



ANALISIS *MUDGAS SEPARATOR* JENIS TORISPHERICAL MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK SOLIDWORK

Christofel Jarot Y., ST., MT

Jurusan Program Studi S1 Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Pondok Cina, Depok, 16424
cjarot@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

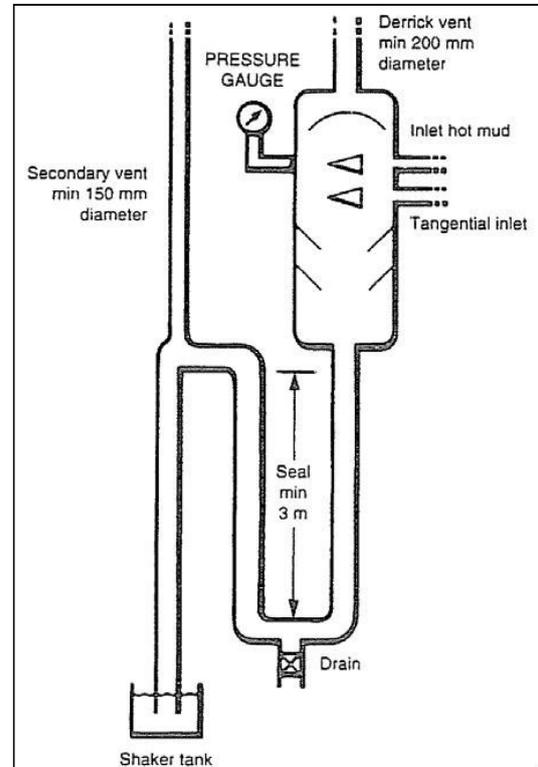
Mud-gas separator dengan tipe *head* dan *bottom* yang optimal, dirancang sesuai dengan kebutuhan, standart standart ASME 2007 mengenai *Boiler And Pressure Vessel Code*. Tipe *head* dan *bottom* yang simulasikan dan analisa ada 3, yaitu *torispherical*, *hemi-sphere*, serta *elipsodial* 2:1 SE. Parameter awal perencanaan adalah tekanan desain sebesar 2,8 MPa serta tebal dinding 16 mm. Berdasarkan hasil perhitungan, didapat nilai MAWP dan MAP *shell* sebesar 5,189 MPa dan 4,357 MPa. Lalu didapat nilai MAWP dan MAP *torispherical* adalah sebesar 3,373 MPa dan 2,831 MPa, untuk tipe *hemi-sphere* didapat hasil MAWP dan MAP sebesar 10,547 MPa dan 8,851 MPa, lalu untuk *elipsodial* 2:1 SE, didapat nilai MAWP dan MAP sebesar 5,311 MPa dan 4,442 MPa. Setelah didapat nilai MAWP, maka dilakukan perhitungan nilai *hydrostatic* dan *pneumatic pressure test* dan hasilnya dibandingkan dengan simulasi menggunakan bantuan perangkat lunak Solidworks 2017, dan didapat bahwa tipe *torispherical head* merupakan yang paling baik, karena mempunyai nilai perhitungan MAWP dan MAP (3,3 MPa dan 2,8 MPa) yang paling mendekati dan tidak kurang dari tekanan desain (2,8 MPa) serta karena nilai *hydrostatic* dan *pneumatic pressure test* yang berkisar 2,79 MPa sampai 2,81 MPa masih lebih kecil dari hasil perhitungan manual, sebesar 4,3 MPa untuk *hydrostatic pressure test* dan 3,7 MPa untuk *pneumatic pressure test* nya, serta tipe *torispherical head* juga memiliki bentuk aliran fluida yang paling aman dibanding kedua tipe *head-bottom* yang lain (*hemi-sphere* dan *elipsodial*).

Kata kunci : Mud-gas separator, torispherical, SOLIDWORKS

PENDAHULUAN

Mud-gas separator merupakan sebuah komponen dalam instalasi pengeboran, terletak dalam area pengkondisian lumpur pemboran. Fungsi dari *mud-gas separator* sendiri adalah untuk memisahkan gas atau udara dengan lumpur pemboran atau lebih tepatnya adalah untuk membebaskan udara yang terjebak dalam lumpur pemboran. *Mud-gas separator* merupakan salah satu jenis dari *pressure vessel* (bejana bertekanan), maka dari itu perancangan sebuah *mud-gas separator* mengikuti acuan ASME 2007 mengenai *Boiler And Pressure Vessel Code* (BPVC). Dalam perancangan sebuah *mud-gas separator* dapat dipakai beberapa tipe *head* dan *bottom*. Maka dari itu perlu diadakan proses simulasi dan analisis dengan bantuan perangkat lunak pada komputer dalam pemilihan tipe *head* dan *bottom*, agar didapat hasil yang sesuai dengan kebutuhan dan standar.

Gambar 1. *Mud-Gas Separator* Horizontal

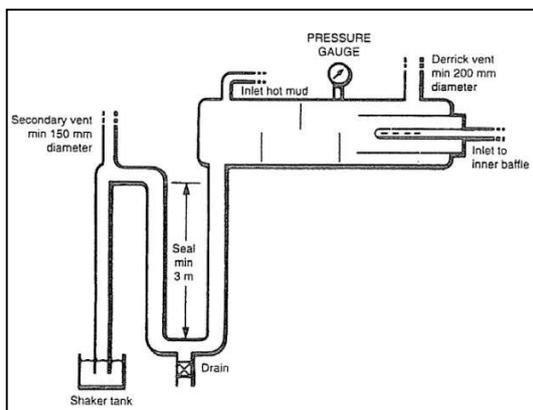


Gambar 2. *Mud-Gas Separator* Vertikal

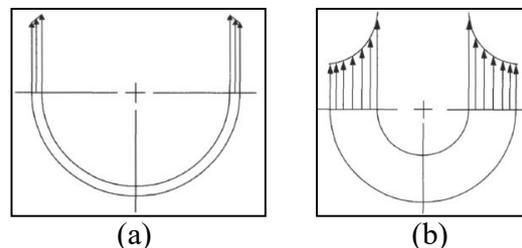
TELAAH PUSTAKA

Jenis-Jenis *Mud-Gas Separator*

Di *oilfield* terdapat 2 jenis *mud-gas separator* berdasarkan posisinya, yaitu horizontal dan vertikal.



Lalu, berdasarkan tebal dinding nya, *mud-gas separator* dapat dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu berdinding tipis dan tebal. *Mud-gas separator* dikatakan berdinding tipis jika jari-jari internal dibagi dengan tebal dinding hasilnya dibawah 10, jika diatas 10 maka dikategorikan berdinding tebal.



Gambar 3. Tipe Dinding *Mud-Gas Separator* (a) Tipis (b) Tebal

Bagian Mud-Gas Separator

Mud-gas separator terdiri dari berbagai macam komponen utama dan pendukung, yang mempunyai fungsi masing-masing untuk menunjang operasi komponen-komponen *mud-gas separator*, antara lain *shell*, *head*, *nozzle*, *flange* dan *supporting*

Shell

Shell adalah bagian utama dari *mud-gas separator*. *Shell* biasanya terbuat dari material baja, namun pada beberapa aplikasi bejana bertekanan lainnya, dapat juga menggunakan material selain baja. *Shell* terbuat dari satu atau lebih plat yang difabrikasi dengan metode pengelasan, sehingga membentuk silinder atau bola. Desain *shell* berdasarkan standar ASME UG-27 dan UG-28. UG-27 menyatakan bahwa ketebalan *shell* dibawah tekanan dalam harus tidak boleh kurang dari ketebalan hasil perhitungan dengan formula yang telah ditentukan. Sedangkan UG-28 menyatakan bahwa aturan untuk mendesain *shell* atau tabung pada ASME Section VIII hanya untuk *shell* tipe silindris dan sferikal.

Persamaan desain *shell circumferential stress*

$$t = \frac{PR_i}{S SE - 0,6P} \quad \text{atau} \quad t = \frac{PR_o}{S SE + 0,4P} \quad \dots\dots(1)$$

Persamaan desain *shell longitudinal stress*

$$t = \frac{PR_i}{S 2SE + 0,4P} \quad \text{atau} \quad t = \frac{PR_o}{S 2SE + 1,4P} \quad \dots\dots(2)$$

Keterangan :

t_s = Tebal *shell* (mm)

P = Tekanan (MPa)

R_o = Jari-jari eksternal (mm)

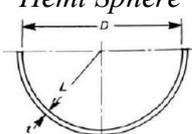
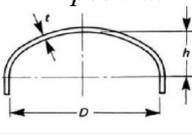
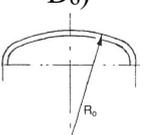
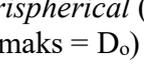
S = Nilai tekanan material (MPa)

E = Efisiensi sambungan

Head

Head adalah bagian penutup dari kedua ujung *shell mud-gas separator*. *Head* biasanya terbuat dari material yang sama dengan *shell* nya. Fabrikasi *head* dilakukan dengan cara melakukan *forming* pada plat material *head*, sehingga terbentuk *head* sesuai yang diinginkan, setelah itu *head* disambungkan ke bagian *shell* dengan cara di las. Desain *head* berdasarkan standar ASME UG-32 yang menyatakan bahwa ketebalan *head* yang dibutuhkan pada titik paling tipis setelah proses pembentukan harus dihitung berdasarkan persamaan yang telah ditentukan.

Tabel 1. Tipe *Head* dan Persamaan

Tipe	Persamaan
 <p><i>Hemi Sphere</i></p>	$t_h = \frac{PR_i}{2SE - 0,2P}$
	$t_h = \frac{PR_o}{2SE + 0,8P}$
 <p><i>Elipsodial</i></p>	$t_h = \frac{PD_i K}{2SE - 0,2P}$
	$t_h = \frac{PD_o K}{2SE + 2P (K - 0,1)}$
 <p>2:1 S.E ($R_o = 0,9 D_o$)</p>	$t_h = \frac{PD_i}{2SE - 0,2P}$
	$t_h = \frac{PD_o}{2SE + 1,8P}$
 <p><i>Torispherical</i> (L_o maks = D_o)</p>	$t_h = \frac{PL_i M}{2SE - 0,2P}$

R_i = Jari-jari internal (mm)

	$t_h = \frac{PL_oM}{2SE + P (M - 0,2)}$
Cone Longitudinal 	$t_h = \frac{PD_i}{4 \cos a (SE + 0,4P)}$
	$t_h = \frac{PD_o}{4 \cos a (SE + 1,4P)}$
Cone Circumferential 	$t_h = \frac{PD_i}{4 \cos a (SE + 0,4P)}$
	$t_h = \frac{PD_o}{2 \cos a (SE + 0,4P)}$

Sedangkan persamaan untuk mencari besarnya faktor pada *head* tipe *elipsodial* (K) dan *torispherical* (M) adalah sebagai berikut [2] :

$$K = 0,167 \left[2 + \frac{(D)^2}{2h} \right] \dots\dots\dots(3)$$

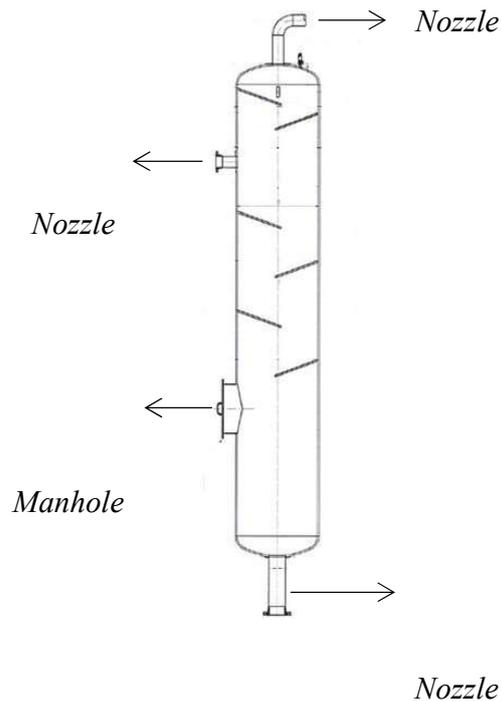
$$M = 0,25 \left(3 + \sqrt{\frac{L}{r}} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- t_h = Tebal *head* (mm)
- P = Tekanan (MPa)
- R_i = Jari-jari internal (mm)
- R_o = Jari-jari eksternal (mm)
- S = Nilai tekanan material (MPa)
- E = Efisiensi sambungan
- K = Faktor pada *elipsodial head*
- h = Tinggi *elipsodial head*
- D_i = Diameter internal (mm)
- D_o = Diameter eksternal (mm)
- L_i = Jari-jari internal *torispherical* (mm)
- L_o = Jari-jari eksternal *torispherical* (mm)
- M = Faktor pada *torispherical head*
- r = *Knuckle radius* (mm)

Nozzle

Nozzle adalah sebuah mekanisme koneksi antara *mud-gas separator* atau unit pengolahan dengan perpipaan atau unit distribusi. Atau dengan kata lain, *nozzle* merupakan saluran keluar masuk dari suatu *mud-gas separator*. *Nozzle* pada umumnya berbentuk tabung dan terbuat dari material baja yang diletakkan pada bagian *head* dan *shell* dengan cara dilas. *Nozzle* memiliki beberapa macam kegunaan, misalnya sebagai bukaan bagi alat instrumentasi atau sebagai akses keluar masuknya manusia untuk melakukan pengecekan dan perawatan (*manhole*).

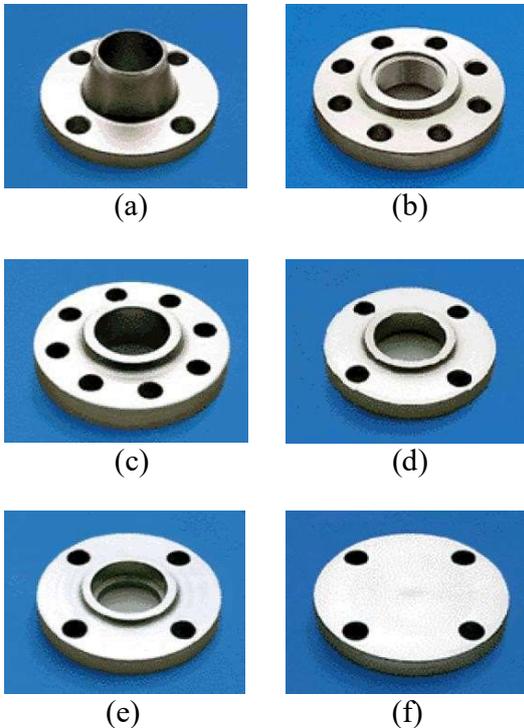


Gambar 2.4 *Nozzle*

Flange

Flange merupakan salah satu jenis sambungan tidak permanen. Dalam pembuatan *mud-gas separator*, *flange* digunakan untuk menyambung *nozzle* yang ada dengan sesama *nozzle* ataupun

dengan pipa. Dimensi dan jenis *flange* diatur dalam ANSI B16.5.



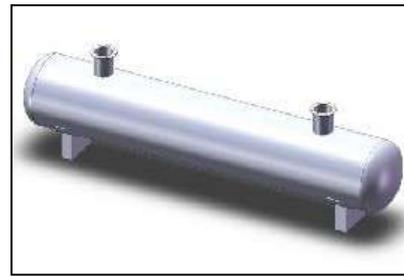
Gambar 5. Tipe *Flange* Berdasarkan ANSI B16.5 (a)*Weld Neck* (b)*Threaded* (c)*Slip-On* (d)*Lap Joint* (e)*Socket Weld* (f)*Blind*

Supporting

Support adalah bagian dari bejana tekan yang menopang keseluruhan bejana tekan. *Support* harus mampu menahan bejana tekan dari beban berat, angin, dan gempa yang mungkin akan terjadi. Ada beberapa jenis support yaitu:

Saddle

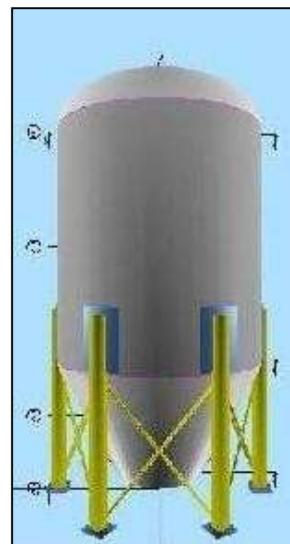
Support jenis ini digunakan untuk menyangga bejana tekan horizontal. Bejana tekan pada umumnya disangga menggunakan 2 buah *saddle*.



Gambar 6. Bejana Bertekanan Dengan *Saddle*

Skirt

Support jenis ini digunakan untuk menyangga bejana tekan silindris vertikal maupun bejana tekan bola. *Skirt* dilas pada bejana tekan lalu dipatenkan pada tanah yang telah diberi pondasi beton. Pada bejana tekan vertikal *skirt* dilas pada bagian *shell* bejana tekan atau bisa juga pada bagian *bottom* bejana tekan, sedangkan pada bejana tekan bola, *skirt* dilas pada bagian tengah *shell*.

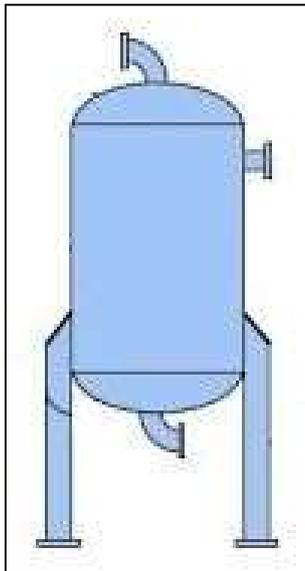


Gambar 2.7 Bejana Bertekanan Dengan *Skirt*

Leg

Support jenis ini biasanya digunakan untuk menyangga bejana tekan vertikal berukuran kecil yang dilas dibagian *shell*-

nya. Rasio maksimum antara panjang *leg* dengan diameter *shell* biasanya 2:1. Banyaknya jumlah *leg* yang diperlukan tergantung dengan besarnya ukuran bejana tekan.



Gambar 8. Bejana Bertekanan Dengan Leg

MAWP

Maximum Allowable Working Pressure atau yang bisa didefinisikan sebagai nilai tekanan maksimum yang diizinkan pada daerah atas dari kepala dan badan *mud-gas separator* yang diukur pada kondisi operasi dan pada suhu tertentu, biasanya suhu desain. Persamaan untuk menghitung MAWP adalah sebagai berikut :

MAWP untuk daerah *shell* (PW_s)

$$PW_s = \frac{S_{dt} \times E \times t_{sc}}{R_c + 0.6 t_{sc}} \quad \text{atau}$$

$$PW_s = \frac{S_{dt} \times E \times t_{sc}}{R_o - 0.4 t_{sc}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

MAWP untuk daerah *head* (PW_h)

Tabel 2. Persamaan MAWP Pada Tipe-Tipe Head Dan Bottom Pada *Mud-Gas Separator*

Type	Persamaan
<p><i>Hemi Sphere</i></p>	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{R_c + 0,2t_{hc}}$
	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{R_o - 0,8t_{hc}}$
<p><i>Elipsodial</i></p>	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{KD_c + 0,2t_{hc}}$
	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{KD_o - 2t_{hc} (K-0,1)}$
<p>2:1 S.E ($R_o = 0,9 D_o$)</p>	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{D_c + 0,2t_{hc}}$
	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{D_o - 1,8t_{hc}}$
<p><i>Torispherical</i> ($L_o \text{ maks} = D_o$)</p>	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{L M_c + 0,2t_{hc}}$
	$PW_h = \frac{2S_{dt}Et_{hc}}{L M_o - t_{hc} (M-0,2)}$
<p><i>Cone Longitudinal</i></p>	$PW_h = \frac{4S_{dt}Et_{hc} \cos a}{D_c - 0,8t_{hc} \cos a}$
	$PW_h = \frac{4S_{dt}Et_{hc} \cos a}{D_o - 2,8t_{hc} \cos a}$
<p><i>Cone Circumferential</i></p>	$PW_h = \frac{4S_{dt}Et_{hc} \cos a}{D_c + 1,2t_{hc} \cos a}$
	$PW_h = \frac{4S_{dt}Et_{hc} \cos a}{D_o - 0,8t_{hc} \cos a}$

MAP

Maximum Allowable Pressure (MAP) atau yang dapat didefinisikan sebagai nilai tekanan maksimum yang diizinkan pada daerah terlemah pada *head* dan *shell*, diukur dalam keadaan *mud-gas separator* pada kondisi baru dan belum dioperasikan. Persamaan MAP adalah sebagai berikut :

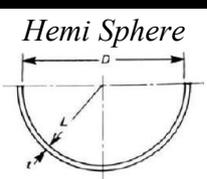
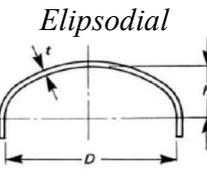
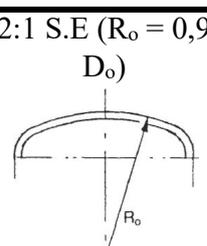
MAP pada daerah *shell* (PM_s)

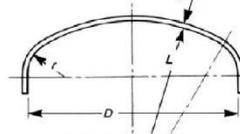
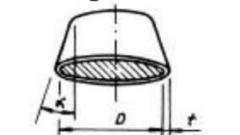
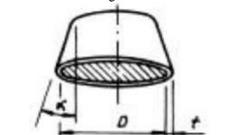
$$PM_s = \frac{S_a \times E \times t_{sn}}{R_n + 0.6 t_{sn}} \quad \text{atau}$$

$$PM_s = \frac{S_a \times E \times t_{sn}}{R_o - 0.4 t_{sn}} \quad \dots\dots\dots(6)$$

MAP pada daerah *head* (PM_h)

Tabel 3. Persamaan MAP Pada Tipe-Tipe Head Dan Bottom Pada Mud-Gas Separator

Tipe	Persamaan
 <p><i>Hemi Sphere</i></p>	$PM_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{R_n + 0,2t_{hn}}$
	$PM_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{R_o - 0,8t_{hn}}$
 <p><i>Elipsodial</i></p>	$PW_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{KD_n + 0,2t_{hn}}$
	$PW_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{KD_o - 2t_{hn}(K-0,1)}$
<p>2:1 S.E (R_o = 0,9 D_o)</p> 	$PW_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{D_n + 0,2t_{hn}}$
	$PW_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{D_o - 1,8t_{hn}}$

<p><i>Torispherical</i> (L_o maks = D_o)</p> 	$PW_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{L_n M + 0,2t_{hn}}$
	$PW_h = \frac{2S_a E t_{hn}}{L_o M - t_{hn} (M-0,2)}$
<p><i>Cone Longitudinal</i></p> 	$PW_h = \frac{4S_a E t_{hn} \cos a}{D_n - 0,8t_{hn} \cos a}$
	$PW_h = \frac{4S_a E t_{hn} \cos a}{D_o - 2,8t_{hn} \cos a}$
<p><i>Cone Circumferential</i></p> 	$PW_h = \frac{4S_a E t_{hn} \cos a}{D_n + 1,2t_{hn} \cos a}$
	$PW_h = \frac{4S_a E t_{hn} \cos a}{D_o - 0,8t_{hn} \cos a}$

Keterangan :

- PW_h = MAWP *head* (MPa)
- PW_s = MAWP *shell* (MPa)
- PM_h = MAP *head* (MPa)
- PM_s = MAP *shell* (MPa)
- S_{dt} = Nilai tekanan material, *design temperature* (MPa)
- S_a = Nilai tekanan material, *ambient temperature* (MPa)
- E = Efisiensi sambungan
- t_{hc} = Tebal *head, corroded* (mm)
- t_{sc} = Tebal *shell, corroded* (mm)
- t_{hn} = Tebal *head, new* (mm)
- t_{sn} = Tebal *shell, new* (mm)
- R_c = Jari-jari internal, *corroded* (mm)
- R_n = Jari-jari internal, *new* (mm)
- R_o = Jari-jari eksternal (mm)
- D_o = Diameter eksternal (mm)
- D_c = Diameter internal, *corroded* (mm)
- D_n = Diameter internal, *new* (mm)
- L_o = Jari-jari eksternal *torespherical* (mm)

- L_c = Jari-jari internal *torespherical, corroded* (mm)
- L_n = Jari-jari internal *torespherical, new* (mm)
- M = Faktor *torespherical head*
- K = Faktor *elipsodial head*

Hydrostatic Pressure Test

Menurut ASME Section VIII-1 UG-99, *pressure vessel* yang dirancang berdasarkan tekanan internal, harus melalui tahap *hydrostatic pressure test* yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$P = 1,3 \text{ MAWP} \times \frac{S_{tt}}{S_{dt}} \dots\dots\dots(6)$$

Pneumatic Pressure Test

Menurut ASME Section VIII-1 UG-100, *pressure vessel* yang dirancang berdasarkan tekanan internal, harus melalui tahap *pneumatic pressure test* yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$P = 1,1 \text{ MAWP} \times \frac{S_{tt}}{S_{dt}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- P_h = *Hydrostatic Pressure Test* (MPa)
- P_n = *Pneumatic Pressure Test* (MPa)
- MAWP = *Maximum Allowable Working Pressure* (MPa)
- S_{tt} = Nilai tekanan material, *testing temperature* (MPa)
- S_{dt} = Nilai tekanan material, *design temperature* (MPa)

Dalam melakukan *pressure testing*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Parameter

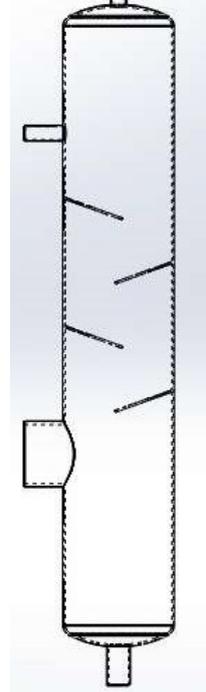
Parameter yang dipakai dalam simulasi dan analisis desain *mud-gas separator* dengan 3 tipe *head* dan *bottom* kali ini adalah sebagai berikut :

- Material = SA 36
- Tekanan (P) = 2,8 MPa
- Diameter eksternal (D_o) = 850 mm
- Jari-jari eksternal (R_o) = 425 mm
- Tekanan pada material (S) = 114 MPa
- Tebal dinding = 16 mm
- Efisiensi sambungan (E) = 1
- Corrosion allowance* (C) = 3 mm

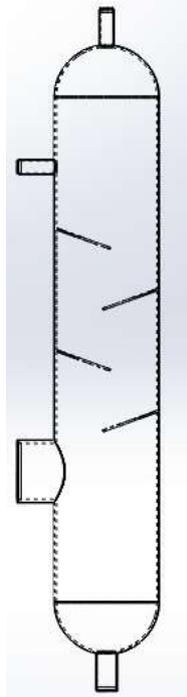
Desain Mud-Gas Separator

Desain dibuat berdasarkan parameter yang ada dengan bantuan perangkat lunak Solidworks 2017

digunakan kecepatan aliran fluida antara 10 ft/s sampai 15 ft/s.

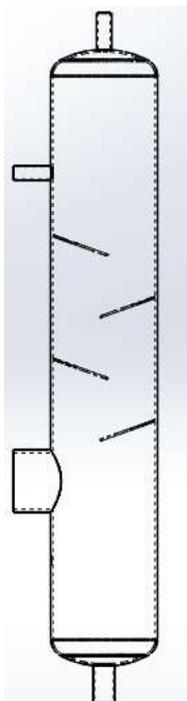


Gambar 9. Desain MGS
TorisphericalHead-Bottom
Tampak Depan



Gambar 10. Desain MGS *Hemisphere*

Head-Bottom Tampak Depan



Gambar 10. Desain MGS *Elipsodial*
Head-Bottom Tampak Depan

Perhitungan MAWP

Perhitungan MAWP daerah *shell* memakai persamaan berikut ini :

$$PW_s = \frac{S_{dt} \times E \times t_{sc}}{R_o - 0.4 t_{sc}}$$

Dengan memasukkan nilai tekanan yang diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan korosi (t_{sc}) adalah 19 mm serta nilai jari-jari eksternal (R_o) sebesar 425 mm, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$PW_s = \frac{114 \text{ MPa} \times 1 \times 19 \text{ mm}}{425 \text{ mm} - 0.4 \times 19 \text{ mm}}$$

$$PW_s = \frac{2166 \text{ MPa mm}}{417,4 \text{ mm}}$$

$$PW_s = 5,189 \text{ MPa}$$

Perhitungan MAWP *torispherical head* memakai persamaan berikut ini :

$$PW_h = \frac{2S_{dt} \times E \times t_{hc}}{M \times L_o - t_{hc}(M - 0,2)}$$

Dengan memasukkan nilai tekanan yang diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan korosi (t_{sc}) adalah 19 mm nilai factor *torespherical head* (M) sebesar 1,541 dan nilai jari-jari eksternal *torespherical* (L_o) sebesar 850 mm, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$PW_h = \frac{2 \times 114 \text{ MPa} \times 1 \times 19 \text{ mm}}{1,541 \times 850 \text{ mm} - 19 \text{ mm} (1,541 - 0,2)}$$

$$PW_h = \frac{4332 \text{ MPa mm}}{1284,371 \text{ mm}}$$

$$PW_h = 3,373 \text{ MPa}$$

Perhitungan MAWP *hemisphere head* memakai persamaan berikut ini :

$$PW_h = \frac{2 \times S_{dt} \times E \times t_{hc}}{R_o - 0.8 t_{hc}}$$

Dengan memasukkan nilai tekanan yang diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan korosi (t_{hc}) adalah 19 mm serta nilai jari-jari eksternal (R_o) sebesar 425 mm, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$PW_h = \frac{2 \times 114 \text{ MPa} \times 1 \times 19 \text{ mm}}{425 \text{ mm} - 0,8 \times 19 \text{ mm}}$$

$$PW_h = \frac{4332 \text{ MPa mm}}{409,8 \text{ mm}}$$

$$PW_h = 10,547 \text{ MPa}$$

Perhitungan MAWP *elipsodial head* memakai persamaan berikut ini :

$$PW_h = \frac{2 \times S_{dt} \times E \times t_{hc}}{D_o - 1.8 t_{hc}}$$

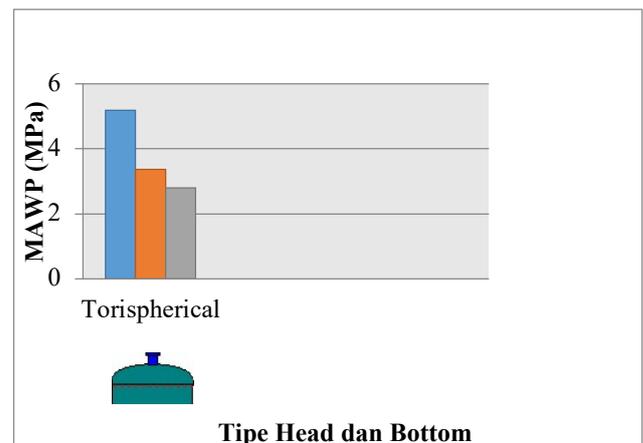
Dengan memasukkan nilai tekanan yang diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan korosi (t_{hc}) adalah 19 mm serta nilai diameter eksternal (D_o) sebesar 425 mm, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$PW_h = \frac{2 \times 114 \text{ MPa} \times 1 \times 19 \text{ mm}}{850 \text{ mm} - 1,8 \times 19 \text{ mm}}$$

$$PW_h = \frac{4332 \text{ MPa mm}}{815,8 \text{ mm}}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan MAWP

Jenis Head Dan Bottom	Tebal Dinding, Corroded (mm)	MAWP Shell (MPa)	MAWP Head (MPa)
Torespherical	19	5,189	3,373



Gambar 11. Grafik Nilai MAWP

Dapat kita lihat bahwa dari segi perhitungan MAWP, tipe *head* dan *bottom* Torespherical sudah aman, karena

sudah melebihi nilai tekanan desainnya. Lalu, untuk tekanan desain sebesar 2,8

MPa serta tebal dinding (*corroded*) sebesar 19 mm, nilai MAWP *shell mud-gas separator* tipe Torespherical adalah sebesar 5,189 MPa, karena memiliki bentuk dinding silindris,

Perhitungan MAP

Perhitungan MAP daerah *shell* memakai persamaan berikut ini :

$$PM_s = \frac{S_a \times E \times t_{sn}}{R_o - 0.4 t_{sn}}$$

$$PW_h = 5,311 \text{ MPa}$$

Dengan memasukkan nilai tekanan yang diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi

sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan baru (t_{sc}) adalah 16 mm serta nilai jari-jari eksternal (R_o) sebesar 425 mm, maka hasilnya adalah sebagaiberikut :

$$114 \text{ MPa} \times 1 \times 16 \text{ mm}$$

$$PM_s = \frac{425 \text{ mm} - 0,4 \times 16 \text{ mm}}$$

$$PM_s = \frac{1824 \text{ MPa mm}}{418,6 \text{ mm}}$$

$$PM_s = 4,357 \text{ MPa}$$

Perhitungan MAP *torispherical head* memakai persamaan berikut ini :

$$PM_h = \frac{2S_a \times E \times t_{hn}}{M \times L_o - t_{hn}(M - 0,2)}$$

Dengan memasukkan nilai tekanan yang

diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan baru (t_{sn}) adalah 16 mm nilai factor *torespherical head* (M) sebesar 1,541 dan nilai jari-jari eksternal *torespherical* (L_o) sebesar 850 mm, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$PM_h = \frac{2 \times 114 \text{ MPa} \times 1 \times 16 \text{ mm}}$$

$$1,541 \times 850 \text{ mm} - 16 \text{ mm} (1,541 - 0,2)$$

$$PM_h = \frac{3648 \text{ MPa mm}}{1288,394 \text{ mm}}$$

$$PM_h = 2,831 \text{ MPa}$$

Perhitungan MAP *hemisphere head* memakai persamaan berikut ini :

sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan baru (t_{sn}) adalah 16 mm serta nilai jari-jari eksternal (R_o) adalah 425 mm, maka hasilnya adalah sebagaiberikut :

$$2 \times 114 \text{ MPa} \times 1 \times 16 \text{ mm}$$

$$PM_h = \frac{3648 \text{ MPa mm}}{425 \text{ mm} - 0,8 \times 16 \text{ mm}}$$

$$PM_h = \frac{3648 \text{ MPa mm}}{412,2 \text{ mm}}$$

$$PM_h = 8,851 \text{ MPa}$$

Perhitungan MAP *elipsoidal head* memakai persamaan berikut ini :

$$2 \times S_a \times E \times t_{hn}$$

$$PM_h = \frac{2 \times S_a \times E \times t_{hn}}{D_o - 1,8 t_{hn}}$$

Dengan memasukkan nilai tekanan yang diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi sambungannya (E) adalah 1, tebal dinding keadaan baru (t_{sn}) adalah 16 mm serta nilai jari-jari eksternal (R_o) adalah 425 mm, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$2 \times 114 \text{ MPa} \times 1 \times 16 \text{ mm}$$

$$PM_h = \frac{3648 \text{ MPa mm}}{850 \text{ mm} - 1,8 \times 16 \text{ mm}}$$

$$PM_h = \frac{3648 \text{ MPa mm}}{821,2 \text{ mm}}$$

$$PM_h = 4,442 \text{ MPa}$$

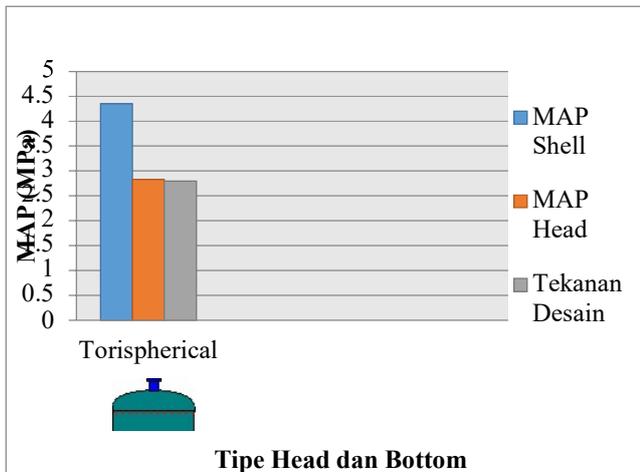
Tabel 5. Hasil Perhitungan MAP

PM_h

$$t_{hn} = \frac{2 \times S_a \times E \times R_o}{R_o - 0.8 t_{hn}}$$

Dengan memasukkan nilai tekanan yang diizinkan pada material ASTM A 36 (S) sebesar 114 MPa, nilai efisiensi

Jenis <i>Head</i> Dan <i>Bottom</i>	Tebal Dinding, <i>New</i> (mm)	MAP <i>Shell</i> (MPa)	MAP <i>Head</i> (MPa)
<i>Torespherical</i>	16	4,357	2,831



Gambar 12. Grafik Nilai MAP

Dapat kita lihat bahwa dari segi perhitungan MAP, tipe *head* dan *bottom* jenis *Torispherical* sudah aman, karena sudah melebihi nilai tekanan desainnya. Lalu, untuk tekanan desain sebesar 2,8 MPa serta tebal dinding (*new*) sebesar 16 mm, nilai MAP untuk *shell mud-gas separator* adalah sebesar 4,357 MPa, karena memiliki tipe yang sama, yaitu silindris dan dilakukan pengujian tekanan nilai tekanan maksimal yang dapat ditahan pada daerah *shell* adalah 4,375 MPa, dan 8,851 MPa untuk daerah *head* dan *bottom* nya.

Hydrostatic Dan Pneumatic Pressure Test
 Hasil *hydrostatic* dan *pneumatic pressure test* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Hydrostatic Dan Pneumatic Pressure Test

Bagian	Hydrostatic Pressure Test (MPa)	Pneumatic Pressure Test (MPa)
Shell	6,7457	5,7079
Torispherical	4,3849	3,7103

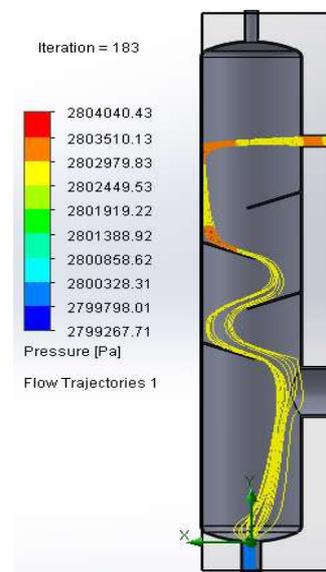
Sebuah *mud-gas separator* dapat dikatakan layak apabila saat disimulasikan dengan bantuan perangkat lunak Solidworks 2017, nilai tekanan internal saat *hydrostatic* dan *pneumatic pressure test* tidak lebih besar dari hasil yang terdapat pada tabel 6, jika hasilnya lebih, maka harus dilakukan perhitungan ulang mulai dari tebal dinding maupun nilai MAWP nya, atau dilakukan pengecekan pada parameter perencanaan.

Simulasi Dan Analisis

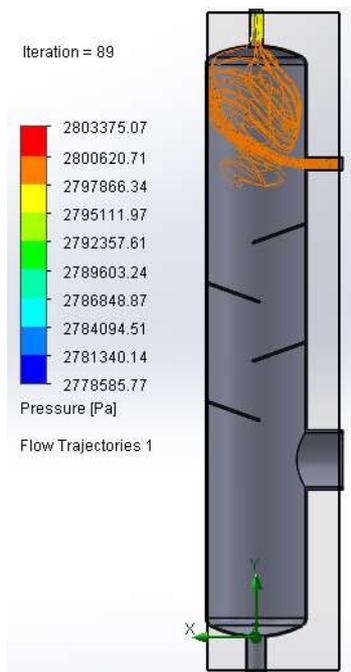
Simulasi dibantu perangkat lunak Solidworks 2017 pada bagian *flow simulation*, parameter yang input adalah :
 Flow Simulation = Internal

- Tekanan = 2,8 MPa
- Kecepatan Masuk = 15 ft/s = 4,5 m/s
- Tipe Fluida = Air dan Udara
- Temperatur = 55°C

Torispherical Head



Gambar 13. Hydro Test Torispherical Head



Gambar 14. *Pneumatic Test Torispherical Head*

Jika kita lihat hasil dari simulasi menggunakan perangkat lunak Solidwork 2017, jenis *head-bottom* Torispherical sudah layak, karena hasil simulasi (*hydrostatic* dan *pneumatic*) hasilnya (2,79 MPa – 2,81 MPa) tidak ada yang melewati hasil perhitungan pada tabel 6. Lalu jika perhatikan hasil simulasi, pada jenis *head-bottom* dapat jika dilihat dari bentuk aliran pada *torispherical head*, pada *hydrostatic pressure test* tidak terjadi turbulensi aliran, dapat dilihat pada gambar 13, bahwa maksimal *pressure* adalah sebesar 2,804 MPa dan aliran nya adalah laminar, serta pada *pneumatic pressure test* nya juga belum terjadi turbulensi, serta bertekanan sekitar 2,8 MPa.

KESIMPULAN

Mud-gas separator merupakan salah satu jenis dari bejana bertekanan, yang berfungsi untuk memisahkan lumpur yang terjebak pada fluida pemboran, terletak pada system sirkulasi lebih tepatnya pada area pengkondisian. Perencanaan *mud-gas separator* memakai acuan ASME 2007 Sec VIII tentang *Boiler And Pressure Vessel Code*, karena *mud-gas separator* merupakan salah satu jenis dari *pressure vessel*. Beberapa parameter dasar untuk mendesain dan merancang sebuah *mud-gas separator* antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Acuan atau standar mengenai *mud-gas separator*.
- b. Fungsi dari *mud-gas separator*.
- c. Material *mud-gas separator*.
- d. Diameter internal atau eksternal *mud-gas separator*.
- e. Tekanan internal.
- f. Tipe *head* dan *bottom*

Lalu berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis, tipe *torispherical head* adalah baik, karena memiliki hasil perhitungan MAWP dan MAP (3,3 MPa dan 2,8 MPa) yang paling mendekati dan tidak kurang dari tekanan desain (2,8 MPa).

Berdasarkan hasil simulasi dengan bantuan perangkat lunak SolidWorks 2017, tipe *torispherical head* juga masih baik, karena nilai *hydrostatic* dan *pneumatic pressure test* yang berkisar 2,79 MPa sampai 2,81 MPa masih lebih kecil dari hasil perhitungan manual, sebesar 4,3 MPa untuk *hydrostatic pressure test* dan 3,7 MPa untuk *pneumatic pressure test* nya, serta tipe *torispherical head* juga memiliki bentuk aliran fluida yang aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lee, Peter. 2016. *Surface Gas Handling System And Mud Gas Separator Design*. State of Queensland : Department of Natural Resources and Mines.
- [2] Moss, Dennis. 2004. *Pressure Vessel Desain Manual*. USA: Gulf Professional Publishing.
- [3] Putra, Candra Riki. 2014. "Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Untuk Separasi 3 Fasa." ISSN: 1410-2331. 18,1. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [4] Welgrow Industri Cooperation. - . *Ansi Flanges*. Taiwan : Welgrow Industri Cooperation.
- [5] Pendbhaje, Apurva R., and Mahesh Gaikwad. 2011. "Desain And Analysis Of Pressure Vessel." ISSN 2321-1156. 2,3. Rajiv Gandhi Institute Of Technology, Mumbai.
- [6] Zezula, F., and C. Durden. 2000. *Piping Joints Handbook*. BPAmoco.