Jurnal Bhara Petro Energi
ISSN 2828-5530 (Media Cetak)
ISSN 2828-3457 (Media Online)
Volume 1 Nomor 1 (Maret 2022), Halaman: 1 – 10

Evaluasi dan Optimasi Desain Casing Sumur Pemboran dengan Metode Maximum Load di Sumur ENN-1 di Lapangan Batuwangi

Aly Rasyid [1,*], Edy Soesanto [2], Ezrawati Nunut Nababan [3]

[1] Teknik Perminyakan ; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: aly.rasyid@dsn.ubharajaya.ac.id
[2] Teknik Perminyakan; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: edy.soesanto@dsn.ubharajaya.ac.id
[3] Teknik Perminyakan; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: ezrawati@gmail.com

* Korespondensi: e-mail: aly.rasyid@gmail.com

Submitted: **01/11/2021**; Revised: **01/12/2021**; Accepted: **05/12/2021**; Published: **11/03/2022**

Abstract

Batuwangi is field that positioned ini the Sumatera at southeastern part. Batuwangi is in the development stage. The ENN-1 is one of well at Batuwangi field, placed at the geographical coordinates 5˚25'21.24063 South Latitude and 106˚18'55.73957 East Longitude. ENN-1 is drilled as a directional well spud on December 9, 2014 and completed on February 6, 2015. ENN-1 well has a TD (total depth) of 3804 ftMD and 3247 SSTVD, as an oil producer. In this paper, it will be studied the planning of casing utilized in the ENN-1 well, to see whether the desain of casing is already the most technically choice or not, to do calibration evaluation the grade casing used in ENN- 1 Well. To perform evaluation, the Maximum Load method will be used, the case will be choosen against desain factors of burst, collapse, and tension load resistant of casing. Based on the evaluation of the study, it is found that casing grade in the ENN-1 Well is exceeds the technical requirement. That fact, need to be corrected since it will lead to cost inefficient, it will much more expensive, since the casing purchased is higher than technical requirement. Therefore, in this studied offer the casing grade proposal to be utilized in the ENN-1 well which meet with technical requirement as well as economically much more efficient than current design.

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

Abstrak

Batuwangi merupakan lapangan yang berada di daerah pinggiran pantai arah Tenggara dari pulau Sumatera. Bau Wangi ini sudah masuk ke dalam lapangan tahap pengembangan. Sumur ENN-1 berada pada posisi lintang selatan 5˚25'21.24063" dan bujur timur 106˚18'55.73957. ENN-1 ini adalah sumur dengan pemboran berarah, dengan tanggal spud pada 9 Desember 2014 dan rig release di tanggal 6 Februari 2015, dengan kedalaman total hingga 3804 ftMD/3247 SSTVD, memproduksi hidrokarbon minyak. Pada peper ini dibahas casing desain yang telah digunakan pada Sumur ENN-1, dengan tujuan mengevaluasi apakah casing tersebut adalah pilihan yang yang tepat atau belum, untuk itu dilakukan penghitungan ulang terhadap desain casing yang telah digunakan pada sumur ENN-1 tersebut. Dalam proses perhitungan ualng ini dipakai metode maximum load, dengan menghitung ketahanan casing terhadap tekanan burst, tekanan collapse, juga tension load. Dari hasil perhitungan ulang, diperoleh bahwa grade casing yang digunakan pada sumur ENN-1 secara teknis melebihi ketentuan yang dibutuhkan, sehingga secara ekonomis akan menghasilkan biaya pembelian yang lebih mahal. Sehingga pada studi ini diusulkan grade casing yang secara teknis bisa diterima untuk dipakai pada sumur ENN-1, dengan tentunya cost yang dikeluarkan menjadi lebih murah.

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 adalah pipa yang berbentuk selubung yang berfungsi membuat lubang bor tetap stabil sehingga tidak terjadi keruntuhan, membuat zona bertekanan abnormal tertutup, menahan stabil dari zona lost, dan masih banyak fungsi lainnya. Tujuan yang paling penting dari sebuah planning desain casing adalah memperoleh rangkaian casing yang kokoh yang dapat membantu lubang sumur terlindungi dengan baik selama proses pemboran dilakukan maupun ketika sumur diproduksikan (Adam J, 1985).

Dalam desain planning casing sangat penting karena casing merupakan hal *tangible* yang harus disiapkan sebelum operasi pemboran dilaksanakan dan yang terkait secara langsung dengan fluida formasi. Desain casing terdiri atas conductor casing, surface casing, intermediate casing, production casing, dan liner. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan desain casing adalah pressure resistance, diameter casing, panjang casing, serta beban yang ditanggung oleh casing. Pembebanan casing terdiri atas 3 hal, yaitu tekanan Burst, collapse, dan tension. Setelah membuat masing-masing beban mencapai angka safety factor tertentu, maka akan diperoleh rangkaian casing kuat dan aman (Adam J, 1985). Optimasi desain dilakukan dengan mempertimbangkan jenis fluida, lapisan stratigrafinya, juga tekanan yang ada di dalam formasi tersebut, sehingga kita akan mendapatkan casing yang secara teknis dapat diterima sesuai safety factor yang telah ditentukan (Adam J, 1985).

2. Metode Penelitian

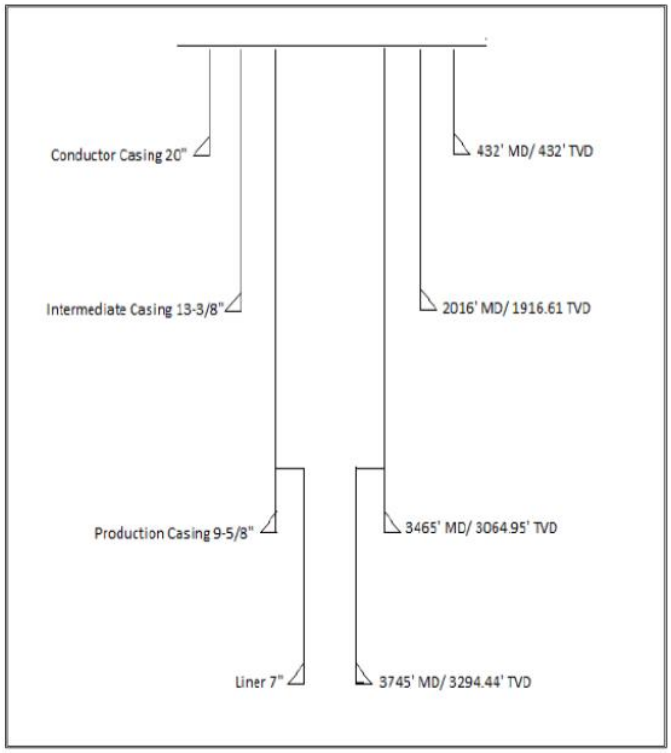
Pada paper ini metode penelitian yang dipakai adalah analisis kuantitatif dengan mengambil suatu case study, berdasarkan pengalaman aktual di lapangan. Metode maximum load dipilih, dengan cara menggunakan data kedalaman casing, lalu diperhitungkan semua load atau beban yang akan ditanggung oleh casing tersebut yang diambil dengan asumsi atau case load yang paling besar. Beban/load yang terjadi pada casing dalam penelitian ini adalah beban burst, collapse dan tension.

3. Hasil dan Pembahasan

Sumur ENN-1 dibor untuk mencapai beberapa lapisan formasi yaitu diantaranya lapisan formasi Parigi, Benakat, Gumai, dan Baturaja. Yang menjadi tujuan target utama pemboran sumur ENN-1 adalah Formasi Baturaja, karena pada formasi tersebut diprediksi mengandung hidrokarbon. Casing yang digunakan pada Sumur ENN-1 terdiri dari empat macam rangkaian casing yaitu :

- Conductor, casing 20” (0 - 432 ftMd)
- Itermediate Casing 13 3/8” (0 - 2016 ftMD)
- Production Casing 9 5/8” (0 - 3465 ftMD)
- Liner 7” (3278 ftMD – 3804 ftMD)

Gambar 1, menunjukan profil well schematic dari sumur ENN-1.



Gambar 1.
Profil Well Diagram Sumur ENN-1.

Sumber: data penelitian

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

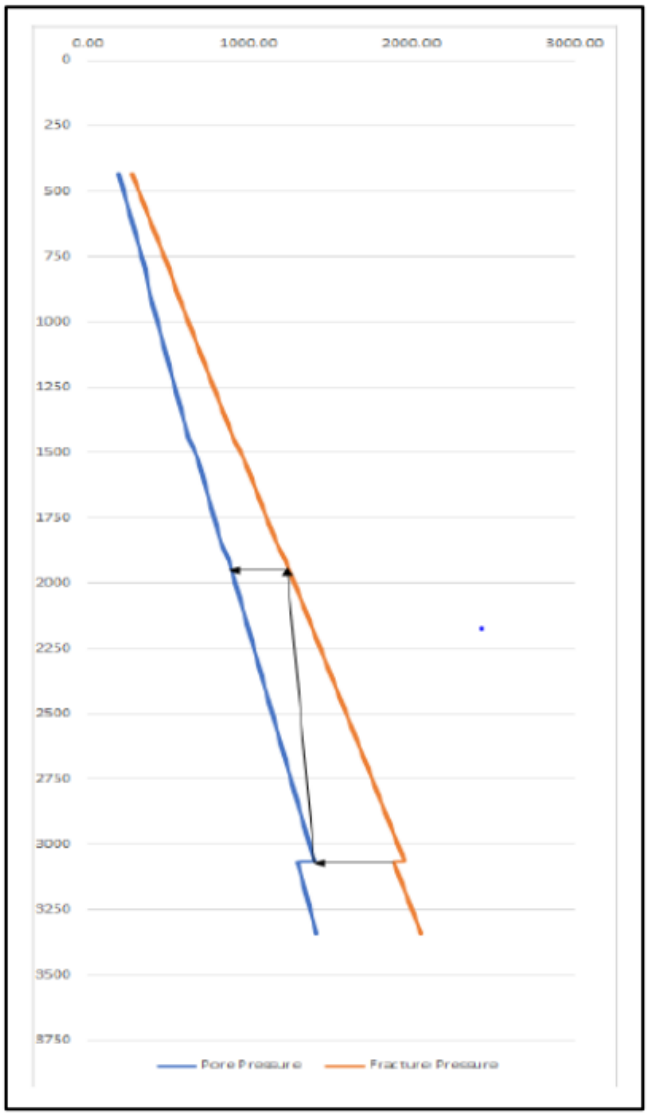
MD (ft)	TVD (ft)	Pore Pressure (psi)	Fracture Pressure (psi)
437	436,93	195,50	275,97
529	528,87	236,63	334,05
555	554,82	248,24	350,44
570	569,77	254,93	359,88
618	617,67	276,37	390,13
645	644,61	288,42	407,15
665	664,51	297,32	419,72
710	709,36	317,39	448,05
740	739,27	330,77	466,94
760	759,16	339,67	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

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

Sumber: data penelitian

Setelah kedua data tersebut diperoleh, selanjutnya adalah melakukan ploting 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*

Sumber: data penelitian

Data-data yang diperlukan dalam perhitungan metode maximum load dalam desain casing adalah sebagai berikut (CNOOC, 2018):

1. Casing data adalah data-data casing yang diperoleh dari pabrikan yang terkait dengan klasifikasi casing yang dipakai pada sumur ENN-1, data casing dapat dilihat pada tabel 2.
2. Mud data, adalah data *properties* lumpur yang digunakan selama pemboran sumur sebelumnya atau well yang paling dekat, data lumpur dapat dilihat pada tabel 3.
3. Cementing data, adalah data-data pada saat dilakukan penyemenan sumur yang pada saat pemboran sumur sebelumnya atau sumur yang paling dekat, data ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 2
Casing Data

Hole size (inch)	Depth		Casing Data						
	ftMD	ftTVD	Size (Inch)	Weight (ppf)	Grade	Conn	Burst (psi)	Collapse (psi)	Tension (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

Sumber: data penelitian

Tabel 3
Mud data

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

Sumber: data penelitian

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

Sumber: data penelitian

Metode Maximum Load yang digunakan pada penelitian ini memperhitungkan tiga parameter pada perencanaan desain casing, yaitu gaya-gaya yang terjadi pada casing berupa gaya tekan dari luar (*collapse pressure*), gaya tekan dari dalam casing (*burst pressure*) dan gaya tarik yang dialami oleh casing (*tension load*). Setelah ketiga parameter dalam evaluasi penelitian ini dihitung, maka selanjutnya adalah melihat hasil perhitungan untuk *safety factor* (angka keselamatan) untuk setiap bagian casing yang dievaluasi. *Safety factor* adalah berupa angka yang dipakai untuk mengetahui seberapa gaya tekan dari dalam (Burst Pressure) besar kelebihan daya tahan casing terhadap pembebanan yang terjadi pada casing yang bersangkutan. Maka, collapse pressure, burst pressure, dan tension Load tidak boleh kurang dari safety factor yang telah ditentukan. Ketentuan safety factor (SF) yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- *Collapse pressure* : SF = 1
- *Burst pressure* : SF = 1,1
- *Tension load* : SF = 1,6

Jika seandainya dari hasil perhitungan diperoleh ada salah satu parameter yang memiliki safety factor kurang dari yang ditentukan, maka perhitungan *collapse pressure*, *burst pressure* dan *tension load* harus diulang dengan memakai data casing yang berbeda atau kelas yang lebih tinggi, hingga ketiga parameter tersebut mencapai nilai safety factor yang ditentukan oleh perusahaan (Rubiandini, 2012).

Pada penelitian ini hal pertama yang dilakukan adalah menghitung atau mengevaluasi hasil perhitungan collapse pressure, burst pressure dan tension load dari semua bagian casing yang telah terpasang pada sumur ENN-1 juga termasuk perhitungan safety factornya. Kemudian berikutnya adalah melakukan penghitungan ulang dengan casing yang berbeda sebagai desain optimalisasi dengan tujuan mendapatkan casing yang lebih sesuai untuk sumur ENN-1 hingga diperoleh safety factor untuk semua bagian atau rangkaian casing. Dari dua hasil perhitungan ini kemudian dibandingkan juga nilai keekonomiannya.

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
P. Injection = (P.Rekahan + Burst DF) × 0,052 × TVD
= (12,27 + 1,1) × 0,052 × 1916,61
= 13,37 × 0,052 × 1916,61
= 1332,50 psi atau, 1333 psi
P. Eksternal di Casing Shoe = Gradien Salt Water × TVD
= 0,465 × 1916,61
= 891,22 psi, atau 891 psi
P. Burst di Casing Shoe = (P.Injeksi – P.eksternal di Casing Shoe)
= (1333 – 891)
= 442 psi
P. Internal = P.Injeksi – (Gradien Gas × TVD)
= 1333 – (0,1 × 1916,61)
= 1333 – 1916,61
= 1141,34 psi, atau 1141 psi
P. Burst di Surface = (P. Internal – P.Eksternal)
= 1141 – 0
= 1141 psi
Bump Pressure = 1000
P.Burst = 1000 + 1141
= 2141 psi

Burst Safety Factor = $Casing\ Burst\ P.Burst$
= 27302141
= 1,2 > 1,1 (Aman)

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

P. Collapse Mud = (MW × 0,052 × TVD)
= 9,5 × 0,052 × 1916,61
= 946,80 psi, atau 947 psi
P.Collapse Semen = (P. Lead Semen + P. Tail Semen)
P. Lead Semen = 0,052 × P.Lead ×TVD
= 0,052 × 12,5 × 1493,73
= 970,92 psi
P. Tail Semen = 0,052 × P.Tail × TVD
= 0,052 × 15,8 × 422,88
= 347,44
P. Collapse Semen = P. Lead Semen + P.Tail Semen
= 970,92 + 347,44
= 1318,36 psi, atau 1318 psi
P. Collapse = P. Eksternal – P.Internal
= 1318 – 947
= 371 psi
Collapse Safety Factor = $Casing\ Collapse\ P.\ Collapse$
= 1130 371
= 3,0 > 1,0 (Aman)

Perhitungan Tension
Tension Load (Gaya Tarik)
Data yang digunakan:
- Berat Casing = 54,5
- Bump Pressure = 1000

Proses Perhitungannya
Berat Casing di Udara = Kedalaman Casing × Berat Casing
= 2016 × 54,5
= 109872 lbs
Total Tension Penyemenan = (Berat Casing di Udara × Bouyancy Factor) + Load
Load = BP × (π / 4) × (OD 2 − ID2)
= 1000 × (3,,14 / 4) × (13,375 2− 12,5122)
= 1000 × (3,,14 / 4) × (178,89− 156,55)
= 1000 × (3,,14 / 4) × 22,34
= 17536,9 lbs
Bouyancy Factor = 65,4−MW 65,4
= 65,4−9,5 65,4
= 0,86
Total Tension Penyemenan = Berat Casing di Udara × Bouyancy Factor) + Load
= (109872 × 0,86) + 17536,9
= 94489,92 + 17536,9
= 112026,82 psi

Tension Safety Factor = $Tension\ Resistance$ / $Total\ Tension$
= 853000 / 112026,82
= 7,6 > 1,6 (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

Sumber: hasil penelitian

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

Sumber: hasil penelitian

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
				TOTAL	**1,246,636**

Sumber: hasil penelitian

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
				TOTAL	**1,023,839**

Sumber: hasil penelitian

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

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. Dari hasil optimasi biaya yang digunakan lebih murah US$ 222,796 atau 21.76% dari biaya casing yang digunakan pada sumur "ENN-1" (Aktual). 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

Adams, J. Neal. "*Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach*", Tulsa, Oklahoma:1985

CNOOC," FINAL REPORT WELL-ENN REPORT", October 2018, Jakarta,

Erita, "*Designing the Drilling Fluid*", 2018, Aipu Mud Equipment.

Finger, J. Blankenship, D.(2010) "Handbook of best practies for Geothermal Drilling". Sandia National Laboratories, Mexico.

Junianto, A. Rosyidan, C. Satyawira, B. (2017). "Perencanaan Lumpur Pemboran berbahan dasar air pada sumur X lapangan Y. Jurnal Petro". Volume VI (4), 116 – 124.

Rubiandini,Rudi,Ria,S. "Teknik Operasi Pemboran", Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2012

http://duniaengineer.blogspot.co.id/2013/12/perencanaan-casing.html, diakses pada tanggal 20 Oktober 2018.

http://lubaucity.blogspot.cp.id/2013_05_01_archive.html?view=classic, diakses pada tanggal 16 November 2018.

http://pujimigas.blogspot.co.id/2012/01/parameter-design-casing.html, diakses pada tanggal 10 Desember 2018.

http:/www.drillingformulas.com/2014/casing-scat-selection-how-to-select-casin setting-depth/, diakses pada tanggal 12 Desember 2018.