nilai maksimalnya tidak boleh melebihi tekanan rekah, maka dari itu densitas lumpur didesain sedikit lebih kecil daripada tekanan rekah formasi. Perbedaan itu disebut *kick margin*. Setiap perusahaan memiliki aturan yang berbeda mengenai nilai dari *safety margin* dan *kick margin*. Untuk sumur ini digunakan nilai sebesar 3%. Asumsi yang digunakan untuk sumur ini senilai 3% mengacu pada standar perusahaan.

Berdasarkan hasil plot dari grafik diatas, didapatkan *casing setting depth* dari rangkaian casing untuk sumur “X”. Hasil yang didapatkan terdapat 4 trayek casing. Yaitu *conductor casing*, *surface casing*, *intermediate casing* dan *production liner*.

*Conductor casing* dipasang pada kedalaman 300 ft agar formasi air tanah tidak terkontaminasi oleh zat-zat kimia yang ada disekitar formasi. Bila tidak ditutup, zat-zat kimia tersebut akan menerobos ke dalam formasi air tawar dan mengkontaminasi air tawar.

*Surface casing* dipasang sebagai dudukan BOP. Pemboran yang bertekanan tinggi harus menggunakan BOP. Dari grafik, casing setting depth untuk surface casing berada pada kedalaman 1205.3 ft. *Intermediet casing* berdasarkan grafik *casing setting depth* dipasang pada kedalaman 5406.3 ft.

Pada trayek terakhir akan dipasangkan *production liner* yang nantinya akan *hanging* pada *intermediate casing* yang ada. Dari grafik terlihat bahwa adanya tekanan subnormal, sehingga pada daerah ini harus dipasangkan trayek casing sendiri. Berdasarkan grafik *casing setting depth*, liner akan dipasangkan dari kedalaman 5367 ft – 5832.59 ft. Overlap 164 ft dari *intermediet casing*.

Pemilihan ukuran lubang (*hole diameter*) dan diameter casing dapat dilihat pada **Gambar 3** *casing and bit size selection chart*. Pemilihan ini akan ditampilkan didalam **Tabel 2**.

Setiap beban yang dihitung pada tiap-tiap trayek selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk *safety factornya*. *Safety factor* ini berfungsi untuk menilai apakah *grade casing* yang sudah dipilih pada tiap-tiap trayek mampu untuk menahan beban yang ada atau tidak. *Design factor* untuk setiap beban bernilai 1.1 untuk beban *burst*, 1.1 untuk beban *collapse*, 1.3 untuk beban *tension* dan 1.25 untuk beban *biaxial*. Hasil nilai *safety factor* pada tiap perhitungan beban harus melebihi nilai *design factor* yang tertera sehingga grade casing yang sudah dipilih dapat dikatakan aman.

## 4.2 Casing Design

### 4.2.1 Casing Design 13-3/8” (0 – 1205.3 ft)

Diameter Casing (OD)	: 13-3/8 inch
Diameter lubang bor	: 17-1/2 inch
TVD	: 1205.3 ft
Tekanan Rekah	: 11.59 ppg
Berat lumpur	: 9.16 ppg
Densitas semen	: 15.8 ppg
<i>Safety factor burst load</i>	: 1.1
<i>Safety factor collapse load</i>	: 1.1
<i>Safety factor tension load</i>	: 1.3
<i>Safety factor biaxial load</i>	: 1.25

#### 1) Perhitungan *Burst Load Surface Casing 13-3/8”*

a. Tekanan injeksi (IP)

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

$$= 0.052 (11.59 + 1) 1205.3$$

$$= 789.33 \text{ psi}$$

- b. Tekanan dipermukaan ( $P_s$ )
- $$P_s = IP - 0.052\rho g.L_s$$
- $$= 789.33 - 0.052 \times 0.115 \times 1205.3$$
- $$= 782.12 \text{ psi}$$
- c. Tekanan eksternal ( $P_e$ )
- $$P_e = 0.465 \times L_s$$
- $$= 0.465 \times 1205.3$$
- $$= 560.47 \text{ psi}$$
- d. Tekanan *burst* di permukaan
- $$P_b@top = IP - P_e @top$$
- $$= 789.33 - 0$$
- $$= 789.33 \text{ psi}$$
- e. Tekanan *burst* di *shoe*
- $$P_b@shoe = P_s - P_e$$
- $$= 782.12 - 560.47$$
- $$= 228.85 \text{ psi}$$
- f. Desain faktor di permukaan
- $$BPD@top = P_b @top \times DF$$
- $$= 789.33 \times 1.1$$
- $$= 860.33 \text{ psi}$$
- g. Desain faktor di *shoe*
- $$BPD@shoe = P_b@shoe \times DF$$
- $$= 228.85 \times 1.1$$
- $$= 251.75 \text{ psi}$$
- 2) Perhitungan *Collapse Load Surface Casing* 13-3/8"
- a. Tekanan eksternal di permukaan
- $$P_e @ top = 0.052 \times \rho_s \times L_s$$
- $$= 0.052 \times 15.8 \times 0$$
- $$= 0 \text{ psi}$$
- b. Tekanan eksternal di *shoe*
- $$P_e @ shoe = 0.052 \times \rho_s \times L_s$$
- $$= 0.052 \times 15.8 \times 1205.3$$
- $$= 990.28 \text{ psi}$$
- c. Desain faktor di permukaan
- $$CPD @ top = P_e @top \times DF$$
- $$= 0 \times 1.1$$
- $$= 0 \text{ psic}$$
- d. Desain faktor di *shoe*
- $$CPD @ shoe = P_e @shoe \times DF$$
- $$= 990.28 \times 1.1$$
- $$= 1089.30 \text{ psi}$$
- Pada perhitungan *burst load*, terdapat 2 tekanan yang dihitung yaitu, tekanan internal dan tekanan eksternal. Pada saat pemboran trayek berikutnya, terjadi *gas kick* pada kedalaman  $\pm 5406.33$  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 560.47 psi yang membantu menahan tekanan dari dalam *casing* yang disebabkan oleh gas yang masuk ke dalam *casing*.
- 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.
- Berdasarkan dari perhitungan yang telah dilakukan untuk *burst* dan *collapse load*, maka dipilih *casing grade* yang mampu menahan beban *burst* dan *collapse*. *Grade casing* yang sesuai adalah grade J-55 dengan nominal weight 61 ppf dan jenis coupling BTC. Setelah menentukan

pemilihan *grade casing*, akan dihitung beban tension dengan spesifikasi *grade casing* yang ada untuk menentukan *grade casing* yang dipilih dapat menahan beban *tension* atau tidak.

3) Perhitungan *Tension Load Surface Casing 13-3/8"*

Spesifikasi *grade casing* J-55; 61 ppf; BTC

1. *Internal pressure resistance* : 3090 psi
2. *Collapse resistance* : 1540 psi
3. *Pipe body yield strength* : 962000 lbs
4. *Joint strength (Fj)* : 1025000 lbm
5. *Nominal Weight (BN)* : 61 ppf
6. ID : 12.515 inch
- 7.

*Tension Load*

a. *Bouyancy factor (BF)*

$$\begin{aligned} BF &= 1 - \frac{\rho_m}{65,5} \\ &= 1 - \frac{9,16}{65,5} \\ &= 0.86 \end{aligned}$$

b. Berat *casing* Seksi 1 (WM1)

$$\begin{aligned} WM1 &= L1 \times wa1 \times BF \\ &= 1205.3 \text{ ft} \times 61 \text{ ppf} \times 0.86 \\ &= 63237.98 \text{ lbs} \end{aligned}$$

c. Luas penampang dinding *casing* (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2) \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (13.625^2 - 12.515^2) \end{aligned}$$

$$= 7.54$$

d. Deviasi lubang (BL)

$$\begin{aligned} BL &= \\ &= 218 \times 0 \times \\ &= 0 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Garis desain tension untuk surface casing adalah sebagai berikut:

- Garis a = 63237.98 lbs
- Garis b = 163237.97 lbs
- Garis c = 82209.37 lbs

4) Perhitungan *Biaxial Load Surface Casing 13-3/8"*

Berikut adalah langkah yang diperlukan untuk mendapatkan nilai penurunan *collapse rating* pada beban *tension* beserta desain faktornya untuk *surface casing* ukuran 13-3/8"

a. Faktor Beban Biaxial (X)

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Beban Tension}}{\text{Body Yield Strength}} \\ &= \frac{82209.37 \text{ lbs}}{962000 \text{ lbs}} \\ &= 0.085 \end{aligned}$$

b. Setelah didapat nilai X maka, dalam **Tabel 1** didapat nilai Y sebesar 0.975

c. Nilai *collapse resistance* untuk *casing* dengan spesifikasi J-55; 61 ppf; BTC adalah 1540 psi, maka :

$$\begin{aligned} \text{Penurunan } collapse \text{ resistant} &= \\ &= Y \times Collapse \text{ resistant} \\ &= 0.975 \times 1540 \text{ psi} \\ &= 1501.5 \text{ psi} \end{aligned}$$

*Safety Factor*

Untuk casing ukuran 13-3/8"; grade casing J-55; 61 ppf; BTC

*Safety factor untuk burst*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Internal Pressure Resistant}}{\text{Burst Pressure}} \\ &= \frac{3090 \text{ psi}}{860.33 \text{ psi}} \\ &= 3.59 \end{aligned}$$

*Safety factor untuk collapse*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Collapse Resistant}}{\text{External Pressure}} \\ &= \frac{1540 \text{ psi}}{1089.30 \text{ psi}} \\ &= 1.41 \end{aligned}$$

*Safety factor untuk tension*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Tension Load}} \\ &= \frac{962000 \text{ lbs}}{82209.37 \text{ lbs}} \\ &= 11.7 \end{aligned}$$

*Safety factor untuk biaxial*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Penurunan Collapse Rating}}{\text{DF Collapse @shoe}} \\ &= \frac{1501.5 \text{ psi}}{1089.3 \text{ psi}} \\ &= 1.38 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan hasil tekanan pada *burst* 860.33 psia, *collapse* 1089.30 psia, dan *tension* 82209.37 psia dan hasil dari tekanan casing tersebut tidak boleh melebihi dari tekanan grade J-55 yaitu *burst* 3090 psia, *collapse* 1540 psia, dan *tension* 962000 lbs seperti yang bisa dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5** karena tekanan tersebut tidak melewati dari batas tekanan grade J-55 maka penggunaan *grade casing* J-55 dapat dikategorikan aman untuk digunakan.

#### 4.2.2 Casing Design Intermediate Casing 9-5/8" (0 – 5406.33 ft)

Diameter casing (OD)	: 9-5/8 inch
Diameter lubang bor	: 12-1/4 inch
TVD	: 5406.33 ft
Gradien tekanan rekah (Gfr):	0.752 psi/ft (14.476 ppg)
Gradien tekanan gas (Gg)	: 0,115 psi/ft
Berat lumpur	: 9.33 ppg
Surface operating pressure:	3000 psi
Densitas lead cement	: 13.8 ppg
Densitas tail cement	: 15.8 ppg
Top of tail cement	: 721.6 ft
Panjang casing	: 5406.33 ft
Safety factor burst load	: 1.1
Safety factor collapse load	: 1.1
Safety factor tension load	: 1.3
Safety factor biaxial load	: 1.25

##### 1) Perhitungan Burst Load Intermediate Casing 9-5/8"

a. Tekanan *burst @top*  
 $P_b \text{ @top (Ps)} = \text{PBOP (Pressure Blow Out Preventer)}$   
 = 3000 psi

b. Tekanan internal (Pi)  
 $P_i = 0.052 \times (G_{fr} + 1) \times L_s$   
 = 0.052 (14.476 + 1) 5406.33  
 = 4350.751 psi

c. Tinggi kolom gas (Hg)  
 $H_g = \frac{IP - P_s - 0.052 \cdot \rho_m \cdot L_i}{0.115 - 0.052 \cdot \rho_m}$   
 =  
 $\frac{4350.751 - 3000 - 0.052(9.33)(5406.33)}{0.115 - 0.052(9.33)}$   
 = 3436.73 ft

d. Tinggi kolom lumpur (Hm)

- $$H_m = L_i - H_g$$
- $$= 5406.33 - 3436.73$$
- $$= 1969.59 \text{ ft}$$
- e. Tekanan eksternal ( $P_e$ )
- $$P_e = 0.465 \times L_i$$
- $$= 0.465 \times 5406.33$$
- $$= 2513.94 \text{ psi}$$
- f. Tekanan *burst @shoe*
- $$P_b \text{ @shoe} = P_i - P_e$$
- $$= 4350.751 - 2513.94$$
- $$= 1836.41 \text{ psi}$$
- g. Tekanan *burst @kolom lumpur*
- $$P_b \text{ @kolom lumpur}$$
- $$= P_s + (0.052 \times \rho_m \times H_m) + (0.115 \times H_g)$$
- $$= 3000 + (0.052 \times 9.33 \times 1969.59) + (0.115 \times 3436.73)$$
- $$= 4350.75 \text{ psi}$$
- h. Desain tekanan *burst @top*
- $$BPD \text{ @top} = P_b \text{ @top} \times DF$$
- $$= 3000 \times 1.1$$
- $$= 3300 \text{ psi}$$
- i. Desain tekanan *burst* pada batas kolom lumpur
- $$BPD \text{ @kolom Lumpur}$$
- $$= P_b \text{ @Kolom Lumpur} \times DF$$
- $$= 4350.75 \times 1.1$$
- $$= 4785.83 \text{ psi}$$
- j. Desain tekanan *burst @shoe*
- $$BPD \text{ @shoe} = P_b \text{ @shoe} \times DF$$
- $$= 1836.41 \times 1.1$$
- $$= 2020.49 \text{ psi}$$
- 2) Perhitungan *Collapse Load Intermediate Casing 9-5/8"*
- a. Tekanan *collapse @top*
- $$P_c \text{ @top} = 0,052 \times \rho_m \times D$$
- $$\text{@surface}$$
- $$= 0.052 \times 9.33 \times 0$$
- $$= 0 \text{ psi}$$
- b. Tekanan Seksi 1 pada *collapse load*
- $$P_1 = 0.052 \times \rho_m \times L_{m1}$$
- $$= 0.052 \times 9.33 \times (5406.33 - 721.6)$$
- $$= 2272.74 \text{ psi}$$
- c. Tekanan Seksi 2 pada *collapse load*
- $$P_2 = 0.052 (\rho_m \times L_{m1} + \rho_s \times H_s)$$
- $$= 0.052 (9.33 \times 4684.73 + 15.8 \times (5406.33 - 4684.73))$$
- $$= 2865.61 \text{ psi}$$
- d. Desain Tekanan *collapse @top*
- $$CPD \text{ @surface} = P_c \text{ @top} \times DF$$
- $$= 0 \times 1.1$$
- $$= 0 \text{ psi}$$
- e. Desain Tekanan *collapse @P1*
- $$CPD \text{ @P1} = P_1 \times SF$$
- $$= 2272.74 \times 1.1$$
- $$= 2500.02 \text{ psi}$$
- f. Desain tekanan *collapse @P2*
- $$CPD \text{ @P2} = P_2 \times SF$$
- $$= 2865.61 \times 1.1$$
- $$= 3152.17 \text{ psi}$$
- 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  $\pm 5832.594$  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 3436.73 ft dan kolum lumpur yang ada didalam casing sebesar 1969.59 ft.

Berdasarkan dengan perhitungan tekanan *burst* dan *collapse* maka dipilih casing grade yang mampu menahan tekanan *burst* dan *collapse* diatas. *Grade casing* yang sesuai adalah grade L-80, *Nominal Weight* 47 ppf dan jenis *coupling* BTC. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan *tension* dengan menggunakan data spesifikasi casing yang dipilih, apakah grade tersebut mampu menahan *tension load* atau tidak.

3) Perhitungan *Tension Load Surface Casing 9-5/8"*

Spesifikasi *grade casing* L-80; 47 ppf; BTC

1. *Internal pressure resistance* : 6870 psi
2. *Collapse resistance* : 4750 psi
3. *Pipe body yield strength* : 1086000 lbs

4. *Joint strength* ( $F_j$ ) : 1122000 lbm
5. *Nominal Weight* (BN) : 47 ppf
6. ID : 8.681 inch

Tension Load

- a. Bouyancy factor (BF)

$$\begin{aligned} BF &= 1 - \rho_m / 65,5 \\ &= 1 - (9,33) / 65,5 \\ &= 0.86 \end{aligned}$$

- b. Berat casing (WM2)

$$\begin{aligned} WM2 &= WM1 + L2 \times w_{a1} \times BF \\ &= 63237.98 + 5406.33 \times 47 \times 0.86 \\ &= 281142.5162 \text{ lbs} \end{aligned}$$

- c. Luas penampang dinding casing (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2) \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (9.625^2 - 8.681^2) \\ &= 13.577 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

- d. Deviasi Lubang (BL)

$$\begin{aligned} BL &= 218 \times OD \times \theta \times A \\ &= 218 \times 9.675 \times 0 \times 13.577 \\ &= 0 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Garis desain *tension* untuk *intermediate casing* adalah sebagai berikut :

$$\text{Garis a} = 281142.5162 \text{ lbs}$$

$$\text{Garis b} = 381142.5162 \text{ lbs}$$

$$\text{Garis c} = 365485.271 \text{ lbs}$$

4) Perhitungan *Biaxial Load Intermediate Casing 9-5/8"*

Berikut adalah ableg yang diperlukan untuk mendapatkan nilai penurunan *collapse rating* pada beban *tension* beserta desain faktornya untuk *intermediate casing* ukuran 9-5/8"

- a. Faktor Beban *Biaxial* (X)

$$X = \frac{\text{Beban Tension}}{\text{Body Yield Strength}}$$

$$= \frac{365485.27 \text{ lbs}}{1086000 \text{ lbs}}$$

$$= 0.337$$

- b. Setelah didapat nilai X maka, dalam **Tabel 1** didapat nilai Y sebesar 0.857

- c. Nilai collapse resistance untuk casing dengan spesifikasi L-80; 47 ppf; BTC adalah 1540 psi, maka :

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

$$= 0.857 \times 1540 \text{ psi}$$

$$= 4070.75 \text{ psi}$$

*Safety Factor*

*Safety factor untuk burst*

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

$$= \frac{6870 \text{ psi}}{4785.83 \text{ psi}}$$

$$= 1.44$$

*Safety factor untuk collapse*

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

$$= \frac{4750 \text{ psi}}{3152.17 \text{ psi}}$$

$$= 1.51$$

*Safety factor untuk tension*

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

$$= \frac{1086000 \text{ lbs}}{365485.271 \text{ lbs}}$$

$$= 3.07$$

*Safety factor untuk biaxial*

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

$$= \frac{4070.75 \text{ psi}}{3152.17 \text{ psi}}$$

$$= 1.29$$

*Casing intermediate* dengan ukuran 9-5/8” merupakan salah satu *casing* yang dipasang sampai ke permukaan dengan 5406.33 ft dan setelah melakukan hasil perhitungan maka didapat *burst load* sebesar 4785.83 psi, *collapse load* 3152.17 psi, *tension* 365485.271 lbs maka seperti pada **Gambar 6** dan **Gambar 7** garis dari *burst* dan *collapse* maupun *tension* tidak melebihi resistant yang terdapat pada *grade casing* L-80; 47 ppf; BTC. Maka dari itu, penggunaan casing dengan grade L-80; 47 ppf; BTC untuk *intermediate casing* ukuran 9-5/8” bisa dikatakan aman.

#### 4.2.3 Casing Design Liner 7” (5242.2928 - 5832.5944 ft)

Diameter casing (OD)	: 7 inch
Diameter lubang bor	: 8-1/2 inch
TVD	: 5832.5944 ft
Gradien tekanan formasi (Gf):	0,76 psi/ft (14.56 ppg)
Gradien tekanan gas (Gg)	: 0,115 psi/ft
Berat lumpur	: 9.33 ppg
Panjang Casing (L)	: 590.3016 ft
<i>Safety factor Burst</i>	: 1.1
<i>Safety factor Collapse</i>	: 1.1
<i>Safety factor Tension</i>	: 1.3
<i>Safety factor biaxial load</i>	: 1.25

1) Perhitungan *Burst Load Liner 7”*

- a. Tekanan internal pada TOL

$$P = \text{PBHP}$$

$$= 1944.492104 \text{ psi}$$

- b. Tekanan eksternal pada TOL

$$P_e @\text{TOL} = 0.465 \times D$$

$$= 0.465 \times 0$$

$$= 0 \text{ psi}$$

- c. Tekanan pada *casing shoe*

$$P_{cs} = P_s + (0.052 \times \text{ppf} \times L)$$



$$= 1944.49 + (0.052 \times 9 \times 590.3016)$$

$$= 2220.753 \text{ psi}$$

- d. Tekanan eksternal pada *casing shoe*

$$P_e @shoe = 0.465 \times LI$$

$$= 0.465 \times 590.3016$$

$$= 274.490 \text{ ft}$$

- e. Desain Tekanan *Burst @TOL*

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

$$= 1944.49 \times 1.1$$

$$= 2138.941 \text{ psi}$$

- f. Desain Tekanan *Burst @shoe*

$$BPD @shoe = P_{cs} \times DF$$

$$= 2220.753 \times 1.1$$

$$= 2442.828 \text{ ft}$$

- 2) Perhitungan *Collapse Load Liner 7"*

- a. Tekanan *collapse @TOL*

$$P_c = 0.052 \times \rho_m \times TOL$$

$$= 0.052 \times 9.33 \times 5242.2928$$

$$= 2543.241 \text{ psi}$$

- b. Tekanan *collapse @shoe*

$$P_1 = 0.052 \times \rho_s \times H_s$$

$$= 0.052 \times 15.8 \times 590.30$$

$$= 484.991 \text{ psi}$$

$$P_2 = P_1 + P_c @TOL$$

$$= 484.991 + 2543.241$$

$$= 3028.23 \text{ psi}$$

- c. Desain tekanan *collapse @TOL*

$$CPD @TOL = P_1 \times SF$$

$$= 484.991 \times 1.1$$

$$= 533.490 \text{ psi}$$

- d. Desain tekanan *collapse @shoe*

$$CPD @shoe = P_2 \times SF$$

$$= 3028.23 \times 1.1$$

$$= 3028.233 \text{ psi}$$

Pada **Gambar 9** diatas merupakan grafik hasil perhitungan tekanan pada

*production liner 7"*. 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 274.490 psi @*shoe*.

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.

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan dari *burst* dan *collapse*, maka dipilih *grade casing* yang cocok untuk *liner 7"*. *Grade casing* yang dipilih adalah L-80 dengan *nominal weight* 26 ppf dan jenis *coupling* BTC. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk *tension* pada *liner 7"*.

- 3) Perhitungan *Tension Load Liner 7"*

Spesifikasi *grade casing* L-80; 26 ppf; BTC

1. *Internal pressure resistance* : 7240 psi
2. *Collapse resistance* : 5410 psi
3. *Pipe body yield strength* : 604000 lbs
4. *Joint strength (F<sub>j</sub>)* : 641000 lbm
5. *Nominal Weight (BN)* : 26 ppf
6. ID : 6.276 inch

*Tension Load*

- a. *Bouyancy Factor (BF)*

$$BF = 1 - \frac{\rho_m}{65.5}$$

$$= 1 - \frac{9.33}{65.5}$$

$$= 0.86$$

- b. Berat casing (WM3)

WM3

$$\begin{aligned} &= WM2 L3 X wa3 X BF \\ &= 281142.5162 + 590.3016 \times \\ &26 \times 0.86 \\ &= 294304.2628 \text{ lbs} \end{aligned}$$

c. Luas penampang dinding casing (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (OD^2 - ID^2) \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (7^2 - 6.276^2) \\ &= 7.552147429 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

d. Deviasi lubang (BL)

$$\begin{aligned} BL &= 218 \times OD \times \theta \times A \\ &= 218 \times 7 \times 0 \times 7.552 \\ &= 0 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Garis desain tension untuk liner adalah sebagai berikut :

$$\text{Garis a} = 294304.2628 \text{ lbs}$$

$$\text{Garis b} = 394304.2628 \text{ lbs}$$

$$\text{Garis c} = 382595.5416 \text{ lbs}$$

4) Perhitungan *Biaxial Load Liner 7"*

Berikut adalah langkah yang diperlukan untuk mendapatkan nilai penurunan *collapse rating* pada beban *tension* beserta desain faktornya untuk *liner* ukuran 7"

a. Faktor *beban biaxial* (X)

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Beban Tension}}{\text{Body Yield Strength}} \\ &= \frac{382595.5416 \text{ lbs}}{604000 \text{ lbs}} \\ &= 0.633 \end{aligned}$$

b. Setelah didapat nilai X maka, dalam **Tabel 1** didapat nilai Y sebesar 0.629.

c. Nilai *collapse resistance* untuk casing dengan spesifikasi L-80; 26 ppf; BTC adalah 5410 psi, maka:

Penurunan *collapse resistant*

$$\begin{aligned} &= Y \times \text{Collapse resistant} \\ &= 0.629 \times 5410 \text{ psi} \\ &= 3402.89 \text{ psi} \end{aligned}$$

Safety Factor

*Safety factor* untuk *Burst*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Internal Pressure Resistant}}{\text{Burst Pressure}} \\ &= \frac{7240 \text{ psi}}{2138.941 \text{ psi}} \end{aligned}$$

$$= 3.38$$

*Safety factor* untuk *collapse*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Collapse Resistant}}{\text{External Pressure}} \\ &= \frac{5410 \text{ psi}}{3331.057 \text{ psi}} \end{aligned}$$

$$= 1.62$$

*Safety factor* untuk *tension*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Tension Load}} \\ &= \frac{604000 \text{ lbs}}{382595.5416 \text{ lbs}} \end{aligned}$$

$$= 1.68$$

*Safety factor* untuk *biaxial*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Penurunan Collapse Rating}}{\text{DF Collapse @shoe}} \\ &= \frac{3402.89 \text{ psi}}{3331.05 \text{ psi}} \end{aligned}$$

$$= 1.27$$

Casing liner 7" dipasang dengan panjang total casing 590.3016 ft. Dimana setelah dilakukan perhitungan pada kedalaman 5242.2928 ft- 5832.5944 ft diperoleh hasil *burst* senilai 2138.941 psi, *collapse* 3028.233 psi, *tension* 382595.5416 lbs. Dari hasil grafik yang tertera pada gambar 4.10 dan 4.11 garis *burst*, *collapse* maupun *tension* tidak melebihi nilai resistant yang dimiliki oleh casing L-80; 26 ppf; BTC.

Dari hal ini bisa dikatakan *grade* ini mampu menahan *load* yang ada.

## 5. Kesimpulan

1. Penentuan titik kedalaman casing menggunakan grafik tekanan pori dan tekanan rekah, dengan mempertimbangkan kondisi formasi yang ditembus. Hasil dari penentuan *casing setting depth*, yaitu terdapat 4 rangkaian casing yang digunakan hal ini dapat dilihat pada **Tabel 7**.
2. Faktor-faktor dalam perencanaan casing dengan metoda *maximum load* adalah perhitungan terhadap beban *burst*, *collapse*, *tension* dan penurunan *collapse resistant (biaxial)*. **Tabel 8** adalah hasil perhitungan beban pada *casing design* untuk tiap-tiap trayek
3. *Grade casing* yang dipilih bergantung kepada perhitungan beban *burst*, *collapse*, *tension* dan *biaxial* yang terjadi terhadap *casing design* serta telah dikatakan aman untuk setiap perhitungan *safety factornya*. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 9**.

## 6. Saran

Setelah studi ini dilakukan, ada saran untuk kedepannya agar lebih baik. Yaitu, untuk selanjutnya penulis menyarankan evaluasi juga dari segi keekonomiannya agar *casing* yang digunakan dapat lebih dipertimbangkan sehingga bisa menghemat *drilling cost*.

*Publishing Company* (2nd ed., Vol. 1). Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier.

Haris, A., Mulyawan, T., & Riyanto, A. (2017). Drilling exploration design controlled by pore pressure prediction from 2D seismic and well data: Case study of South Sumatra Basin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 62(1).

Rabia, H. (2002). *Well Engineering & Construction*. 1 to 789.

Rahman, S. S., & Chilingarian, G. V. (1995). *Casing design theory and practice*. ELSEVIER SCIENCE B.V.

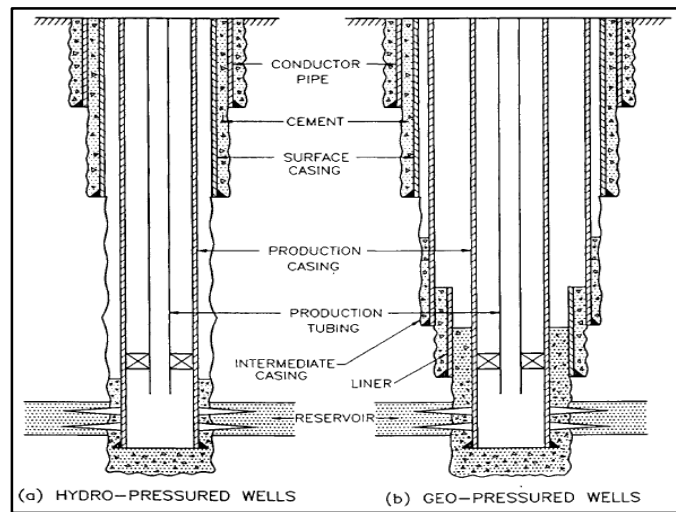
Rubiandini, R. (2009). Teknik Pemboran I. *Institut Teknologi Bandung*, 1–653.

Rubiandini, R. (2012). Teknik Operasi Pemboran 2. *Institut Teknologi Bandung*.

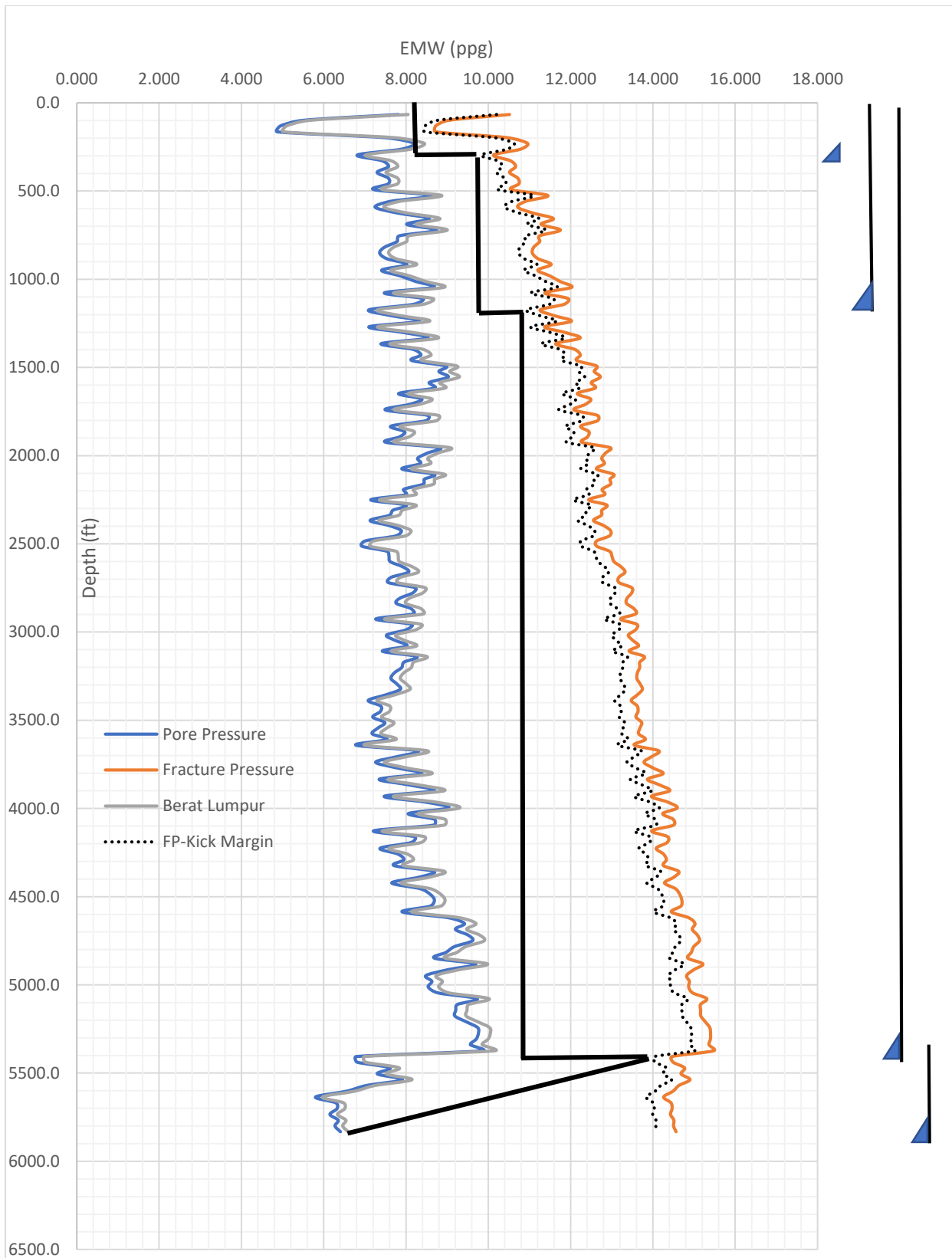
## DAFTAR PUSTAKA

Byrom, T. G. (2015). Casing and Liners for Drilling and Completion. In *Gulf*

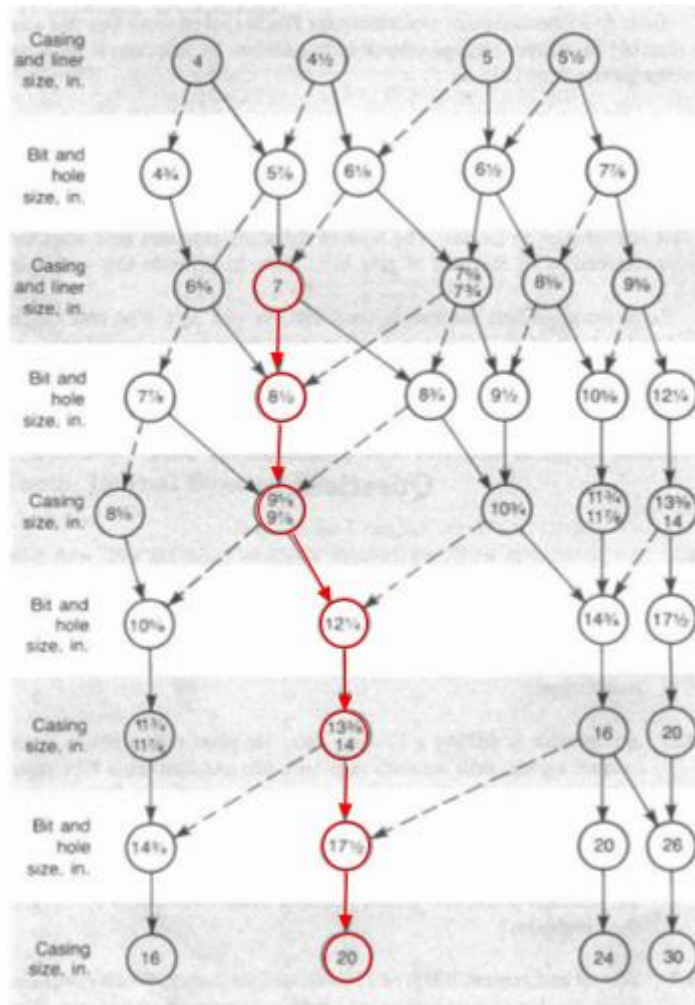
## DAFTAR GAMBAR



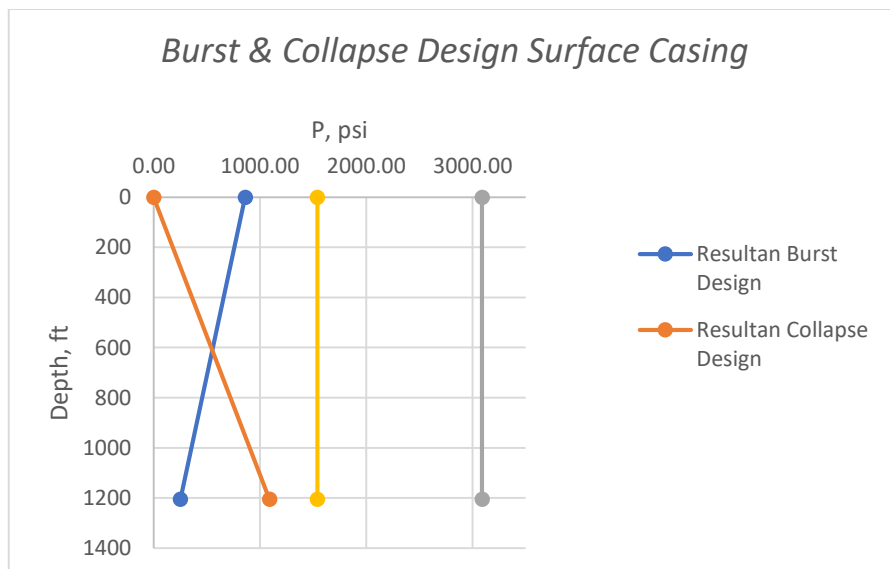
**Gambar 1** Jenis *Casing Program* Menunjukkan Perbedaan Ukuran *Casing* dan Kedudukan Kedalaman  
(Rahman & Chilingarian, 1995)



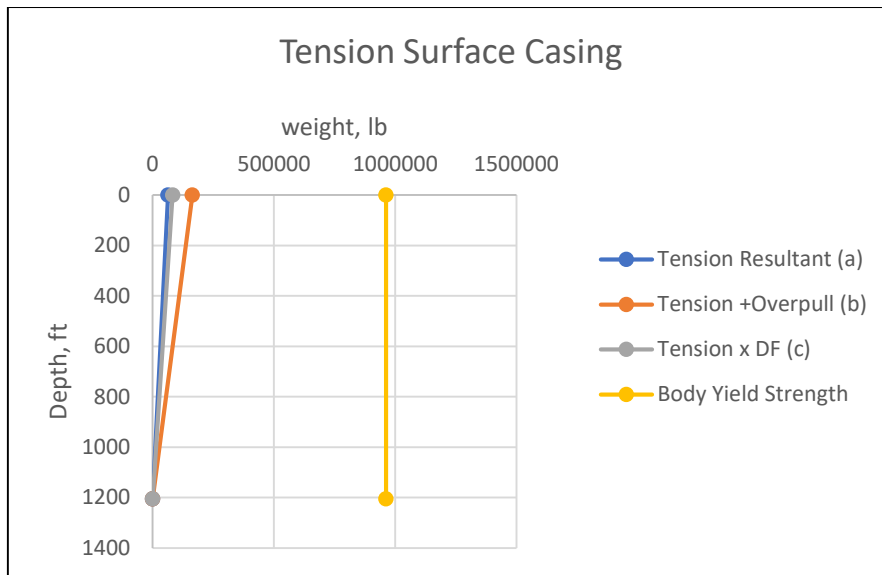
**Gambar 2** Grafik Casing Setting Depth Sumur "X" Berdasarkan Tekanan Pori, Tekanan Rekah dan Tekanan Hidrostatik



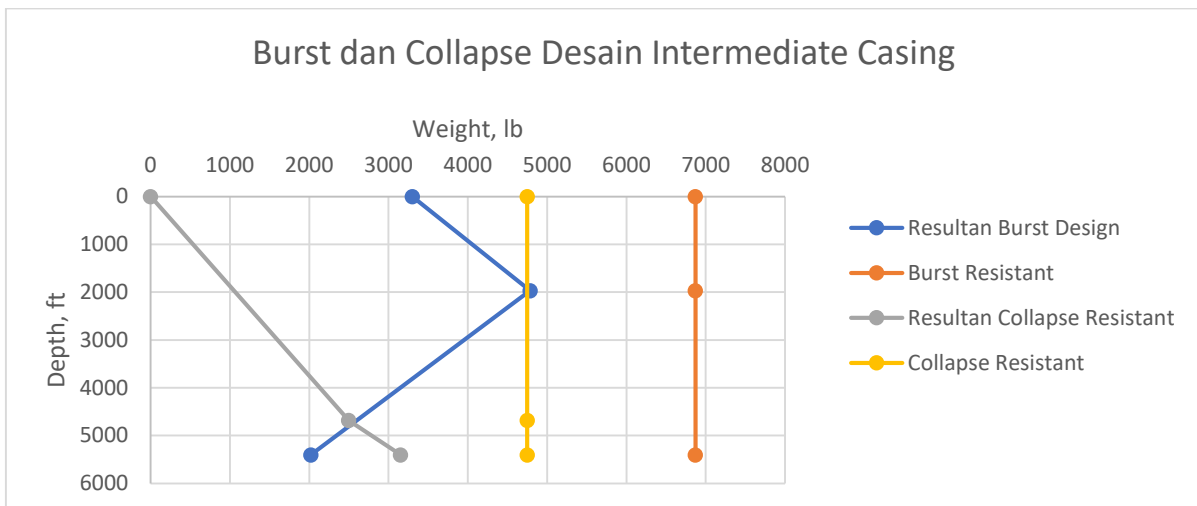
**Gambar 3** Casing and Bits Selection Chart (Oil and Gas Journal)



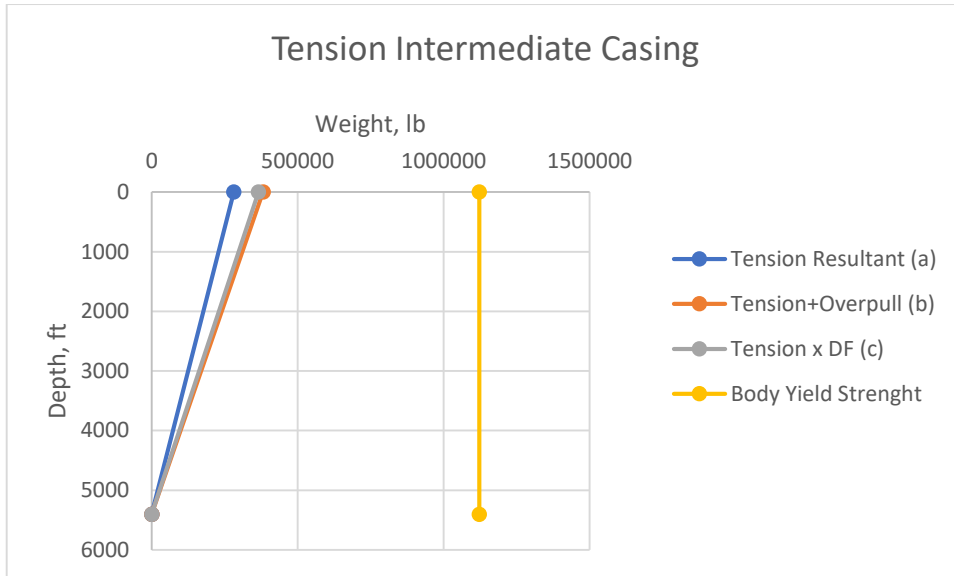
**Gambar 4** Burst and Collapse Load Line Desain Surface Casing 13-3/8"



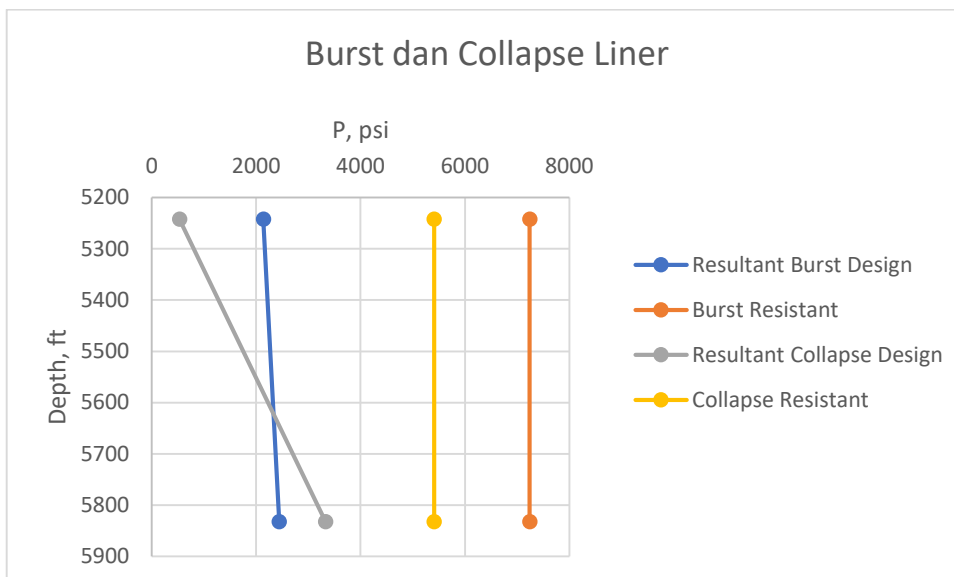
**Gambar 5** Grafik Plot Garis Desain *Tension Load Casing 13-3/8"*



**Gambar 6** *Burst and Collapse Load Line Desain Surface Casing 9-5/8"*

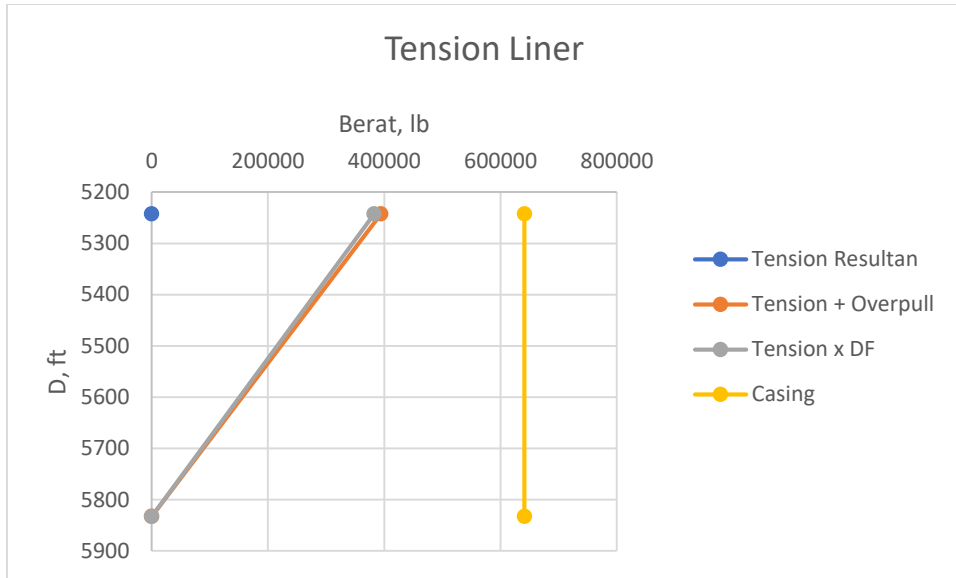


**Gambar 7** Grafik Plot Garis Desain *Tension Load Casing 9-5/8"*



**Gambar 8** *Burst and Collapse Load Line Desain Liner 7"*





Gambar 9 Grafik Plot Garis Desain Tension Load Casing 7"

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pasangan Harga X dan Y

(Rubiandini, 2012)

x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
0.000	1.000	0.200	0.929	0.400	0.818	0.600	0.659	0.800	0.427
0.005	0.999	0.205	0.927	0.405	0.815	0.605	0.654	0.805	0.420
0.010	0.997	0.210	0.925	0.410	0.812	0.610	0.650	0.810	0.412
0.015	0.996	0.215	0.922	0.415	0.808	0.615	0.645	0.815	0.405
0.020	0.995	0.220	0.920	0.420	0.805	0.620	0.640	0.820	0.398
0.025	0.993	0.225	0.918	0.425	0.801	0.625	0.635	0.825	0.390
0.030	0.992	0.230	0.915	0.430	0.798	0.630	0.630	0.830	0.382
0.035	0.990	0.235	0.913	0.435	0.794	0.635	0.625	0.835	0.374
0.040	0.989	0.240	0.910	0.440	0.791	0.640	0.620	0.840	0.366
0.045	0.987	0.245	0.908	0.445	0.787	0.645	0.615	0.845	0.358
0.050	0.986	0.250	0.905	0.450	0.784	0.650	0.609	0.850	0.350
0.055	0.984	0.255	0.903	0.455	0.780	0.655	0.604	0.855	0.342
0.060	0.983	0.260	0.900	0.460	0.776	0.660	0.599	0.860	0.334
0.065	0.981	0.265	0.898	0.465	0.773	0.665	0.594	0.865	0.325
0.070	0.980	0.270	0.895	0.470	0.769	0.670	0.588	0.870	0.316
0.075	0.978	0.275	0.893	0.475	0.765	0.675	0.583	0.875	0.307
0.080	0.976	0.280	0.890	0.480	0.761	0.680	0.577	0.880	0.298
0.085	0.975	0.285	0.887	0.485	0.757	0.685	0.572	0.885	0.289
0.090	0.973	0.290	0.885	0.490	0.754	0.690	0.566	0.890	0.280
0.095	0.971	0.295	0.882	0.495	0.750	0.695	0.561	0.895	0.270
0.100	0.969	0.300	0.879	0.500	0.746	0.700	0.555	0.900	0.261
0.105	0.968	0.305	0.876	0.505	0.742	0.705	0.549	0.905	0.251
0.110	0.966	0.310	0.874	0.510	0.738	0.710	0.543	0.910	0.241
0.115	0.964	0.315	0.871	0.515	0.734	0.715	0.538	0.915	0.230
0.120	0.962	0.320	0.868	0.520	0.730	0.720	0.532	0.920	0.220
0.125	0.960	0.325	0.865	0.525	0.725	0.725	0.526	0.925	0.209
0.130	0.958	0.330	0.862	0.530	0.721	0.730	0.520	0.930	0.198
0.135	0.956	0.335	0.859	0.535	0.717	0.735	0.513	0.935	0.187
0.140	0.954	0.340	0.856	0.540	0.713	0.740	0.507	0.940	0.175
0.145	0.952	0.345	0.853	0.545	0.709	0.745	0.501	0.945	0.163
0.150	0.950	0.350	0.850	0.550	0.704	0.750	0.495	0.950	0.151
0.155	0.948	0.355	0.847	0.555	0.700	0.755	0.488	0.955	0.139
0.160	0.946	0.360	0.844	0.560	0.696	0.760	0.482	0.960	0.126
0.165	0.944	0.365	0.841	0.565	0.691	0.765	0.475	0.965	0.112
0.170	0.942	0.370	0.838	0.570	0.687	0.770	0.469	0.970	0.098
0.175	0.940	0.375	0.835	0.575	0.682	0.775	0.462	0.975	0.084
0.180	0.938	0.380	0.831	0.580	0.678	0.780	0.455	0.980	0.069
0.185	0.936	0.385	0.828	0.585	0.673	0.785	0.448	0.985	0.053
0.190	0.934	0.390	0.825	0.590	0.668	0.790	0.441	0.990	0.036
0.195	0.931	0.395	0.822	0.595	0.664	0.795	0.434	0.995	0.019

**Tabel 2** Ukuran dan Kedalaman *Casing* Sumur “X”

<i>Casing</i>	<i>Bit Hole Size</i> (inch)	OD <i>Casing</i> (inch)	<i>Depth</i> (ft)
<i>Conductor</i>	26	20	0 - 300
<i>Surface</i>	17-1/2	13-3/8	0 – 1205.3
<i>Intermediate</i>	12-1/4	9-5/8	0 – 5406.3
<i>Liner</i>	8-1/2	7	5367 – 5832.59

**Tabel 3** Beban *Burst, Collapse, Tension, Biaxial* dan SF pada *Surface Casing*

<i>Casing 13-3/8" J-55; 61 ppf; BTC</i>						
Beban	<i>Casing Design</i>	Tekanan internal	<i>Collapse Resistant</i>	<i>Yield Strength</i>	SF	Keterangan
<i>Burst, psia</i>	860.33	3090	-	-	3.59	Aman
<i>Collapse, psia</i>	1089.3	-	1540	-	1.41	Aman
<i>Tension, lbs</i>	82209.37	-	-	962000	11.7	Aman
<i>Biaxial, psia</i>	1501.5	-	-	-	1.38	Aman

**Tabel 4** Beban *Burst, Collapse, Tension, Biaxial* dan SF pada *Intermediate Casing*

<i>Casing 9-5/8" L-80; 47 ppf; BTC</i>						
Beban	<i>Casing Design</i>	Tekanan internal	<i>Collapse Resistant</i>	<i>Yield Strength</i>	SF	Keterangan
<i>Burst, psia</i>	4785.83	6870	-	-	1.44	Aman
<i>Collapse, psia</i>	3152.17	-	4750	-	1.51	Aman
<i>Tension, lbs</i>	365485.271	-	-	1086000	3.07	Aman
<i>Biaxial, psia</i>	14070.75	-	-	-	1.29	Aman

**Tabel 5** Beban *Burst, Collapse, Tension, Biaxial* dan SF pada *Liner*

<i>Casing 7" L-80; 26 ppf; BTC</i>						
Beban	<i>Casing Design</i>	Tekanan internal	<i>Collapse Resistant</i>	<i>Yield Strength</i>	SF	Keterangan
<i>Burst, psia</i>	2138.941	7240	-	-	3.38	Aman
<i>Collapse, psia</i>	3028.233	-	5410	-	1.62	Aman
<i>Tension, lbs</i>	382595.5416	-	-	604000	1.68	Aman
<i>Biaxial, psia</i>	3402.89	-	-	-	1.27	Aman

**Tabel 6** Keseluruhan Hasil Perencanaan *Casing* pada Sumur “X”

Sumur “X”	<i>Surface Casing</i>	<i>Intermediate Casing</i>	<i>Liner</i>
Kedalaman, ft	0 - 1205.3	0 - 5406.33	5242.2928 - 5832.5944
Diameter lubang bor, inch	17-1/2	12-1/4	8-1/2

OD, inch	13-3/8	9-5/8	7
Burst, psia	860.33	4785.83	2138.941
Collapse, psia	1089.3	3152.17	3028.233
Tension, lbs	82209.37	365485.271	382595.5416
Biaxial, psia	1501.5	14070.75	3402.89
Casing grade	J-55	L-80	L-80
Jenis coupling	BTC	BTC	BTC
Nominal weight, ppf	61	47	26
ID, inch	12.515	8.681	6.276
Internal pressure resistant, psia	3090	6870	7240
Collapse resistant, psia	1540	4750	5410
Yield strength, lbs	962000	1086000	604000

**Tabel 7** Hasil dari Penentuan *Casing Setting Depth*

<i>Casing</i>	<i>Depth (ft)</i>	<i>Bit Hole Size (inch)</i>	<i>OD Casing (inch)</i>
<i>Conductor</i>	0 - 300	26	20
<i>Surface</i>	0 – 1205.3	17-1/2	13-3/8
<i>Intermediate</i>	0 – 5406.3	12-1/4	9-5/8
<i>Liner</i>	5367 – 5832.59	8-1/2	7

**Tabel 8** Hasil Perhitungan Beban pada *Casing Design*

<i>Indikator</i>	<i>Surface Casing</i>		<i>Intermediate Casing</i>		<i>Liner</i>		<i>Keterangan</i>
	Beban	SF	Beban	SF	Beban	SF	
<i>Burst, psia</i>	860.33	3.59	4785.83	1.44	2138.941	3.38	Aman
<i>Collapse, psia</i>	1089.3	1.41	3152.17	1.51	3028.233	1.62	Aman
<i>Tension, lbs</i>	82209.37	11.7	365485.271	3.07	382595.5416	1.68	Aman
<i>Biaxial, psia</i>	1501.5	1.38	14070.75	1.29	3402.89	1.27	Aman

**Tabel 9** *Grade Casing* yang Dipilih untuk Tiap-tiap Trayek

<i>Casing Design</i>	<i>Surface Casing</i>	<i>Intermediate Casing</i>	<i>Liner</i>
<i>Casing grade</i>	J-55	L-80	L-80
<i>Jenis coupling</i>	BTC	BTC	BTC
<i>Nominal weight, ppf</i>	61	47	26
ID, inch	12.515	8.681	6.276
<i>Internal pressure resistant, psia</i>	3090	6870	7240
<i>Collapse resistant, psia</i>	1540	4750	5410
<i>Yield strength, lbs</i>	962000	1086000	604000