

# EVALUASI DAN OPTIMASI DESAIN CASING SUMUR PEMBORAN DENGAN METODE MAXIMUM LOAD DI SUMUR ENN-1 DI LAPANGAN BATUWANGI

Aly Rasyid<sup>1</sup>, Edy Susanto<sup>2</sup>, Ezrawati Nunut Nababan<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

\* Korespondensi: e-mail: [aly.rasyid@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:aly.rasyid@dsn.ubharajaya.ac.id)

---

## Abstract

*Batu Wangi Field is located off the southeastern part of Sumatra. Bau Bau Wangi is a field that has entered the development stage. On the Batu Wangi Field there is the "ENN-1" Well located at the geographical coordinates 5°25'21.24063" South Latitude and 106°18'55.73957" East Longitude. "ENN-1" is a directional drilling well on December 9, 2014 and completed on February 6, 2015, with a total depth of 3804 ftMD / 3247 SSTVD, with oil production results. In this final project will be reviewed about the casing planning used in the "ENN-1" well, to find out whether the casing is already the most efficient choice or not, to re-evaluate the grade casing used in the "ENN-1". In this evaluation will be used the Maximum Load method, which takes into account the durability of the case against Pressure Burst, Pressure Collapse, and Tension Load or Load Load. After the evaluation of the use of the casing in the "ENN-1" Well, it is known that the grade casing used in the well exceeds what is required, where the Safety Factor exceeds the Collapse Pressure = 1, Tension Load = 1,6, and. Burst Pressure = 1,1. It is evident that the use of the casing on the "ENN-1" Well became uneconomical and caused the cost of the casing to be more expensive. From the evaluation result, it is found that the casing grade is more efficient for the well, so the casing planning in this Final Project can be used as a reference for the casing generation of the well to be drilled next in the field.*

**Keywords:** tubular, casing, casing design, maximum load

## Abstrak

Lapangan Batu Wangi terletak di lepas pantai daerah Sumatera bagian Tenggara. Lapangan Bau Wangi ini merupakan sebuah lapangan yang sudah memasuki tahap pengembangan (development). Pada Lapangan Batu Wangi terdapat Sumur "ENN-1" yang terletak pada koordinat geografi 5°25'21.24063" Lintang Selatan dan 106°18'55.73957" Bujur Timur. Sumur "ENN-1" ini adalah sumur berarah (directional) yang mulai dibor pada 9 Desember 2014 dan selesai pada 6 Februari 2015, dengan total kedalaman mencapai 3804 ftMD/3247 SSTVD, dengan hasil produksi minyak. Pada tugas akhir ini akan ditinjau mengenai perencanaan casing yang digunakan pada Sumur "ENN-1", untuk mengetahui apakah rangkaian casing tersebut sudah merupakan pilihan yang paling efisien atau belum, untuk itu akan dilakukan evaluasi ulang terhadap grade casing yang digunakan pada Sumur "ENN-1" tersebut. Dalam evaluasi ini akan digunakan metode Maximum Load, yang memperhitungkan daya tahan casing terhadap Tekanan Burst, Tekanan Collapse, dan Tension Load atau Beban Tarik. Setelah dilakukan evaluasi terhadap pemakaian casing pada Sumur "ENN-1", diketahui bahwa grade casing yang digunakan pada sumur tersebut ternyata melebihi dari apa yang diperlukan, dimana Safety Factor tersebut melebihi dari yang ditentukan, yaitu untuk Collapse Pressure = 1, Tension Load = 1.6, dan. Burst Pressure = 1.1. Jelas terlihat bahwa penggunaan casing pada Sumur "ENN-1" menjadi tidak ekonomis dan menyebabkan biaya casing lebih mahal. Dari hasil evaluasi, diperoleh grade casing yang lebih efisien untuk sumur tersebut, sehingga perencanaan casing dalam Tugas Akhir ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk perencanaan casing pada sumur

yang akan dibor berikutnya di lapangan tersebut. *event point* dan *net present value*, maka kerja ulang pindah lapisan pada sumur ini layak untuk dilakukan.

**Kata kunci:** *tubular, casing, casing design, maximum load*

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat pemboran sumur minyak dan gas mencapai kedalaman tertentu, maka pada sumur tersebut perlu dipasang casing yang dilanjutkan dengan proses penyemenan. Casing merupakan suatu pipa selubung yang memiliki fungsi menjaga kestabilan lubang bor agar tidak runtuh, menutup zona bertekanan abnormal, zona lost, dan sebagainya. Adapun tujuan utama daripada perencanaan casing adalah mendapat rangkaian casing yang kuat untuk melindungi sumur baik selama pemboran maupun produksi [1].

Dalam perencanaan pemboran desain casing sangat penting karena casing merupakan hal 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, dan Tension. Setelah membuat masing-masing beban mencapai angka safety factor terbesar, maka akan diperoleh rangkaian casing paling kuat dan aman [1].

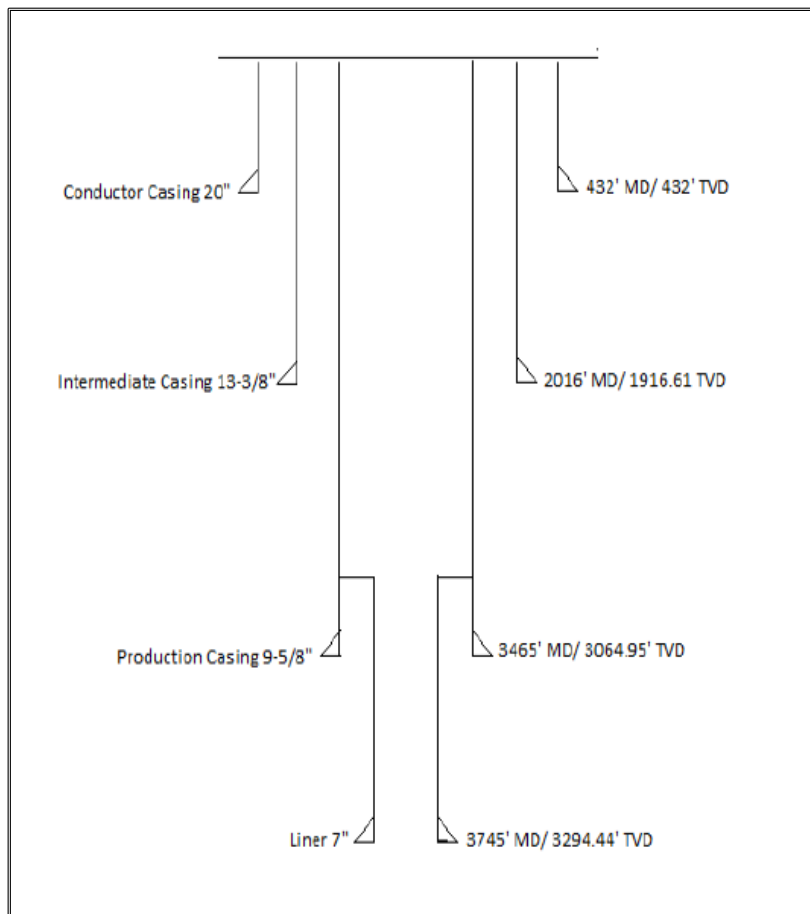
Optimasi desain dilakukan dengan mempertimbangkan lapisan stratigrafinya, jenis fluidanya, dan tekanan yang ada di dalam formasi tersebut, sehingga kita akan mendapatkan casing yang kita inginkan [1].

## 2. METODA PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam tulisan ini adalah metode penelitian analisis kuantitatif dengan mengambil suatu *case study*, berdasarkan pengalaman aktual di lapangan. Perhitungan design casing, dilakukan dengan menggunakan metode maximum load, dimana untuk semua casing setelah penentuan kedalaman, maka perhitungan semua load atau beban yang akan terjadi pada casing tersebut dihitung berdasarkan asumsi load atau beban yang paling besar. Load/beban tersebut antara lain yang akan dihitung dalam penelitian ini adalah *beban burst, collapse* dan *tension*.

### 3. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Evaluasi dan optimasi casing akan dilakuka terhadap sumur “ENN-1” yang terletak diantara perairan Pulau Sumatra dan Pulau Jawa, sumur “ENN-1” merupaka sumur pengeboran yang sudah di bor pada tangga; 19 Desember 2015 sampa 31 Desember 2014 dengan metode pengeboran berarah dan mencapai total kedalaman sejauh 2804 ftMD/3247 SSTVD. Sumur “ENN-1” menembus formasi Parigi, Benakat, Gumai, dan Baturaja. Formasi Baturaja merupakan target utama pemboran, karena diperkirakan pada formasi tersebut terdapat kandungan hidrokarbon. Pada Sumur “ENN-1” digunakan empat macam rangkaian casing yaitu Conductor, casing 20” dari permukaan sampai kedalaman 432 ftMd/ftTVD, Intermediate Casing 13 3/8” dari permukaan sampai kedalaman 2016 ftMD/1916,61 ftTVD, Production Casing 9 5/8” dari permukaan sampai kedalaman 3465 ftMD/ftTVD, dan yang terakhir adalah liner 7” yang berfungsi sebagai Production Casing. Top of Liner berada pada kedalaman 3278 ftMD/ftTVD dan Bottom of Liner berada pada kedalaman 3745 ftMD/ftTVD. Gambar 1, menunjukan profil well diagram dari sumur ENN-1.



Gambar 1.  
Profil Well Diagram Sumur ENN-1.

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

Tabel 1  
Data Pore Pressure dan Fracture Pressure Sumur “ENN-1”

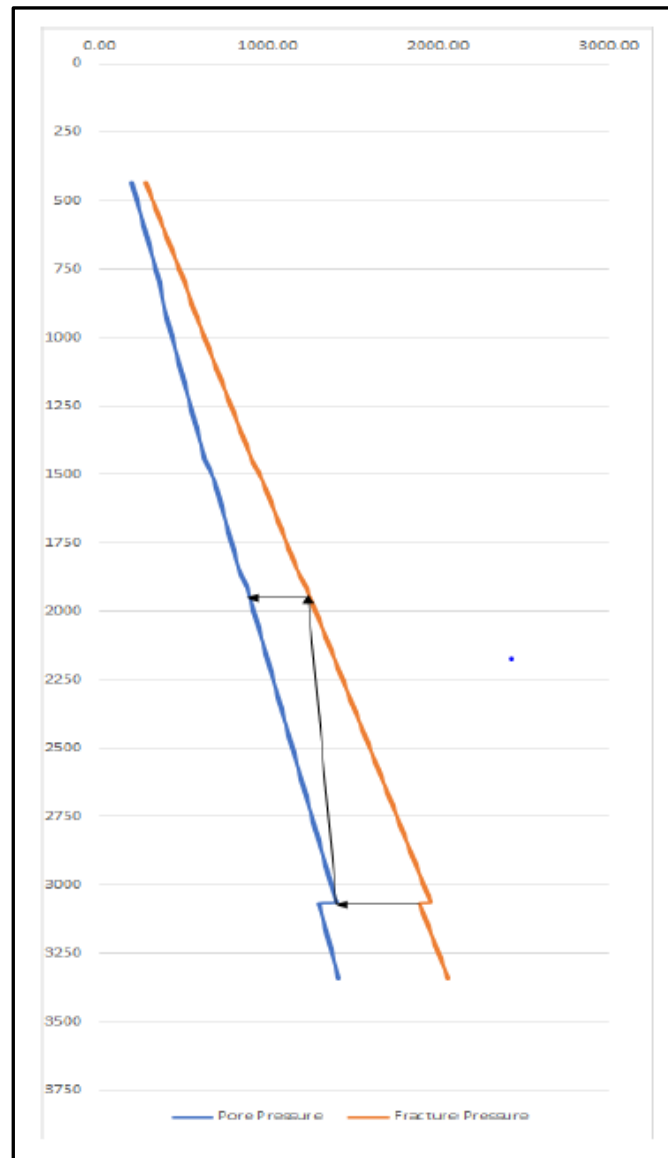
| MD (ft) | TVD (ft) | Pore Pressure (psi) | Fracture Pressure (psi) |
|---------|----------|---------------------|-------------------------|
| 437     | 436,93   | 195,50              | 275,97                  |
| 529     | 528,87   | 236,63              | 334,05                  |
| 555     | 554,82   | 248,24              | 350,44                  |
| 570     | 569,77   | 254,93              | 359,88                  |
| 618     | 617,67   | 276,37              | 390,13                  |
| 645     | 644,61   | 288,42              | 407,15                  |
| 665     | 664,51   | 297,32              | 419,72                  |
| 710     | 709,36   | 317,39              | 448,05                  |
| 740     | 739,27   | 330,77              | 466,94                  |
| 760     | 759,16   | 339,67              | 479,50                  |
| 803     | 801,99   | 358,84              | 506,55                  |
| 894     | 892,51   | 386,46              | 555,14                  |
| 912     | 910,41   | 394,21              | 566,28                  |
| 947     | 945,16   | 409,25              | 587,89                  |
| 976     | 973,96   | 421,72              | 605,80                  |
| 987     | 984,89   | 426,46              | 612,60                  |

**EVALUASI DAN OPTIMASI DESAIN CASING SUMUR PEMBORAN DENGAN METODE MAXIMUM LOAD DI SUMUR ENN-1 DI LAPANGAN BATUWANGI**

|      |         |        |         |
|------|---------|--------|---------|
| 1039 | 1036,44 | 448,78 | 644,67  |
| 1059 | 1056,29 | 457,37 | 657,01  |
| 1080 | 1077,12 | 466,39 | 669,97  |
| 1130 | 1126,47 | 487,76 | 700,66  |
| 1140 | 1136,36 | 492,04 | 706,82  |
| 1174 | 1169,99 | 506,61 | 727,73  |
| 1241 | 1135,5  | 491,67 | 706,28  |
| 1255 | 1249,24 | 540,92 | 777,03  |
| 1269 | 1262,99 | 546,87 | 785,58  |
| 1279 | 1272,49 | 550,99 | 791,49  |
| 1362 | 1353,41 | 586,03 | 841,82  |
| 1455 | 1441,79 | 624,30 | 896,79  |
| 1462 | 1448,49 | 627,20 | 900,96  |
| 1547 | 1527,6  | 683,50 | 964,87  |
| 1641 | 1612,57 | 721,52 | 1018,54 |
| 1727 | 1686    | 754,37 | 1064,92 |
| 1732 | 1690,36 | 756,32 | 1067,67 |
| 1740 | 1697,37 | 759,46 | 1072,10 |
| 1828 | 1770,03 | 791,97 | 1117,99 |
| 1838 | 1777,33 | 795,24 | 1122,60 |
| 1855 | 1791,27 | 801,47 | 1131,41 |
| 1859 | 1794,51 | 802,92 | 1133,45 |

|      |         |         |         |
|------|---------|---------|---------|
| 1921 | 1845,24 | 825,62  | 1165,49 |
| 2016 | 1916,61 | 876,00  | 1222,87 |
| 2022 | 1921,2  | 878,10  | 1225,80 |
| 2115 | 1992,29 | 910,59  | 1271,15 |
| 2209 | 2067,48 | 944,95  | 1319,13 |
| 2220 | 2076,81 | 949,22  | 1325,08 |
| 2280 | 2124,94 | 971,22  | 1355,79 |
| 2303 | 2143,39 | 979,65  | 1367,56 |
| 2313 | 2150,18 | 982,75  | 1371,89 |
| 2351 | 2179,72 | 996,25  | 1390,74 |
| 2395 | 2213,94 | 1011,89 | 1412,58 |
| 2405 | 2221,58 | 1015,39 | 1417,45 |
| 2439 | 2247,92 | 1027,42 | 1434,26 |
| 2489 | 2286,66 | 1045,13 | 1458,97 |
| 2500 | 2295,39 | 1049,12 | 1464,54 |
| 2540 | 2326,55 | 1063,36 | 1484,43 |
| 2583 | 2360,05 | 1078,67 | 1505,80 |
| 2593 | 2367,86 | 1082,24 | 1510,78 |
| 2616 | 2385,79 | 1090,44 | 1522,22 |
| 2620 | 2388,91 | 1091,86 | 1524,21 |
| 2640 | 2404,5  | 1098,99 | 1534,16 |
| 2650 | 2412,29 | 1102,55 | 1539,13 |

Setelah kedua data tersebut diperoleh, selanjutnya adalah melakukan plotting data-data yang telah diperoleh tersebut kedalam grafik tekanan vs kedalaman seperti pada Gambar 2. Dibawah ini. Sehingga diperoleh kedalaman setting casing seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2.

Grafik *Pore Pressure* dan *Fracture Pressure*

**EVALUASI DAN OPTIMASI DESAIN CASING SUMUR PEMBORAN DENGAN METODE MAXIMUM LOAD DI SUMUR ENN-1 DI LAPANGAN BATUWANGI**

Data-data yang diperlukan dalam perhitungan metode maximum load dalam desain casing adalah sebagai berikut [2]:

1. *Casing* data adalah data-data yang terdapat pada rangkaian casing yang digunakan oleh sumur “ENN-1”, data tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.
2. *Mud* data, adalah data mud yang diperoleh pada pemboran well sebelumnya atau well terdekat, dapat dilihat pada tabel 3.
3. *Cementing* data, adalah data-data semen yang dipergunakan pada pemboran well sebelumnya atau well terdekat, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 2  
*Casing Data*

| Hole size<br>(inch) | Depth |         | Casing Data    |                 |       |      |                |                   |                  |
|---------------------|-------|---------|----------------|-----------------|-------|------|----------------|-------------------|------------------|
|                     | ftMD  | ftTVD   | Size<br>(Inch) | Weight<br>(ppf) | Grade | Conn | Burst<br>(psi) | Collapse<br>(psi) | Tension<br>(psi) |
| 20"                 | 432   | 432     | 20             |                 |       |      |                |                   |                  |
| 13-3/8"             | 2016  | 1916,61 | 13-3/8         | 54,5            | K-55  | BTC  | 2730           | 1130              | 853.000          |
| 9-5/8               | 3465  | 3064,95 | 9-5/8          | 43,5            | L-80  | BTC  | 6330           | 3810              | 564.000          |
| 7"                  | 3745  | 3291,37 | 8              | 26              | L-80  | BTC  | 7200           | 5410              | 604.000          |

Tabel 3  
*Mud data*

| HOLE<br>SIZE | DRILLING<br>DEPTH |         | MUD<br>TYPE | MW           | FV<br>sec/qt | PV(cp) | YP(lb/100ft2) | GEL STR (10 SEC)<br>(lb/100ft2) | GEL STR<br>(10<br>MENIT)<br>(lb/100ft2) | ph  |
|--------------|-------------------|---------|-------------|--------------|--------------|--------|---------------|---------------------------------|---|-----|
|              | MD                | TVD     |             |              |              |        |               |                                 |   |     |
| 16           | 2016              | 1916,61 | WBM         | 8.5 -<br>9.5 | 30-<br>120   | 4-18   | 11-23         | 6-10                            | 12-22                                   | 9,5 |
| 12-<br>1/4   | 3465              | 3064,95 | WBM         | 9.5-<br>10   | 46-51        | 15-17  | 18-22         | 6-9                             | 12-18                                   | 9,5 |
| 8-<br>1/2    | 3745              | 3291,37 | WBM         | 8.8-<br>9.0  | 51-68        | 16-20  | 20-35         | 16-18                           | 20-27                                   | 9.5 |

Tabel 4  
Cementing Data

| CASING SIZE (Inch) | DEPTH  |          | LEAD CEMENT   |              | TAIL CEMENT   |              |
|--------------------|--------|----------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|                    | MD(ft) | TVD (ft) | Top, TVD (ft) | Weight (ppg) | Top, TVD (ft) | Weight (ppg) |
| 13-3/8             | 2016   | 1916,61  | Surface       | 12,5         | 1493.73       | 15.8         |
| 9-5/8              | 3465   | 3064,95  | Surface       | 12.5         | 1814,77       | 15.8         |

Metode yang digunakan untuk mengevaluasi beban casing adalah Metode Maximum Load. Metode ini memperhitungkan tiga parameter pada perencanaan casing, diantaranya adalah Gaya tekan dari luar (Collapse Pressure), Gaya Tarik (Tension Load), dan gaya tekan dari dalam (Burst Pressure). Setelah ketiga parameter tersebut dihitung, maka dilanjutkan dengan menghitung Safety Factor (angka keselamatan) pada setiap rangkaian casing tersebut. Safety Factor merupakan angka yang digunakan untuk mengetahui berapa besar daya tahan casing terhadap rangkaian tersebut. Oleh sebab itu, Collapse Pressure, Burst Pressure, dan Tension Load tidak boleh kurang dari Safety Factor yang telah ditentukan. Ketentuan safety factor tersebut adalah:

- Collapse Pressure : 1
- Burst Pressure : 1,1
- Tension Load :1,6

Jika ada salah satu paramete yang memiliki safety factor kurang dari ketentuan, maka perhitungan harus diulang mulai dari Collapse Pressure sampai dengan Tension Load, hingga ketiga parameter tersebut mendapat nilai safety factor yang sesuai dengan ketentuan perusahaan [3].

Akan diuraikan mengenai perhitungan collapse pressure, tension load, dan burst pressure pada perencanaan casing. Setelah didapatkan hasil perhitungan dari collapse pressure, tension load, dan burst pressure, selanjutnya dilakukan penentuan safety factor terhadap masing-masing rangkaian casing, baik pada rangkaian casing yang terpasang pada sumur “ENN-1” maupun terhadap perencanaan casing optimalisasi. Setelah menentukan safety factor, selanjutnya diperhitungkan mengenai keekonomian yang didapat dari perbandingan dua perencanaan casing tersebut.

Dalam tulisan ini, hanya akan diuraikan perhitungan burst, collapse dan tension pada casing 13-3/8” sebagai contoh perhitungan. Sedangkan pada casing yang lain, hanya ditampilkan hasil dari perhitungan.



**EVALUASI DAN OPTIMASI DESAIN CASING SUMUR PEMBORAN DENGAN METODE MAXIMUM LOAD DI SUMUR ENN-1 DI LAPANGAN BATUWANGI**

Pada intermediate casing 13-3/8" dipasang dari permukaan sampai kedalaman 2016 ftMD/1916,61 ftTVD. Intermediate casing 13-3/8" menggunakan grade casing K-55-54,5 PPF. Berikut ini dibahas mengenai burst pressure, collapse pressure, dan tension pada intermediate casing 13-3/8".

Burst Pressure (Gaya Tekanan dari Dalam)

Data yang diperlukan: - Tekanan Rekah = 8,79

- Kedalaman Sumur = 2016 FT MD/1916,61 FT TVD
- Casing yang digunakan = K 55 (54,5 ppf)

Asumsi Casing: - Casing terisi gas influk = 0,1 psi/ft (Di dalam)

- Salt water = 0,465 psi/ft (Di luar)
- Design Factor = 1,1

**Proses perhitungan *Burst***

$$\begin{aligned} P. \text{ Injection} &= (P. \text{Rekahan} + \text{Burst DF}) \times 0,052 \times \text{TVD} \\ &= (12,27 + 1,1) \times 0,052 \times 1916,61 \\ &= 13,37 \times 0,052 \times 1916,61 \\ &= 1332,50 \text{ psi atau, } 1333 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Eksternal di Casing Shoe} &= \text{Gradien Salt Water} \times \text{TVD} \\ &= 0,465 \times 1916,61 \\ &= 891,22 \text{ psi, atau } 891 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Burst di Casing Shoe} &= (P. \text{Injeksi} - P. \text{eksternal di Casing Shoe}) \\ &= (1333 - 891) \\ &= 442 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Internal} &= P. \text{Injeksi} - (\text{Gradien Gas} \times \text{TVD}) \\ &= 1333 - (0,1 \times 1916,61) \\ &= 1333 - 1916,61 \\ &= 1141,34 \text{ psi, atau } 1141 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Burst di Surface} &= (P. \text{ Internal} - P. \text{Eksternal}) \\ &= 1141 - 0 \\ &= 1141 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\text{Bump Pressure} = 1000$$

$$\begin{aligned} P. \text{Burst} &= 1000 + 1141 \\ &= 2141 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Burst Safety Factor} &= \text{Casing Burst } P. \text{Burst} \\ &= 27302141 \\ &= 1,2 > 1,1 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

### Perhitungan Collapse

Collapse Pressure (Gaya Tekanan dari Luar)

Data yang digunakan: - Mud Weight = 9,5 ppg (Di Dalam)

- Semen (Di luar)
- P. Lead = 12,5 ppg
- P. Tail = 15,8 ppg
- Kedalaman Casing = 2016 FT MD/ 1916,61 FT TVD

$$\begin{aligned} P. \text{ Collapse Mud} &= (MW \times 0,052 \times TVD) \\ &= 9,5 \times 0,052 \times 1916,61 \\ &= 946,80 \text{ psi, atau } 947 \text{ psi} \end{aligned}$$

$P. \text{ Collapse Semen} = (P. \text{ Lead Semen} + P. \text{ Tail Semen})$

$$\begin{aligned} P. \text{ Lead Semen} &= 0,052 \times P. \text{ Lead} \times TVD \\ &= 0,052 \times 12,5 \times 1493,73 \\ &= 970,92 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Tail Semen} &= 0,052 \times P. \text{ Tail} \times TVD \\ &= 0,052 \times 15,8 \times 422,88 \\ &= 347,44 \end{aligned}$$

$P. \text{ Collapse Semen} = P. \text{ Lead Semen} + P. \text{ Tail Semen}$

$$\begin{aligned} &= 970,92 + 347,44 \\ &= 1318,36 \text{ psi, atau } 1318 \text{ psi} \end{aligned}$$

$P. \text{ Collapse} = P. \text{ Eksternal} - P. \text{ Internal}$

$$\begin{aligned} &= 1318 - 947 \\ &= 371 \text{ psi} \end{aligned}$$

$\text{Collapse Safety Factor} = \text{Casing Collapse} / P. \text{ Collapse}$

$$\begin{aligned} &= 1130 / 371 \\ &= 3,0 > 1,0 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

### Perhitungan Tension

Tension Load (Gaya Tarik)

Data yang digunakan:

- Berat Casing = 54,5
- Bump Pressure = 1000

Proses Perhitungannya

$\text{Berat Casing di Udara} = \text{Kedalaman Casing} \times \text{Berat Casing}$

$$\begin{aligned} &= 2016 \times 54,5 \\ &= 109872 \text{ lbs} \end{aligned}$$

$\text{Total Tension Penyemenan} = (\text{Berat Casing di Udara} \times \text{Bouyancy Factor}) + \text{Load}$

$\text{Load} = BP \times (\pi / 4) \times (OD^2 - ID^2)$

$$\begin{aligned} &= 1000 \times (3,14 / 4) \times (13,375^2 - 12,512^2) \\ &= 1000 \times (3,14 / 4) \times (178,89 - 156,55) \end{aligned}$$

**EVALUASI DAN OPTIMASI DESAIN CASING SUMUR PEMBORAN DENGAN METODE MAXIMUM LOAD DI SUMUR ENN-1 DI LAPANGAN BATUWANGI**

$$= 1000 \times (3,14 / 4) \times 22,34$$

$$= 17536,9 \text{ lbs}$$

$$\text{Bouyancy Factor} = 65,4 - MW \ 65,4$$

$$= 65,4 - 9,5 \ 65,4$$

$$= 0,86$$

$$\text{Total Tension Penyemenan} = \text{Berat Casing di Udara} \times (\text{Bouyancy Factor}) + \text{Load}$$

$$= (109872 \times 0,86) + 17536,9$$

$$= 94489,92 + 17536,9$$

$$= 112026,82 \text{ psi}$$

$$\text{Tension Safety Factor} = \text{Tension Resistance} / \text{Total Tension}$$

$$= 853000 / 112026,82$$

$$= 7,6 > 1,6 \text{ (Aman)}$$

Semua perhitungan casing design untuk casing yang terpasang pada sumur ENN-1, dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan pada Tabel 6 adalah proposal hasil optimasi casing yang diusulkan untuk sumur-sumur berikutnya, dimana untuk casing 9-5/8" dan liner 7" diganti dengan casing grade J-55 yang masih bisa menahan maximum load yang terjadi.

Tabel 5  
Perhitungan Casing Terpasang Pada Sumur ENN-1

| Casing  | Grade Casing    | Interval Kedalaman |                   | Hasil Perhitungan Safety Factor |         |       |
|---------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|---------|-------|
|         |                 | ft MD              | Ft TVD            | Collapse                        | Tension | Burst |
| 20"     | X-56 129.33 ppf | 0 - 432            | 0 - 432           | -                               | -       | -     |
| 13-3/8" | K-55 54.5 ppf   | 0 - 2016           | 0 - 1916,61       | 3,0                             | 7,6     | 1,2   |
| 9-5/8"  | L-80 43.5 ppf   | 0 - 3465           | 0 - 3064,95       | 5,4                             | 7,0     | 2,2   |
| 7"      | L-80 26 ppf     | 3278 - 3745        | 2883,45 - 3291,37 | 6,6                             | 33,6    | 3,5   |

Tabel 6  
Perhitungan Casing hasil Optimasi

| Casing  | Grade Casing    | Interval Kedalaman |                   | Hasil Perhitungan Safety Factor |         |       |
|---------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|---------|-------|
|         |                 | ft MD              | Ft TVD            | Collapse                        | Tension | Burst |
| 20"     | X-56 129.33 ppf | 0 - 432            | 0 - 432           | -                               | -       | -     |
| 13-3/8" | K-55 54.5 ppf   | 0 - 2016           | 0 - 1916,61       | 3,0                             | 7,6     | 1,2   |
| 9-5/8"  | J-55 36 ppf     | 0 - 3465           | 0 - 3064,95       | 2,9                             | 3,9     | 1,2   |
| 7"      | J-55 20 ppf     | 3278 - 3745        | 2883,45 - 3291,37 | 2,7                             | 17,5    | 3,5   |

Perhitungan keekonomian dilakukan dengan menggunakan harga casing USD/ft untuk setiap grade casing, sehingga diperoleh perbandingan antara harga casing terpasang dengan harga casing hasil optimasi, yang dapat dilihat pada tabel 7, dan tabel 8.

Tabel 7  
Total Harga Casing terpasang pada Sumur ENN-1

| Casing  | Grade Casing    | Interval Kedalaman |                   | Harga Casing |                  |
|---------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------|------------------|
|         |                 | ft MD              | Ft TVD            | USD/ft       | Total USD        |
| 20"     | X-56 129.33 ppf | 0 - 432            | 0 - 432           | 116          | 164,417          |
| 13-3/8" | K-55 54.5 ppf   | 0 - 2016           | 0 - 1916,61       | 40           | 264,580          |
| 9-5/8"  | L-80 43.5 ppf   | 0 - 3465           | 0 - 3064,95       | 64           | 725,705          |
| 7"      | L-80 26 ppf     | 3278 - 3745        | 2883,45 - 3291,37 | 60           | 91,934           |
|         |                 |                    |                   | <b>TOTAL</b> | <b>1,246,636</b> |

Tabel 8  
Total Harga Casing Hasil Optimasi

| Casing  | Grade Casing    | Interval Kedalaman |                   | Harga Casing |                  |
|---------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------|------------------|
|         |                 | ft MD              | Ft TVD            | USD/ft       | Total USD        |
| 20"     | X-56 129.33 ppf | 0 - 432            | 0 - 432           | 116          | 164,417          |
| 13-3/8" | K-55 54.5 ppf   | 0 - 2016           | 0 - 1916,61       | 40           | 264,580          |
| 9-5/8"  | J-55 36 ppf     | 0 - 3465           | 0 - 3064,95       | 48           | 544,279          |
| 7"      | J-55 20 ppf     | 3278 - 3745        | 2883,45 - 3291,37 | 33           | 50,563           |
|         |                 |                    |                   | <b>TOTAL</b> | <b>1,023,839</b> |

Dapat dengan membandingkan hasil pada tabel 7 dan 8, terlihat bahwa hasil evaluasi dan optimasi design casing dapat menghemat belanja casing sebesar 21.76%, sehingga dapat menghemat biaya sumur nantinya.

#### 4. KESIMPULAN

1. Sebagian jenis casing yang digunakan pada sumur "ENN-1" menggunakan casing dengan grade yang lebih besar dari yang diperluka. Penggunaan casing tersebut adalah untuk menghabiskan stock casing yang masih ada di lapangan Batuwangi.
2. Dari hasil optimasi biaya yang digunakan lebih murah US\$ 222,796 atau 21.76% dari biaya casing yang digunakan pada sumur "ENN-1" (Aktual).
3. Sumur-sumur selanjutnya yang memiliki struktur formasi yang sama, maka perencanaan casing ini dapat diterapkan pada sumur-sumur yang akan dibor di lapangan "Batuwangi".

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Adams, J. Neal. "*Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach*", Tulsa, Oklahoma:1985
2. CNOOC, "*FINAL REPORT WELL-ENN REPORT*", Jakarta,
3. Rubiandini, Rubi, R, S. "*Teknik Operasi Pemboran*", ITB, Bandung:2012
4. <http://duniaengineer.blogspot.co.id/2013/12/perencanaan-casing.html>, diakses pada tanggal 20 Oktober 2018.
5. [http://lubaucity.blogspot.cp.id/2013\\_05\\_01\\_archive.html?view=classic](http://lubaucity.blogspot.cp.id/2013_05_01_archive.html?view=classic), diakses pada tanggal 16 November 2018.
6. <http://pujimagas.blogspot.co.id/2012/01/parameter-design-casing.html>, diakses pada tanggal 10 Desember 2018.
7. [http://www.drillingformulas.com/2014/casing-scat-selection-how-to-select-casin setting-depth/](http://www.drillingformulas.com/2014/casing-scat-selection-how-to-select-casin-setting-depth/), diakses pada tanggal 12 Desember 2018.