

# APLIKASI EFEK GAYA APUNG DENGAN MOMEN PEMBALIK PADA MODEL TANGKI RANCANGAN UNTUK MENGHEMAT KONSUMSI DAYA POMPA PADA SISI DISCHARGE

Mohammad Galbi<sup>1</sup>, Ishak A<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta Selatan<sup>1 2</sup>

Email: galbi\_m@yahoo.com

---

## Abstract

*The use of the tank as well as a container or tank of liquid reserves to make use of the tank as a necessity. By using its own tank design model which is technically very possible to make the pressure in the tank is less than atmospheric pressure so that the tank will take some role pump connected in series are used for the purpose of improving high pressure. Thus the pressure in the tank is smaller than the atmospheric pressure is only generated from the process flow itself will save pump power required on the press. To prevent the air pressure in the tank exceeds the atmospheric pressure relief valve on the tank supplied air to the atmosphere. The more water into the tank, the greater the downward thrust force due to the weight of water and by the buoy to the piston in fixed position, the tank will move downward relative to the piston. The pressure in the tank due to the movement of the closed tube will follow the phenomenon of negative pressure. To get a larger volume of air or spring difleksi rate greater then the pole float should be as light as possible and frictional forces as small as possible.*

*The goal is to produce a prototype tank that can lighten the pump working in particular on the discharge side so it can be input pump power savings. The calculations show that a high hit on the side of the press can be reduced upto 100 percent even including reducing losses on the discharge side by enlarging the capacity of the tank. Thus happen electricity savings of the power required on the discharge side of the pump to drain the water into the tank. With spring replacement inverting the inversion moment will produce a higher pressure suction force behind the rise of the spring.*

*Keyword; Tanks, head, discharge, save, Electricity, power, Moment.*

---

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Proses pengisian tangki penampung atau tangki cadangan dari pompa yang diterapkan selama ini adalah dengan mengupayakan agar tekanan yang ada dalam tangki sama dengan tekanan atmosfer, agar tidak ada tambahan tekanan yang terjadi. Dengan menggunakan tangki model rancangan sendiri ini yang mana secara teknis sangat dimungkinkan untuk menjadikan tekanan dalam tangki kurang dari tekanan atmosfer sehingga tangki ini akan mengambil sebagian peran pompa yang dihubungkan secara seri yang digunakan untuk tujuan meningkatkan tinggi tekan. Dengan demikian tekanan dalam tangki yang lebih kecil dari tekanan atmosfer yang hanya dihasilkan dari proses aliran itu sendiri akan menghemat daya pompa yang diperlukan pada sisi tekan. Usulan tulisan ini pengembangan dari usulan sebelumnya adalah untuk menguji model terhadap efektifitas kerja sistem yang terdiri dari pelampung, torak dan pegas pembalik digantikan oleh efek momen lengan. Selama proses pengisian tangki oleh zat cair hingga terisi penuh sesuai dengan kapasitas yang diharapkan bersama pelampung akan

mendorong tangki kebawah dan piston yang bersifat tetap menciptakan vakum pada ruang yang tersisa didalam tangki akibat beban tangki yang terus bertambah. Parameter-parameter yang menentukan besaran vakum berupa berat air, gaya apung, gesekan torak, berat tiang pelampung dan gaya pegas pembalik yang akan diganti dengan lengan pembalik harus diuji lagi untuk menghasilkan tangki prototipe yang memiliki kemampuan menghasilkan tekanan vakum dalam tangki yang optimum dengan gaya pembalik yang memiliki nilai efektifitas yang lebih baik. Untuk melengkapi kerja tangki prototype tersebut dengan tetap disertai pengembangan lanjut berupa pengaturan on-off pompa secara otomatis termasuk pemilihan material yang paling sesuai untuk optimasi kerja sistem tangki. Untuk mencapai tujuan akhir berupa penghematan konsumsi energi maka keluaran tahap kedua (tahap akhir) dari Tulisan ini berupa tangki prototype yang telah teruji lengkap dengan sistem pengaturannya.

### Perumusan Masalah

Ketika air disuplai dari pompa menuju tangki maka perlahan volume air yang masuk kedalam tangki yang bertekanan atmosfer akan mengisi ruang yang

berisi udara. Untuk mencegah tekanan udara dalam tangki melebihi tekanan atmosfer maka pada tangki disediakan katup pelepas udara ke atmosfer. Semakin banyak air yang masuk kedalam tangki maka semakin besar pula gaya dorong kebawah akibat berat air dan oleh pelampung terhadap piston pada kedudukan tetap, maka tangki akan bergerak kebawah relatif terhadap piston. Gaya dorong inilah yang akan menciptakan ekspansi volume udara yang ada dalam tangki. Agar diperoleh batas gaya dorong keatas maksimum oleh pelampung, maka berat air yang dipindahkan akan sama dengan gaya dorong pelampung terhadap torak dimana isi air pada tangki harus lebih besar dari volume pelampung itu sendiri. Tekanan dalam tangki akibat pergerakan tabung tertutup akan mengikuti fenomena tekanan negatif yaitu volume air yang masuk sama dengan volume udara yang keluar ditambah dengan volume udara yang terjadi akibat berat air ditambah dengan volume akibat dorongan tiang gaya apung. Dengan demikian laju difleksi pegas pembalik kebawah harus lebih besar dari pada peningkatan laju tinggi air pada tangki. Untuk mendapatkan volume udara yang lebih besar atau laju difleksi pegas yang lebih besar maka tiang pelampung harus seringan mungkin dan gaya gesek sekecil mungkin. Untuk mengantisipasi penciutan tangki perlu penerapan cincin fleksibel seperti pada piston motor pembakaran dalam. Untuk itu yang harus diketahui adalah berapa besar rata-rata tekanan negatif yang diperoleh dari gaya guna yang dihasilkan oleh berat air dan pelampung untuk meringankan kerja pompa.

**Tujuan**

Tulisan ini bertujuan untuk menghasilkan tangki protipe yang mampu meringankan kerja pompa khususnya meningkatkan head tekan pompa (pada sisi discharge) sehingga dapat dilakukan penghematan daya input pompa hingga sebesar daya yang diperlukan pada sisi dischargenya disesuaikan dengan dimensi tinggi tangki dan pelampung. Keluaran alat ini diharapkan akan menggantikan peran tangki air rumah tangga, hotel, tangki penampung zat cair pada pabrik-pabrik maupun lapangan migas sebagai tangki hemat energi yang dapat diandalkan.

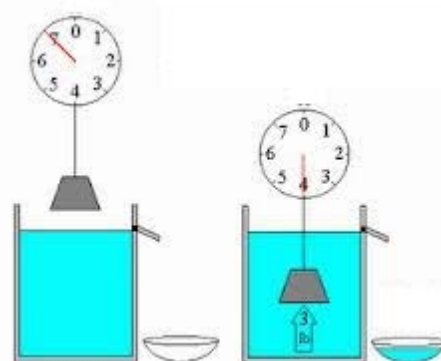
**TINJAUAN PUSATAKA**

Hukum Archimedes [1] Hukum Archimedes berhubungan dengan gaya berat dan gaya ke atas suatu benda jika dimasukan kedalam air yaitu “Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya kedalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair

yang dipindahkan oleh benda tersebut”. Hukum Boyle [2] Tekanan dan Volume dari suatu gas adalah berbanding terbalik pada masa gas dan suhu yang konstan (isotermis), yang berarti bahwa tekanan naik, volume turun dan sebaliknya volume naik dan tekanan turun.

**Gaya apung**

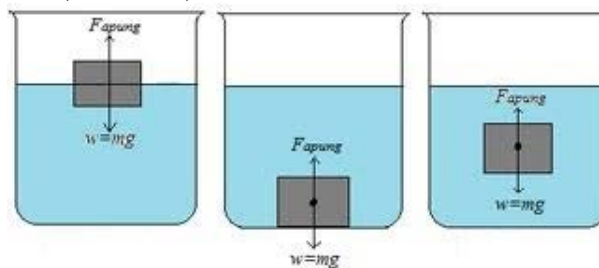
Menurut [1] menjelaskan bahwa: “Suatu benda yang dicelupkan seluruhnya atau sebagian kedalam fluida akan mengalami gaya ke atas yang sama dengan berat fluida yang dipindahkannya (Gambar 1)



**3 kg air yang dipindahkan**  
Gambar 1. Gaya benda yang dicelupkan

**Benda Mengapung**

Bila benda dicelupkan ke dalam air maka ada tiga kemungkinan yang akan dialami oleh benda tersebut, yaitu mengapung, melayang dan tenggelam [3]. Suatu benda dikatakan terapung dalam zat cair bila sebagian benda tercelup dan sebagian lagi muncul di udara, dengan kata lain benda akan terapung diatas permukaan air bila massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis zat cair (Gambar 2)



**Gambar 2. Benda mengapung**

Berdasarkan hukum Archimedes bahwa besarnya gaya keatas yang dikerjakan fluida pada benda adalah sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda. Dengan demikian diperoleh hubungan berikut.

$$\rho_b = \frac{v_{bf}}{v_b} \rho_f \dots\dots\dots(1)$$

dimana :  $F_a$  = gaya ke atas (N),  $W$  = gaya berat benda (N),  $v_{bf}$  = volume benda yang tercelup dalam fluida ( $m^3$ ),  $v_b$  = volume benda seluruhnya ( $m^3$ ),  $\rho_f$  = massa jenis fluida ( $kg/m^3$ ) dan  $\rho_b$  = massa jenis benda ( $kg/m^3$ )

### Tekanan

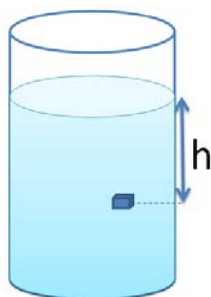
Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas [4], dimana gaya  $F$  bekerja secara tegak lurus terhadap luas permukaan  $A$  suatu zat (padat, cair, gas), maka dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$p = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana,  $p$ = tekanan (N/m<sup>2</sup>),  $F$ =gaya normal (N),  $A$ =luas permukaan kontak gaya normal (m<sup>2</sup>).

Apabila suatu benda berada pada kedalaman  $h$  tertentu di bawah permukaan cairan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, maka berat benda membuat cairan tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan yang dipengaruhi oleh kedalaman zat cair ini disebut dengan tekanan hidrostatik.

Apabila suatu benda berada pada kedalaman  $h$  tertentu di bawah permukaan cairan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, maka berat benda membuat cairan tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan yang dipengaruhi oleh kedalaman zat cair ini disebut dengan tekanan hidrostatik.



Gambar 3. Tekanan pada kedalaman  $h$  dalam cairan [1].

Gaya yang bekerja pada luasan tersebut adalah  $F = mg = \rho A_h g$ , dengan  $A_h$  adalah percepatan gravitasi. Kemudian tekanan hidrostatik  $P_h$  adalah

$$p_h = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho A_h g}{A} = \rho g h \dots \dots \dots (3)$$

Tekanan elemen volume pada kedalaman  $h$  relative terhadap permukaan adalah

$$p = p_o + \rho g h \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:  $p$ = Tekanan,  $p_o$ =tekanan permukaan,  $\rho$ =massa jenis

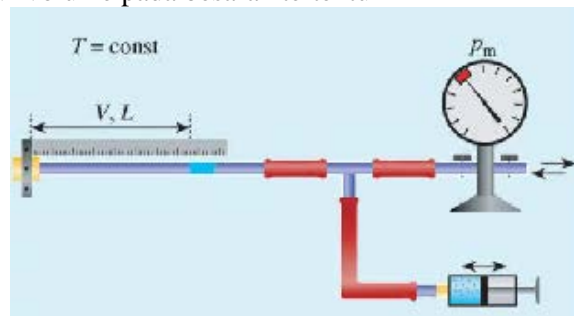
### Tekanan isotermis (Hukum Boyle PV=Konstan)

Dalam Tulisannya mengenai gas ideal, Robert Boyle (1627 – 1691) menggunakan tabung gelas berbentuk huruf J, dengan merkuri di masukkan

dalam tabung itu. Hasilnya dapat dielaborasi menjadi:

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:  $p$ =Tekanan pada besaran tertentu dan  $v$ =volume pada besaran tertentu



Gambar 4. Percobaan Hukum Boyle ( $p v = \text{konstan}$ )

Pada gambar 4, dapat dibuktikan bahwa jika piston ditekan pada temperature konstan sehingga volume dalam silinder berkurang dari  $v_1$  menjadi  $v_2$  ( $v_1 > v_2$ ), maka tekanan yang ditunjukkan oleh alat ukur akan meningkat dari  $p_1$  menjadi  $p_2$  ( $p_2 > p_1$ ).

### Macam-macam tekanan

Tekanan mutlak (absolut/ATA) adalah tekanan gas yang sebenarnya yang dinyatakan dalam psi; Tekanan aktual pada posisi tertentu disebut tekanan absolut dan diukur secara relatif terhadap tekanan vakum, yaitu tekanan nol mutlak.

Tekanan gage (tekanan atmosfer/ATM) adalah tekanan lebihnya dari tekanan udara luar atau atmosfer (psi);

Tekanan vakum (tekanan dalam tangki) adalah tekanan kurangnya dari tekanan udara luar atau atmosfer. Tekanan di bawah tekanan atmosfer disebut tekanan vakum (vacuum pressure) dan diukur dengan pengukur vakum yang menunjukkan perbedaan antara tekanan atmosfer dan tekanan absolut.

$$P_{\text{gage}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} \quad (\text{untuk } P > P_{\text{atm}}) \dots \dots (6)$$

$$P_{\text{vac}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}} \quad (\text{untuk } P < P_{\text{atm}}) \dots \dots (7)$$

Tekanan gas di dalam tangki dapat dianggap seragam karena berat gas terlalu kecil dan tidak mengakibatkan pengaruh yang berarti. Skala tekanan vakum mempunyai titik nol pada tekanan atmosfer dan yang paling tinggi sama dengan zero absolute. Pengukuran tekanan absolut sangat penting dalam menentukan skala tekanan gage dan skala vakum untuk mengukur tekanan, baik tekanan gage, absolut, vakum ataupun beda tekanan (differential pressure). Perbedaan antara ATM dan ATA: Tekanan Atmosfir (ATM) adalah satuan tekanan setara dengan berat atmosfer bumi di permukaan laut. Tekanan Absolut (ATA–Atmospheres Absolut) adalah tekanan ambien total pada system yang dihitung atau diukur. Perbedaan tekanan absolut dan tekanan atmosfer

disebut tekanan ukur (pressure gage). Perbedaan antara tekanan gage dengan tekanan absolut ialah pada titik nolnya. Titik nol untuk tekanan gage terletak pada tekanan atmosfer sedangkan untuk tekanan absolut terletak pada titik nol mutlak (zero absolute). ATA digunakan untuk menunjukkan bahwa tekanan mutlak mencakup penambahan 1 ATM ke pengukur tekanan yang dibaca.

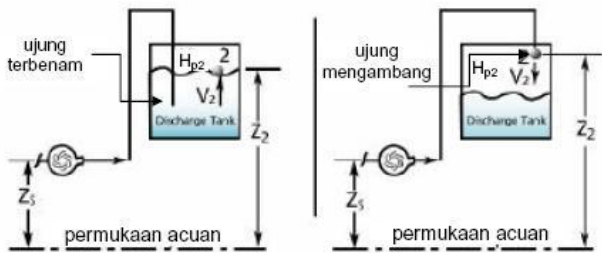
**Head Statis pompa**

Head statis adalah penjumlahan head elevasi dengan head tekanan. Head statis dari head statis sisi masuk dan sisi keluar/tekan sebagai berikut

$$H_{Statis\ Isap} = \left( Z + \frac{p}{\rho g} \right)_1 \dots\dots\dots(8)$$

$$H_{Statis\ Tekan} = \left( Z + \frac{p}{\rho g} \right)_2 \dots\dots\dots(9)$$

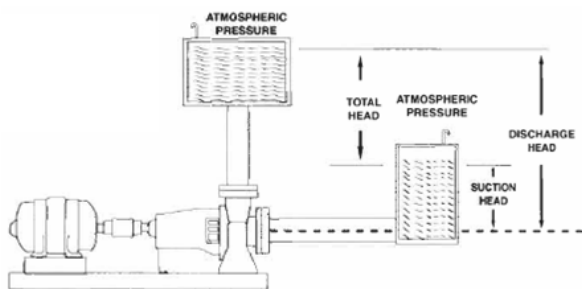
$H_{Statis\ Total}$   
= Perbedaan ketinggian kedua H statis



**Gambar 5. Head statis discharge**

Dimana Head total pompa adalah

$$H_{pompa} = \left( \Delta Z + \Delta \frac{p}{\rho g} + \Delta \frac{v^2}{2g} \right) + H_{losses} \dots\dots\dots (10)$$



**Gambar 6. Total head**

Dalam memilih suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai kondisi instalasi pompa atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Head dapat bervariasi pada penampang yang berbeda, tetapi pada kenyataannya selalu ada rugi energi. Head total pompa yang harus disediakan untuk

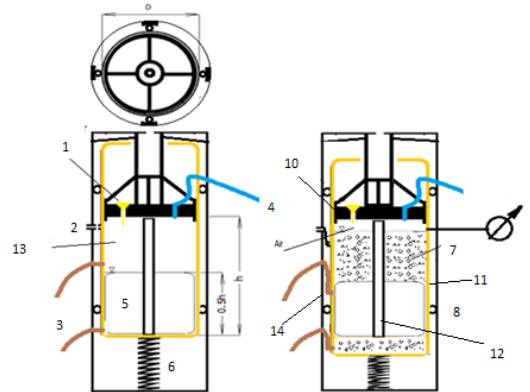
mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa.

$$H_{sis} = h_a + h_l + \frac{v_d^2}{2g} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana: Hsis : Head sistem pompa (m), ha : Head statis total (m), Δhp: Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan (m), Δhp = hp2 – hp1, hl : Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll (m) hl = hld + hls, vd<sup>2</sup>/2g : Head kecepatan keluar (m), g : Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

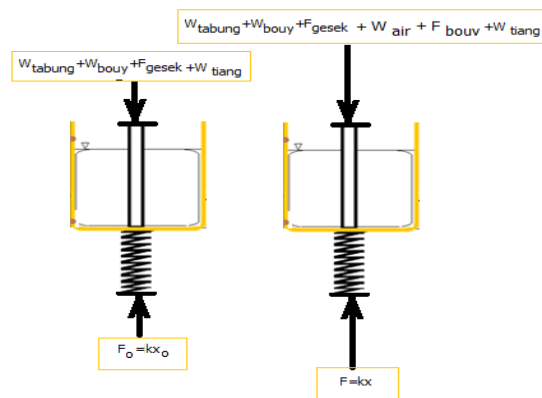
**METODE PERHITUNGAN**

Agar diperoleh batas gaya dorong keatas maksimum oleh bouy (pelampung), maka berat air yang dipindahkan/isi air tank harus sama dengan volume bouy. Jadi perhitungan dimulai ketika air sudah melewati volume bouy dimana h=0 (tinggi bouy) sebagaimana terlihat pada gambar model berikut ini,



Keterangan:  
1. Katup udara, 2. Lalan cairan masuk tangki, 3. Saluran cairan keluar, 4. Kran pengatur tekanan atmosfer 5. Pelampung, 6. Pegas pembalik, 7. Cairan kapasitas tangki 8. Roda pengarah gerak, 9. Penunjuk tekanan tangki, 10. Piston, 11. Tangki, 12. Tiang pelampung, 13. Volume cairan, 14. Penyanggah tangki

**Gambar 7. Model tangki rancangan**



**Gambar 8. Gaya-gaya yang diterima pegas pembalik yang digantikan oleh lengan pembalik.**

Seiring dengan meningkatnya jumlah cairan yang masuk kedalam tangki, maka tekanan dalam tangki akibat pergerakan tangki tertutup kearah bawah akan mengikuti fenomena tekanan negatif, dimana

volume air yang masuk adalah sama dengan volume udara yang keluar dikurangi volume yang terjadi akibat berat air ditambah dengan volume yang terjadi akibat gaya apung yang merupakan fenomena turunya tangki (pergerakan tangki kebawah). Dengan demikian laju difleksi pegas harus lebih besar dari pada peningkatan laju tinggi air pada tank. Jika  $Q$ =laju volume air yang masuk kedalam tangki (liter/menit), maka tinggi cairan pada tangki sebesar laju volume air dikalikan dengan waktu alir dibagi luas penampang tangki, dimana lendutan pegas yang terjadi adalah total gaya kebawah dibagi dengan kekakuannya atau sama dengan kecepatan rata-rata kebawah dikalikan dengan waktu yang digunakan (makin tinggi permukaan cairan pada tangki makin besar pula lendutan pegas yang terjadi). Untuk mengoptimalkan efek gaya apung, maka tiang pelampung akan dibuat seringan mungkin. Dan untuk mengantisipasi penciutan tangki walau sangat kecil karena akan berpengaruh pada piston isap maka akan dipertimbangkan menggunakan cincin fleksibel seperti pada engine piston.

D tank, m	1.25	Luas penampang tank m <sup>2</sup>	1.226563
Tinggi bouy, m	2	Luas penampang bouy m <sup>2</sup>	1.226563
Diameter bouy, m	1.25	Volume awal tank $\pi D^2 h/4$ , m <sup>3</sup>	4.90625
h tank, meter, m	4	Volume udara m <sup>3</sup>	2.453125
Tebal plat bouy, t meter	0.003	Volume Bouy m <sup>3</sup>	2.453125
Berat jenis bouy, kg/m <sup>3</sup>	300	Volume air penuh m <sup>3</sup>	2.453125
Berat jenis air, kg/m <sup>3</sup>	1000	Volume air penuh Liter	2453.125
Berat bouy, kg	2357.207813	Gaya total bouy kg	2453.125
Pegas		Konstanta pegas kg/m	1900

## PERHITUNGAN

Data masukan

Luaran

PARAMETER										
h	Volume air=volume udara yang keluar, m <sup>3</sup>	Gaya dorong kebawah oleh air	Gaya dorong ke atas oleh bouy	Total gaya kebawah	Gaya Gese k+Berat tiang+W bouy	Net gaya ke bawah	Net gaya kebawah, tinggal hanya oleh bouy-(Gaya gesek+Berat batang)	Tekanan kebawah	Tekanan udara/air, kg/m <sup>2</sup>	Tekanan, h (m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	10332.27	10.33227
0.1	0.1226	122.656	122.6562	245.3125	7	238.312	115.65625	94.29299	10237.98	10.2379
0.2	0.2453	245.312	245.3125	490.625	7	483.625	238.3125	194.2929	10143.69	10.1436
0.3	0.3679	367.968	367.9687	735.9375	7	728.937	360.96875	294.2929	10049.4	10.0494
0.4	0.4906	490.625	490.625	981.25	7	974.25	483.625	394.2929	9955.103	9.95510
0.5	0.6132	613.281	613.2812	1226.5625	7	1219.56	606.28125	494.2929	9860.81	9.86081
0.6	0.7359	735.937	735.9375	1471.875	7	1464.87	728.9375	594.2929	9766.517	9.76651
0.7	0.8585	858.593	858.5937	1717.1875	7	1710.18	851.59375	694.2929	9672.224	9.67222
0.8	0.981	981.25	981.25	1962.5	7	1955.5	974.25	794.2929	9577.931	9.57793
0.9	1.1039	1103.90	1103.906	2207.8125	7	2200.81	1096.9062	894.2929	9483.638	9.48363
1	1.2265	1226.56	1226.562	2453.125	7	2446.12	1219.5625	994.2929	9389.345	9.38934
1.1	1.3492	1349.21	1349.218	2698.4375	7	2691.43	1342.2187	1094.292	9295.052	9.29505
1.2	1.4718	1471.87	1471.875	2943.75	7	2936.75	1464.875	1194.292	9200.759	9.20075
1.3	1.5945	1594.53	1594.531	3189.0625	7	3182.06	1587.5312	1294.292	9106.466	9.10646
1.4	1.7171	1717.18	1717.187	3434.375	7	3427.37	1710.1875	1394.292	9012.173	9.01217

1.5	1.8398	1839.84	1839.843	3679.6875	7	3672.68	1832.8437	1494.292	8917.88	8.91788
1.6	1.9625	1962.5	1962.5	3925	7	3918	1955.5	1594.292	8823.587	8.82358
1.7	2.0851	2085.15	2085.156	4170.3125	7	4163.31	2078.1562	1694.292	8729.294	8.72929
1.8	2.2073	2207.81	2207.812	4415.625	7	4408.62	2200.8125	1794.292	8635.001	8.63500
1.9	2.3304	2330.46	2330.468	4660.9375	7	4653.93	2323.4687	1894.292	8540.708	8.54070
2	2.4531	2453.12	2453.125	4906.25	7	4899.25	2446.125	1994.292	8446.415	8.44641
2.1	2.5757	2575.78	2575.781	5151.5625	7	5144.56	2568.7812	2094.292	8352.122	8.35212
2.2	2.6984	2698.43	2575.781	5274.2188	7	5144.56	2568.7812	2094.292	8257.829	8.25782
2.3	2.8210	2821.09	2575.781	5396.875	7	5144.56	2568.7812	2094.292	8163.536	8.16353
2.4	2.9437	2943.75	2575.781	5519.5313	7	5144.56	2568.7812	2094.292	8069.243	8.06924
2.5	3.0664	3066.40	2575.781	5642.1875	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7974.95	7.97495
2.6	3.1890	3189.06	2575.781	5764.8438	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7880.657	7.88065
2.7	3.3117	3311.71	2575.781	5887.5	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7786.364	7.78636
2.8	3.4343	3434.37	2575.781	6010.1563	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7692.071	7.69207
2.9	3.5570	3557.03	2575.781	6132.8125	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7597.778	7.59777
3	3.6796	3679.68	2575.781	6255.4688	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7503.485	7.50348
3.1	3.8023	3802.34	2575.781	6378.125	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7409.192	7.40919
3.2	3.925	3925	2575.781	6500.7813	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7314.899	7.31489
3.3	4.0476	4047.65	2575.781	6623.4375	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7220.606	7.22060
3.4	4.1703	4170.31	2575.781	6746.0938	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7126.313	7.12631
3.5	4.2929	4292.96	2575.781	6868.75	7	5144.56	2568.7812	2094.292	7032.02	7.03202
3.6	4.4156	4415.62	2575.781	6991.4063	7	5144.56	2568.7812	2094.292	6937.727	6.93772
3.7	4.5382	4538.28	2575.781	7114.0625	7	5144.56	2568.7812	2094.292	6843.434	6.84343
3.8	4.6609	4660.93	2575.781	7236.7188	7	5144.56	2568.7812	2094.292	6749.141	6.74914

TEORITIS							
P1	V1	P2	V2	Difleksi, m	Kenaikan tinggi tekan, %	Tinggi maksimum, h-delta max=tinggi air	
10.33227	2.453125	10.23798	2.475719	0.01842	0.912606	Belum penuh	
10.23798	2.475719	10.14369	2.498732	0.018763	1.825213	Belum penuh	
10.14369	2.498732	10.0494	2.522178	0.019115	2.737819	Belum penuh	
10.0494	2.522178	9.955103	2.546067	0.019477	3.650425	Belum penuh	
9.955103	2.546067	9.86081	2.570414	0.019849	4.563032	Belum penuh	
9.86081	2.570414	9.766517	2.59523	0.020233	5.475638	Belum penuh	
9.766517	2.59523	9.672224	2.620531	0.020627	6.388244	Belum penuh	
9.672224	2.620531	9.577931	2.64633	0.021033	7.300851	Belum penuh	
9.577931	2.64633	9.483638	2.672641	0.021452	8.213457	Belum penuh	
9.483638	2.672641	9.389345	2.699481	0.021882	9.126064	Belum penuh	
9.389345	2.699481	9.295052	2.726866	0.022326	10.03867	Belum penuh	
9.295052	2.726866	9.200759	2.754812	0.022784	10.95128	Belum penuh	
9.200759	2.754812	9.106466	2.783337	0.023256	11.86388	Belum penuh	
9.106466	2.783337	9.012173	2.812458	0.023742	12.77649	Belum penuh	
9.012173	2.812458	8.91788	2.842196	0.024245	13.6891	Belum penuh	
8.91788	2.842196	8.823587	2.872569	0.024763	14.6017	Belum penuh	
8.823587	2.872569	8.729294	2.903598	0.025298	15.51431	Belum penuh	
8.729294	2.903598	8.635001	2.935305	0.02585	16.42691	Belum penuh	
8.635001	2.935305	8.540708	2.967712	0.026421	17.33952	Belum penuh	

8.540708	2.967712	8.446415	3.000843	0.027011	18.25213	Belum penuh
8.446415	3.000843	8.352122	3.034721	0.027621	19.16473	Belum penuh
8.352122	3.034721	8.257829	3.069374	0.028252	20.07734	Penuh
8.257829	3.069374	8.163536	3.104826	0.028904	20.98995	Penuh
8.163536	3.104826	8.069243	3.141108	0.02958	21.90255	Penuh
8.069243	3.141108	7.97495	3.178247	0.030279	22.81516	Penuh
7.97495	3.178247	7.880657	3.216275	0.031004	23.72777	Penuh
7.880657	3.216275	7.786364	3.255224	0.031755	24.64037	Penuh
7.786364	3.255224	7.692071	3.295128	0.032533	25.55298	Penuh
7.692071	3.295128	7.597778	3.336023	0.033341	26.46558	Penuh
7.597778	3.336023	7.503485	3.377945	0.034179	27.37819	Penuh
7.503485	3.377945	7.409192	3.420935	0.035049	28.2908	Penuh
7.409192	3.420935	7.314899	3.465032	0.035952	29.2034	Penuh
7.314899	3.465032	7.220606	3.510282	0.036891	30.11601	Penuh
7.220606	3.510282	7.126313	3.556729	0.037868	31.02862	Penuh
7.126313	3.556729	7.03202	3.604421	0.038883	31.94122	Penuh
7.03202	3.604421	6.937727	3.65341	0.03994	32.85383	Penuh
6.937727	3.65341	6.843434	3.703749	0.041041	33.76644	Penuh
6.843434	3.703749	6.749141	3.755494	0.042187	34.67904	Penuh

#### SIMPULAN

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa penerapan gaya apung pada tangki zat cair yang terletak pada elevasi tertentu dari sumbu pompa memiliki potensi besar untuk meningkatkan Head statis tekan pompa atau dapat mereduksi konsumsi daya pada sisi discharge pompa hingga 100% termasuk rugi-rugi pada sisi discharge dengan jalan memperbesar kapasitas tangki. Disamping itu untuk memperoleh efektifitas gaya apung yang terpakai, maka pemilihan material apung dan batang pendorong harus seringan mungkin. Disamping itu, ketika zat cair disalurkan dari tangki ke pemakaian, maka diperoleh tekanan yang lebih besar dari pada tangki konvensional akibat dorongan gaya apung yang berfungsi ganda. Dengan penggantian pegas pembalik dengan momen pembalik akan dihasilkan tekanan isap yang lebih tinggi kenaikan sebesar gaya balik pegas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Tipler A. Paul, Fisika untuk Sains dan Teknik, Edisi ke tiga jilid I, Erlangga, Jakarta 1996
- Athur Beiser, Aplied Physics, Schaum Series, 1987
- Buche F.j. Teori dan Soal-soal Fisika, Seri Buku Schaum, Erlangga, Jakarta, 1989

- Jewett, Serway Fisika Untuk Sains dan Teknik, Buku 1 edisi 6 Salemba Teknika, Jakarta 2009
- Halliday dan Resnick, Fundamental of Physics, 1987