

I. PENDAHULUAN

Air sebagai sumberdaya alam yang tidak bisa diperbaharui dan merupakan sumber kehidupan bagi manusia dan makhluk lainnya. Untuk mendapatkan air, semakin hari semakin sulit atau membutuhkan biaya dan usaha yang semakin besar, baik untuk keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, dan perikanan.

Di sisi lain, air banyak yang terbuang ke laut tanpa dimanfaatkan karena letak lahan pertanian berada jauh lebih tinggi dari permukaan sungai, sehingga memerlukan energy yang besar untuk membawanya ke tempat yang lebih tinggi.

Air memiliki energy potensial yang sangat besar ketika berada di hulu sungai. Energi potensial ini akan semakin berkurang karena adanya gesekan dengan dasar sungai maupun penyebab lainnya. Energy potensial ini dapat diubah menjadi energy kinetic dan kemudian menjadi energy mekanik yang bisa digunakan untuk menggerakkan pompa air.

Salah satu jenis pompa yang digerakkan oleh tenaga kinetic dikenal dengan nama pompa hydram (*hydraulic ram*), yang sudah ditemukan oleh Montgolfier tahun 1796 di Italia). Pompa Hydram adalah suatu alat untuk memompa atau menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan cara kerja yang sederhana dan efektif sesuai persyaratan teknis dan operasionalnya (Kalsim, 2002). Walaupun prinsip kerjanya sederhana tetapi pemanfaatannya masih sangat sedikit.

Selanjutnya menurut Kalsim (2002), Cara kerja PATK hanya memanfaatkan tekanan dinamik air yang timbul karena adanya aliran air dalam pipa yang tiba-tiba berhenti karena tertutupnya katup. Fenomena itu biasa disebut sebagai “palu air” (water hammer)². Dalam operasinya PATK mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan pompa jenis lainnya sebagai berikut:

- a. Unik : bekerja dengan kekuatan alami berdasarkan tekanan air
- b. Hemat : tidak memerlukan motor penggerak, sumber listrik dan BBM
- c. Awet : daya tahannya lama dengan pemeliharaan yang murah
- d. Efisien : beroperasi secara terus-menerus 24 jam per hari
- e. Mudah : dijalankan secara manual tetapi bekerja secara otomatis

Dalam penelitian ini telah dilakukan serangkaian ujicoba untuk mendapatkan spesifikasi teknis PATD yang paling efisien dan atau debit keluaran yang optimal dengan biaya produksi yang rendah. Spesifikasi yang akan diuji adalah : bahan pipa pvc dan logam, diameter pipa, panjang dan diameter tabung udara, diameter klep sadap dan klep buang, serta ketinggian target.

I.1. Tujuan penelitian :

Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Dinamik dan pembuatan prototype pompa skala laboratorium.

1.2. Keluaran :

1. Desain Pompa Air Tenaga Dinamik (PATD) pada berbagai skala.
2. Hak Cipta dan Hak Paten (Kekayaan Intelektual)
3. Jurnal Internasional terindeks Scopus (Publikasi Ilmiah)

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Air Irigasi

Irigasi merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan usaha tani dalam arti luas. Sejalan dengan era reformasi dan otonomi daerah, maka saat ini telah ada pengaturan baru yang mengatur tentang irigasi, yaitu pengelolaan diserahkan kepada petani. Namun demikian pemerintah tetap berkewajiban untuk membantu petani terutama dalam bimbingan teknis dan keuangan sampai mampu mengelolanya secara mandiri. Irigasi didefinisikan sebagai suatu cara pemberian air, baik secara alamiah ataupun buatan kepada tanah dengan tujuan untuk memberi kelembaban yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Achmadi, 2013).

Menurut Herliyani (2012), secara garis besar, tujuan irigasi dapat digolongkan menjadi 2 (dua) golongan, yaitu : Tujuan Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan untuk membasahi tanah berkaitan dengan kapasitas kandungan air dan udara dalam tanah sehingga dapat dicapai suatu kondisi yang sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman yang ada di tanah tersebut. Tujuan Tidak Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan yang meliputi : mengatur suhu dari tanah, mencuci tanah yang mengandung racun, mengangkut bahan pupuk dengan melalui aliran air yang ada, menaikkan muka air tanah, meningkatkan elevasi suatu daerah dengan cara mengalirkan air dan mengendapkan lumpur yang terbawa air, dan lain sebagainya.

Sesuai dengan definisi irigasinya, maka tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya rekayasa teknis untuk penyediaan dan pengaturan air dalam menunjang proses

produksi pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan serta mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

Irigasi adalah semua atau segala kegiatan yang mempunyai hubungan dengan usaha untuk mendapatkan air guna keperluan pertanian. Usaha yang dilakukan tersebut dapat meliputi : perencanaan, pembuatan, pengelolaan, serta pemeliharaan sarana untuk mengambil air dari sumber air dan membagi air tersebut secara teratur dan apabila terjadi kelebihan air dengan membuangnya melalui saluran drainasi (Rosadi, 2015)

Secara garis besar, tujuan irigasi dapat digolongkan menjadi 2 (dua) golongan, yaitu : Tujuan Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan untuk membasahi tanah berkaitan dengan kapasitas kandungan air dan udara dalam tanah sehingga dapat dicapai suatu kondisi yang sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman yang ada di tanah tersebut. Tujuan Tidak Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan yang meliputi : mengatur suhu dari tanah, mencuci tanah yang mengandung racun, mengangkut bahan pupuk dengan melalui aliran air yang ada, menaikkan muka air tanah, meningkatkan elevasi suatu daerah dengan cara mengalirkan air dan mengendapkan lumpur yang terbawa air, dan lain sebagainya (Ardi, 2013).

Irigasi didefinisikan sebagai suatu cara pemberian air, baik secara alamiah ataupun buatan kepada tanah dengan tujuan untuk memberi kelembapan yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. Secara alamiah air disuplai kepada tanaman melalui air hujan. Secara alamiah lainnya, adalah melalui genangan air akibat banjir dari sungai, yang akan menggenangi suatu daerah selama musim hujan, sehingga tanah yang ada dapat siap ditanami pada musim kemarau. Ketika penggunaan air ini mengikutkan pekerjaan

rekayasa teknik dalam skala yang cukup besar, maka hal tersebut disebut irigasi buatan. Irigasi buatan secara umum dapat dibagi dalam bagian Irigasi Pompa, dimana air diangkat dari sumber air yang rendah ke tempat yang lebih tinggi, baik secara mekanis maupun manual. Irigasi Aliran, dimana air dialirkan ke lahan pertanian secara gravitasi dari sumber pengambilan air. Sesuai dengan definisi irigasinya, maka tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya rekayasa teknis untuk penyediaan dan pengaturan air dalam menunjang proses produksi pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan serta mendistribusikan secara teknis dan sistematis (Dumairy, 1992; Eko, 2013).

Adapun manfaat dari suatu sistem irigasi, adalah :

1. Untuk membasahi tanah, yaitu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu.
2. Untuk mengatur pembasahan tanah, agar daerah pertanian dapat diairi sepanjang waktu pada saat dibutuhkan, baik pada musim kemarau maupun musim penghujan.
3. Untuk menyuburkan tanah, dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur & zat – zat hara penyubur tanaman pada daerah pertanian tersebut, sehingga tanah menjadi subur.
4. Untuk kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang rendah / rawa dengan pengendapan lumpur yang dikandung oleh air irigasi (Rachmad, 2009).

Lahan sawah dengan irigasi teknis yaitu jaringan irigasi dimana saluran pemberi terpisah dari saluran pembuang agar penyediaan dan pembagian air ke dalam lahan sawah tersebut dapat sepenuhnya diatur dan diukur dengan mudah. Biasanya lahan sawah irigasi teknis mempunyai jaringan irigasi yang terdiri dari saluran primer dan sekunder serta bangunannya dibangun dan dipelihara oleh pemerintah. Ciri-ciri irigasi

teknis: Air dapat diatur dan diukur sampai dengan saluran tersier serta bangunan permanennya. Lahan sawah yang memperoleh pengairan dari sistem irigasi, baik yang bangunan penyadap dan jaringan-jaringannya diatur dan dikuasai dinas pengairan PU maupun dikelola sendiri oleh masyarakat. Kadar air tanah yang lebih rendah pada tanah sawah yang diolah sempurna disebabkan oleh porositas tanah lebih tinggi, sehingga kehilangan air lebih banyak (Notohadiprawiro, 1992).

Pengaruh air irigasi pada tanah yang dialirinya dapat bersifat netral, implementer, memperkaya ataupun memiskinkan. Air irigasi bersifat netral yaitu didapatkan pada tanah-tanah yang menerima pengairan dari air yang berasal dan memlalui daerah aliran yang memiliki jenis tanah yang sama dengan tanah yang dialiri. Sifat suplemerter dijumpai pada tanah yang telah kehilangan unsur-unsur hara akibat pencucian dan mendapatkan unsur-unsur hara lain dari air irigasi. Air irigasi bersifat memperkaya tanah apabila kandungan unsur hara akibat dari pengairan lebih besar jumlahnya daripada unsure hara yang hilang karena paen, drainase atau pengairan. Pencucian unsur hara dari permukaan kompleks adsorpsi dan larutan tanah oleh air irigasi bersifat memiskinkan tanah (Suyana, 1999).

1.2. Pompa Hidram

Sesuai hukum gravitasi, air selalu mengalir dari tempat tinggi menuju yang lebih tempat rendah. Sepertinya mustahil kalau harus menaikkan air dari sumber atau alirannya menuju tempat yang lebih tinggi, tanpa bantuan energi listrik atau bahan bakar minyak (BBM).

Tetapi apabila suatu ketika Anda berkunjung ke perkebunan teh di Purwakarta-Jawa Barat atau perkebunan jambu air di Singorojo, Kendal-Jawa Tengah, Anda akan melihat bagaimana air dialirkan dari sungai yang berada di hilir, naik mendaki perbukitan dengan selisih ketinggian hingga puluhan meter, yang berjarak ratusan meter, antara rumah pompa dengan tandon air di puncak bukit. Semua itu digerakkan oleh sebuah pompa, hebatnya lagi pompa itu tidak digerakkan oleh motor listrik atau motor bakar dengan BBM.

Pompa tersebut dinamakan pompa Hidram, berasal dari kata *Hydraulic Ram Pump*, bisa diartikan pompa air dengan tenaga hantaman air. Di Indonesia pompa ini sebenarnya sudah ada sejak jaman penjajahan Belanda, namun kurangnya perawatan dan edukasi membuat pompa ini tidak lestari. Ditambah jaman dulu sumber air masih sangat banyak, sungai masih lancar mengalir dengan debit besar, tanahnya masih subur dengan humus, hutan masih lebat belum gundul, tanahnya belum erosi hingga mendangkalkan sungai. Tetapi keadaan sekarang adalah kebalikan semua itu, membuat pompa Hidram tampil lagi sebagai solusi.

Dari berbagai sumber, pompa Hidram ada yang menyatakan berasal dari Perancis, digunakan untuk menaikkan air ke atas kastil-kastil. Ada juga sumber mengatakan berasal dari Tiongkok untuk mengairi tanah pertanian di bukit-bukit. Prinsip kerja Hidram adalah pemanfaatan gravitasi dimana akan menciptakan energi dari hantaman air yang menabrak faksi air lainnya untuk mendorong ke tempat yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan energi potensial dari hantaman air diperlukan syarat utama yaitu harus ada terjunan air yang dialirkan melalui pipa dengan beda tinggi -elevasi- dengan pompa Hidram minimal 1 meter.

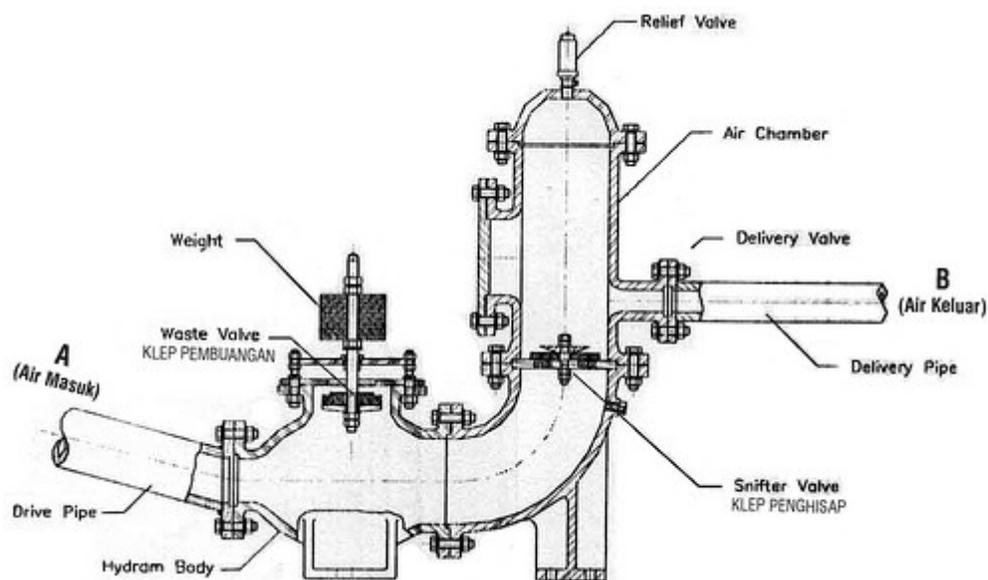
Syarat utama kedua adalah sumber air harus kontinyu dengan debit minimal 7 liter per menit (Widarto, 2000 dalam Pratomo, 2018). Besarnya debit pemompaan dapat dihitung dengan rumus $Q_2 = Q_1 \times H_1 : H_2 \times j$. Dimana Q_2 adalah debit air yang dipompakan (liter/menit), Q_1 adalah debit air yang masuk pompa (liter/menit), H_1 adalah tinggi terjunan dalam meter, H_2 adalah tinggi pemompaan dalam meter dan j adalah efisiensi pompa yaitu 0,5 -0,75. Dalam prakteknya diperoleh perbandingan tinggi terjunan dan tinggi pengangkatan air sebesar 1:6, akan menghasilkan debit pemompaan sebesar 1/3 dari debit air yang masuk ke pompa, sedang 2/3 debit air akan keluar melalui klep pembuangan setelah memberikan tenaga hantaman.

Mekanisme Pompa Hidram

Selanjutnya Pratomo (2009) dan Kalsim (2002), menjelaskan prinsip kerja dari pompa Hidram dapat dilihat dari gambar irisan pompa dapat dilihat bahwa bagian kunci dari Hidram adalah dua buah klep, yaitu: klep pembuangan dan klep penghisap. Air masuk dari terjunan melalui pipa A, klep pembuangan terbuka sedangkan klep penghisap tertutup. Air yang masuk memenuhi rumah pompa mendorong ke atas klep pembuangan hingga menutup. Dengan tertutupnya klep pembuangan mengakibatkan seluruh dorongan air menekan dan membuka klep penghisap dan air masuk memenuhi ruang dalam tabung kompresi di atas klep penghisap. Pada volume tertentu pengisian air dalam tabung kompresi optimal, massa air dan udara dalam tabung kompresi akan menekan klep penghisap untuk menutup kembali, pada saat yang bersamaan sebagian air keluar melalui pipa B. Dengan tertutupnya kedua klep, maka aliran air dalam rumah pompa berbalik berlawanan dengan aliran air masuk, diikuti dengan turunnya

klep pembuangan karena arah tekanan air tidak lagi ke klep pembuangan tetapi berbalik ke arah pipa input A. Nah, disinilah hantaman –ram– palu air (*water hammer*) itu terjadi, dimana air dengan tenaga gravitasi dari terjunan menghantam arus balik tadi, 2/3 debit keluar lubang pembuangan, sementara yang 1/3 debit mendorong klep penghisap masuk ke dalam tabung pompa sekaligus mendorong air yang ada dalam tabung pompa untuk keluar melalui pipa output B. Begitulah energi hantaman yang berulang-ulang mengalirkan air ke tempat yang lebih tinggi.

Secara umum, penampang pompa hidram ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampang (iris) pompa hidram
Sumber: Pratomo, 2009.

Tertutup dan terbukanya kedua klep secara bergantian menimbulkan bunyi “*dek-dok*”, suara “*dek*” adalah tertutupnya klep penghisap yang membentur rumah klep, sementara suara “*dok*” adalah tertutupnya klep pembuangan yang juga membentur rumah klep. Hingga masyarakat sekitar sering menyebut Hidram dengan sebutan pompa “*dek-dok*” atau pompa “*jedhok-jedhok*”.

Selain dua syarat utama tadi, pembuatan pompa Hidram perlu memperhatikan perbandingan tinggi terjunan dan tinggi pemompaan air yaitu 1:5. Tiap beda tinggi terjunan 1 meter akan mampu memompa air setinggi 5 meter dari rumah pompa ke tempat tandon air. Jadi bukan hal yang mustahil ketika beda tinggi terjunan air 12 meter di perkebunan teh mampu memompa air hingga ketinggian lebih dari 50 meter dengan jarak lebih dari 500 meter.

Hal kedua yang perlu diperhatikan adalah penyesuaian diameter pompa dengan debit air. Untuk mengoptimalkan tekanan semakin besar debit air, diameter pompa semakin besar pula. Berikut ini table hubungan antara diameter pompa dan debit air :

Tabel 1. Hubungan antara diameter pompa hidram (inchi) dan debit air keluar (liter/menit)

Diameter pompa (inch)	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00
Debit air (liter/menit)	7-16	12-25	27.55	45-96	68-137	136-270

Sumber: Pratomo (2009)

Beberapa permasalahan yang mungkin timbul dalam pengoperasian pompa hidram antara lain:

1. Klep pembuangan tidak dapat naik atau menutup, disebabkan beban klep terlalu berat atau debit air yang masuk pompa kurang. Dapat diatasi dengan mengurangi beban atau memperdek as klep pembuangan.
2. Klep pembuangan tidak mau turun atau membuka, karena beban klep terlalu ringan, jadi bisa diatasi dengan menambah beban klep atau memperpanjang as klep pembuangan.
3. Tinggi pemompaan di bawah rasio rumus, yaitu setiap terjunan 1 meter dapat menaikkan setinggi 5 meter.

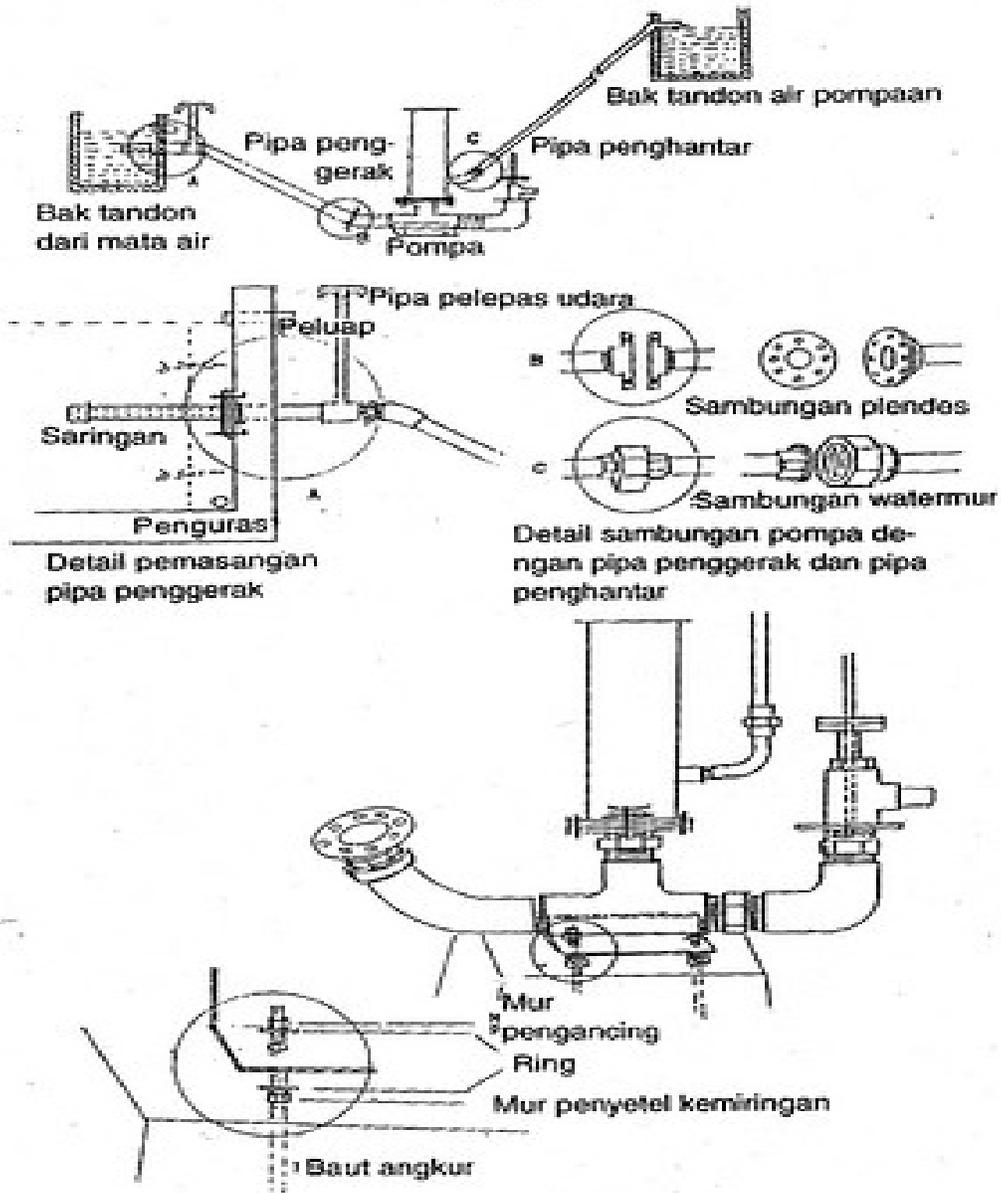
Penyebab pertama adalah terjadinya kebocoran atau tidak rapatnya klep. Penyebab kedua rasio diameter pipa input dibanding pipa output lebih besar dari 1 berbanding 0,5. Dapat diatasi dengan memeriksa dan memperbaiki klep atau mengurangi diameter pipa output. Penyebab ketiga adalah terlalu banyaknya hambatan pada pipa output menuju baktandon, berupa banyaknya belokan pipa. Agar hal tersebut tidak terjadi, pada saat instalasi pipa sedapat mungkin dikurangi lekukan atau belokan pipa menuju tandon.

Kunci keawetan dan operasional pompa hidram adalah perawatan rutin, mengingat sumber air yang dipergunakan mengalir pada saluran umum yaitu: sungai, saluran irigasi atau mata air. Selain harus menjaga air yang mengalir terbebas kotoran/sampah dengan cara membuat saringan, dipakainya sumber air umum tersebut membuat debit air berubah-ubah, fluktuatif, yang bisa menyebabkan klep pembuangan berhenti bekerja -membuka-metutup. Cara membuat klep pembuangan bekerja lagi adalah dengan cara memukul as klep dengan balok kayu.

Manfaat Pompa Hidram

Manfaat Pompa Hidram yang paling signifikan adalah efisiensi biaya untuk membeli energi seperti listrik atau BBM. Dengan berfungsinya Hidram maka lahan-lahan yang dulunya tidak terjangkau irigasi dapat dipergunakan untuk budidaya tanaman. Dapat pula dipergunakan sebagai penyuplai air kebutuhan industri dan rumah tangga termasuk air minum dengan menggunakan filtrasi. Usaha perikanan dan peternakan juga akan sangat terbantu dengan adanya aliran air. Dengan sedikit modifikasi, aliran air dalam pompa hidram juga dapat berfungsi menggerakkan turbin generator (Pratomo, 2009). Skema pemasangan pompa hidram ditunjukkan pada Gambar 2.

Skema Pemasangan Pompa Hidram



Gambar 2. Skema pemasangan pompa hidram (Pratomo, 2009)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

1.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Sumberdaya Air dan Lahan Jurusan Teknik pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung

1.1.2. Jangka Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Agustus 2018 sampai dengan Desember 2018.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain;

- (a) gunting PVC,
- (b) pipa PVC diameter 0.5 inchi, 1 inchi, dan 2 inchi, 4 inchi
- (c) Knee (PVC, kuningan, besi) diameter 0,5 inchi, 1 inchi, dan 2 inchi
- (d) Sok Tee (PVC, kuningan, besi) diameter 0,5 inchi, 1 inchi, dan 2 inchi)
- (e) Sok Drat Luar
- (f) Sok Drat Dalam
- (g) Stop Kran
- (h) Klep (swing valve, tusen valve)
- (i) Ember/drum kapasitas 25 liter (penampung sumber air)
- (j) Selang plastic diameter 1 inchi dan 0,5 inchi
- (k) Gelas ukur
- (l) Over sok 4 X2, 2X1, 1X0,5 inch
- (m)Dop PVC 4 inch, 3 inch
- (n) Gergaji besi
- (o) Amplas
- (p) Stopwatch
- (q) Meteran
- (r) Kunci pipa
- (s) Alat tulis
- (t) Dll.

Bahan yang digunakan antara lain:

- (a) Lem PVC
- (b) Sealer
- (c) Air
- (d) Zat pewarna

3.3 Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan meliputi :

- (a) Ketinggian (head) sumber air
- (b) Debit input
- (c) Diameter klep buang
- (d) Diameter klep hisap
- (e) Diameter pipa input dan output
- (f) Ketinggian (head) output
- (g) Panjang pipa input dan output
- (h) Debit output

3.4 Analisis data

Debit input dan output diukur pada berbagai ketinggian (head) input dan ketinggian output dengan minimal 3 ulangan.

Variabel tetap lainnya yang ditentukan adalah diameter klep hisap dan klep buang, jumlah klep, diameter compressor, dan panjang pipa input.

Data di analisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk table dan gambar.

3.5 Rancang Bangun

Pada penelitian ini diuji beberapa kombinasi dari ukuran klep, jumlah klep, diameter (volume) compressor, serta pemasangan kompresor secara horizontal dengan metode *trial and error*.

Rancangan yang akan diuji lebih lanjut adalah yang menghasilkan debit output yang maksimal.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Rancangan Pompa Hidram

Pompa hidram yang dibangun adalah dengan spesifikasi sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Pompa Hidram Hasil Rancangan

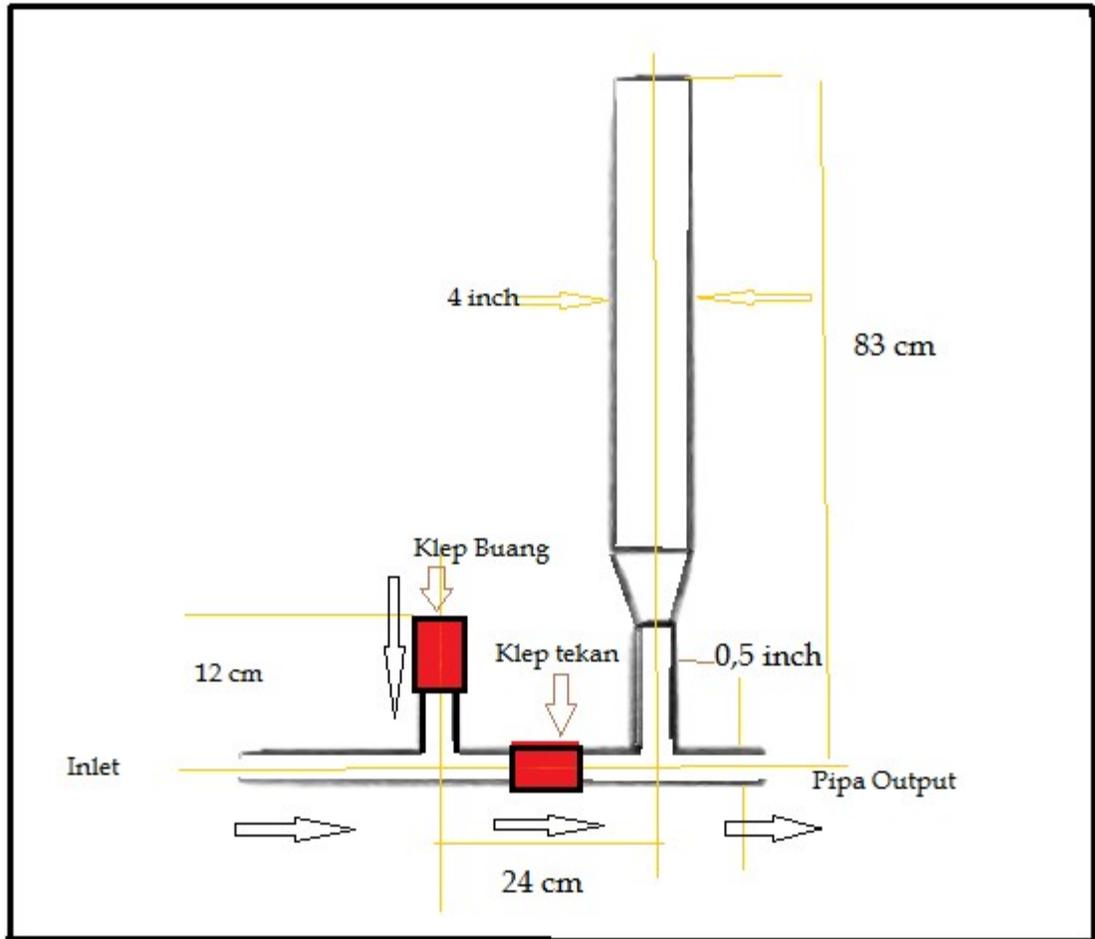
Deskripsi	satuan	Nilai
Diameter klep buang (kuningan)	inchi	0,5
Diameter klep tekan (pvc)	inchi	0,5
Diameter pipa inlet (pvc)	inchi	0,5
Diameter pipa outlet (pvc)	inchi	0,5
Diameter Kompresor (pvc)	inchi	4,0
Panjang Kompresor (pvc)	cm	83
Tinggi klep buang	cm	8
Tinggi klep tekan	cm	1,25
Diameter selang inlet	Inchi	0,5
Panjang selang inlet	M	3,0
Jumlah klep buang	Buah	1
Jumlah klep tekan	Buah	1
Diameter Badan pompa (pvc)	inchi	0,5
Jarak antar sumbu klep	cm	24

Sumber : Hasil rancang bangun

Jenis klep buang yang digunakan adalah klep tabok (*swing valve*), dengan pertimbangan bahwa klep jenis ini tidak memerlukan pemberat, karena terbuat dari bahan kuningan yang sudah memiliki berat tertentu.

Sedangkan klep tekan menggunakan klep dengan jenis “Tusen Klep” atau tosen klep. Klep ini sudah dilengkapi dengan pegas yang bisa dimodifikasi sesuai dengan tekanan air yang tersedia.

Rangkaian pompa hidram hasil perancangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian pompa hidram hasil rancang bangun

Hasil rancangan dalam bentuk foto dapat dilihat di lampiran.

4.2. Debit Pompa

Debit merupakan fungsi dari perbedaan tinggi (head) antara sumber air dan pipa pengeluaran, frekuensi dari palu air akibat buka tutunya kedua klep secara bergantian.

Klep buang dipasang terbalik (arah air dari luar ke dalam pompa) sedangkan klep tekan dipasang searah dengan aliran air.

Pengukuran dilakukan pada berbagai tinggi terjunan sumber air, sedangkan tinggi pengeluaran dibuat konstan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran pada berbagai tinggi input

No	Input		Output		efisiensi (%)	$q^*(h-H)$	$(Q+q)^*H$	Eff Rankine (%)
	H (m)	h (m)	Q (l/menit)	q (l/menit)				
1	0,92	1,43	2,82	0,55	19,60	0,28	3,11	9,03
2	0,85	1,43	3,29	0,69	20,85	0,40	3,39	11,67
3	0,79	1,43	3,27	0,48	14,73	0,31	2,98	10,29
4	0,76	1,43	3,62	0,55	15,18	0,37	3,18	11,59
5	0,73	1,43	3,87	0,55	14,20	0,38	3,23	11,85

Sumber: hasil perhitungan dari pengukuran (Lampiran 1).

Ketinggian head diukur dari sumbu pompa, yang terletak pada posisi 8 cm di atas permukaan tanah.

Tangki air menggunakan plastic kaleng cat dengan diameter 29 cm dan tinggi tangki 38 cm. Tangki ditempatkan pada penyangga dengan ketinggian 66 cm. Air diisi tidak sampai penuh (hanya sedalam 35 cm).

Percobaan 1.

Pompa dinyalakan, air buangan (limbah) ditampung. Tidak ada penambahan air dalam tanki sampai pompa berkenti bekerja. Waktu yang diperlukan sampai pompa berhenti, dicatat dengan stopwatch.

Tinggi awal = 0,92 m

Waktu pemompaan = 495 detik

Setelah pompa berhenti, air buangan dikembalikan kedalam tanki dan tingginya diukur. Air yang ada disebut sebagai air limbah atau air sisa.

Tinggi air sisa = 0,85 m

Selisih antara tinggi awal dan tinggi sisa merupakan tinggi output pompa selama 495 detik yaitu setinggi 0,07 m atau 7 cm.

Volume output adalah 4.559 ml atau 4,5 liter dengan debit sebesar 9,21 ml per detik atau 0,553 liter per menit.

Percobaan 2.

Proses dilanjutkan seperti pada percobaan 1 dengan tinggi air sama dengan air sisa pada percobaan 1, yaitu sebesar 0,85 m.

Waktu pemompaan = 334 detik

Tinggi air sisa = 0,79 m

Volume output = 3.818 ml atau 3,8 liter

Debit output = 0,69 liter per menit.

Percobaan 3.

Proses dilanjutkan seperti pada percobaan sebelumnya dengan tinggi air sama dengan air sisa pada percobaan 2, yaitu sebesar 0,79 m.

Waktu pemompaan = 262 detik

Tinggi air sisa = 0,76 m

Volume output = 2.106 ml atau 2,1 liter

Debit output = 0,48 liter per menit.

Percobaan 4.

Proses dilanjutkan seperti pada percobaan sebelumnya dengan tinggi air sama dengan air sisa pada percobaan 3, yaitu sebesar 0,76 m.

Waktu pemompaan = 199 detik

Tinggi air sisa = 0,73 m

Volume output = 1.824 ml atau 1,8 liter

Debit output = 0,55 liter per menit.

Percobaan 5.

Proses dilanjutkan seperti pada percobaan sebelumnya dengan tinggi air sama dengan air sisa pada percobaan 4, yaitu sebesar 0,73 m.

Waktu pemompaan = 156 detik

Tinggi air sisa = 0,71 m

Volume output = 1.427 ml atau 1,4 liter

Debit output = 0,55 liter per menit.

Hasil pengujian secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian pada berbagai tinggi terjunan

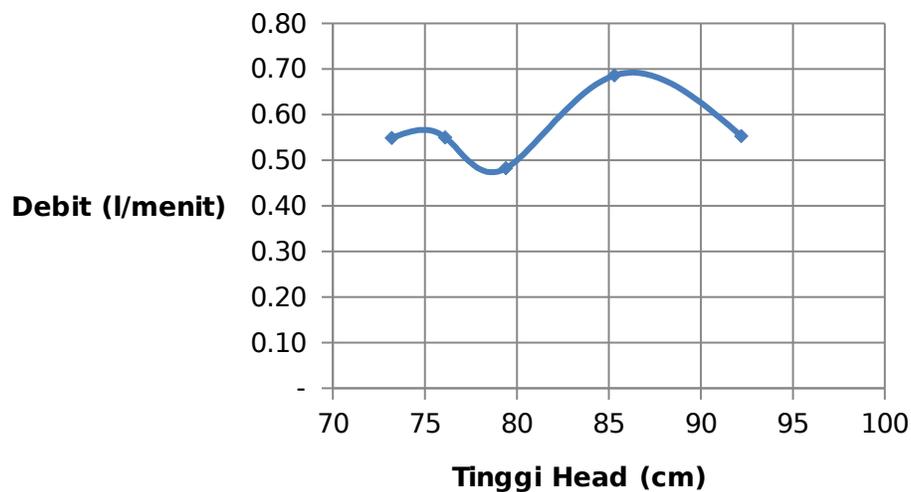
Perco-baan	Tinggi awal (m)	Tinggi Sisa (m)	Waktu (detik)	Volume output (ml)	Debit Output (l/mnt)
1	0,922	0,853	495	4.559,4	0,5527
2	0,853	0,794	334	3.818,4	0,6859
3	0,794	0,761	262	2.106,0	0,4823
4	0,761	0,732	199	1.824,8	0,5502
5	0,732	0,709	156	1.429,9	0,5488

Keterangan: Kompresor dipasang secara horizontal, klep buang dipasang dengan kemiringan 45° ke arah compressor.

Debit rata rata input sebesar 3,37 liter per menit dan rata rata output sebesar 0,56 liter per menit.

Debit output maksimum diperoleh pada ketinggian head 0,853 meter, dengan debit output sebesar 0,69 liter per menit.

Hubungan antara tinggi head dengan debit output disajikan pada Gambar 4,



Gambar 4. Grafik hubungan antara tinggi head dengan debit output.

4.3. Efisiensi Pompa

Untuk mencari efisiensi, digunakan persamaan “rankine” yaitu sebagai berikut :

$$\eta_R = \frac{q(h-H)}{(Q+q)H} \times 100$$

Dimana :

η_R = Efisiensi Rankine dalam persen

q = *debit output* dalam liter per menit

Q = debit input dalam liter per menit
H = tinggi terjunan (sumber air) dalam meter
h. = tinggi tekan (keluaran) dalam meter

Efisiensi *Rankine* untuk percobaan 1 adalah sebesar 9,03 persen

Percobaan 2 adalah sebesar 11,67 persen

Percobaan 3 adalah sebesar 10,29 persen

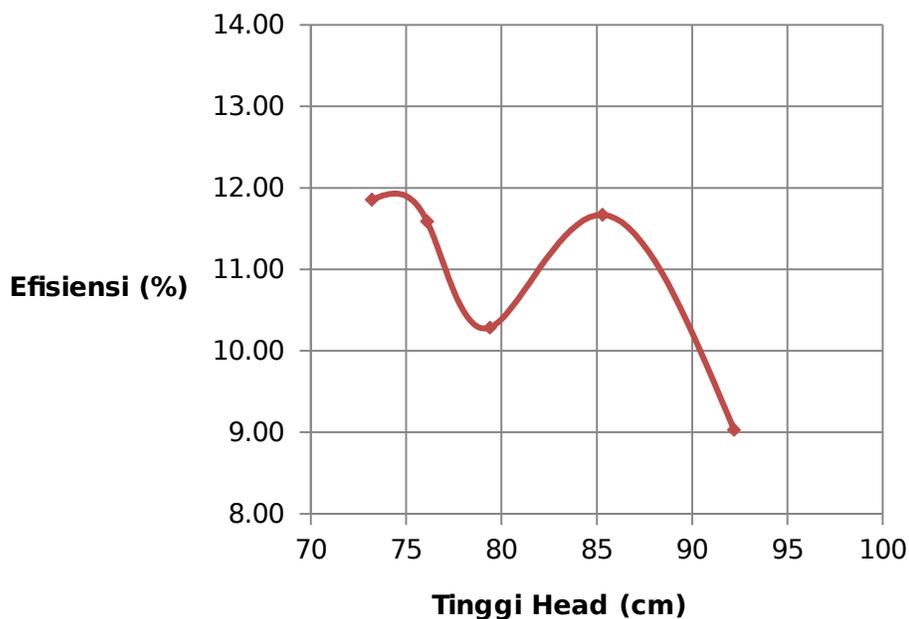
Percobaan 4 adalah sebesar 11,59 persen

Percobaan 5 adalah sebesar 11,85 persen

Dengan efisiensi rata rata sebesar 10,89 persen.

Efisiensi maksimum pada percobaan ini diperoleh dari ketinggian head 0,732 meter dengan efisiensi rankine sebesar 11,85 persen.

Hubungan antara tinggi head dengan efisisensi *Rankine* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara tinggi head dengan efisiensi *Rankine*.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Rancang Bangun prototype pompa hidram dapat bekerja dengan baik sesuai dengan prinsip “palu air”.
2. Pemasangan compressor secara horizontal pada pompa bekerja dengan baik.
3. Debit air keluaran berkisar antara 488 ml/ per menit sampai dengan 686 ml permenit dengan rata rata 564 ml per menit atau 0,56 liter per menit.
4. Tinggi hisap (head1) berkisar antara 0,732 s/d 0,922 m, dengan rata rata 0,812 m, dengan tinggi hisap (head2) sebesar 1,43 m.
5. Efisiensi pompa masih rendah yaitu berkisar antara 9 sampa 12 persen, dengan rata rata sebesar 10,89 persen.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian dengan skala yang lebih luas dan dilaksanakan di lapangan sesuai dengan kondisi factual.

Masih perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membuat rancang bangun pompa yang lebih efisien, baik dengan menambah klep atau memperbesar ukuran klep.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, M. 2013. *Irigasi di Indonesia*. Media Press. Yogyakarta.
- Ardi. 2013. *Hasil Besar Dari Irigasi Kecil*. Koran Harian Media Indonesia. Jakarta.
- Eko, Rusdianto. 2013. *Perlu Sistem Irigasi yang Layak*. Majalah GATRA. Bandung.
- Dumairy. 1992. *Mengatur Air Terus Mengalir*. Koran harian media Indonesia. Jakarta.
- Herliyani. 2012. *Identifikasi Saluran Primer Dan Sekunder Daerah Irigasi Kunyit Kabupaten Tanah Laut*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin. Jurnal Intekna, Tahun XII, No. 2: 132 – 139.
- Kalsim, Dedi Kusnadi, 2002. *Pemanfaatan Air Tanah dan Irigasi Pompa*. Institut Pertaian Bogor. Bogor.
- Manullang, Ely Henry, 2004. *Rancang Bangun Pompa Hydram (Hydraulic Ram) menggunakan pipa dan sambungan Pipa PVC (Poly Vinyl Chloride)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Notohadiprawiro, T. 1992. *Sawah Dalam Tata Guna Lahan*. Fakultas Pertanian UPN. Yogyakarta.
- Pratomo, N. 2009. <https://www.obortani.com> diakses 26 Agustus 2018 pukul 22.03 WIB
- Racmad, Nur. 2009. *Irigasi Dan Tata Guna Lahan*. PT Gramedia. Jakarta.
- Rosadi, Bustomi, 2015. *Dasar-Dasar Teknik Irigasi*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung – Graha Ilmu, Bandar Lampung.
- Suyana. 1999. *Evaluasi Sumbangan Hara dan Kualitas Air dari Irigasi Bengawan Solo*. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Sebelas Maret. Surakarta.

Lampiran 1. Gambar rangkaian pompa hidram hasil perancangan.



Lampiran 1. (lanjutan)

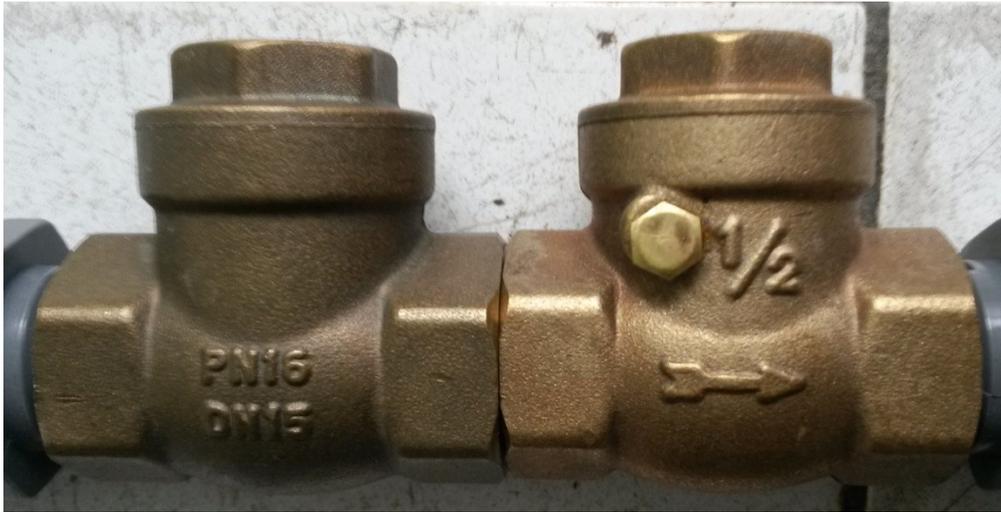


Lampiran 2. Bahan yang diperlukan untuk pembuatan pompa hidram

Lampiran 3. Gambar kompresor pompa hidram.



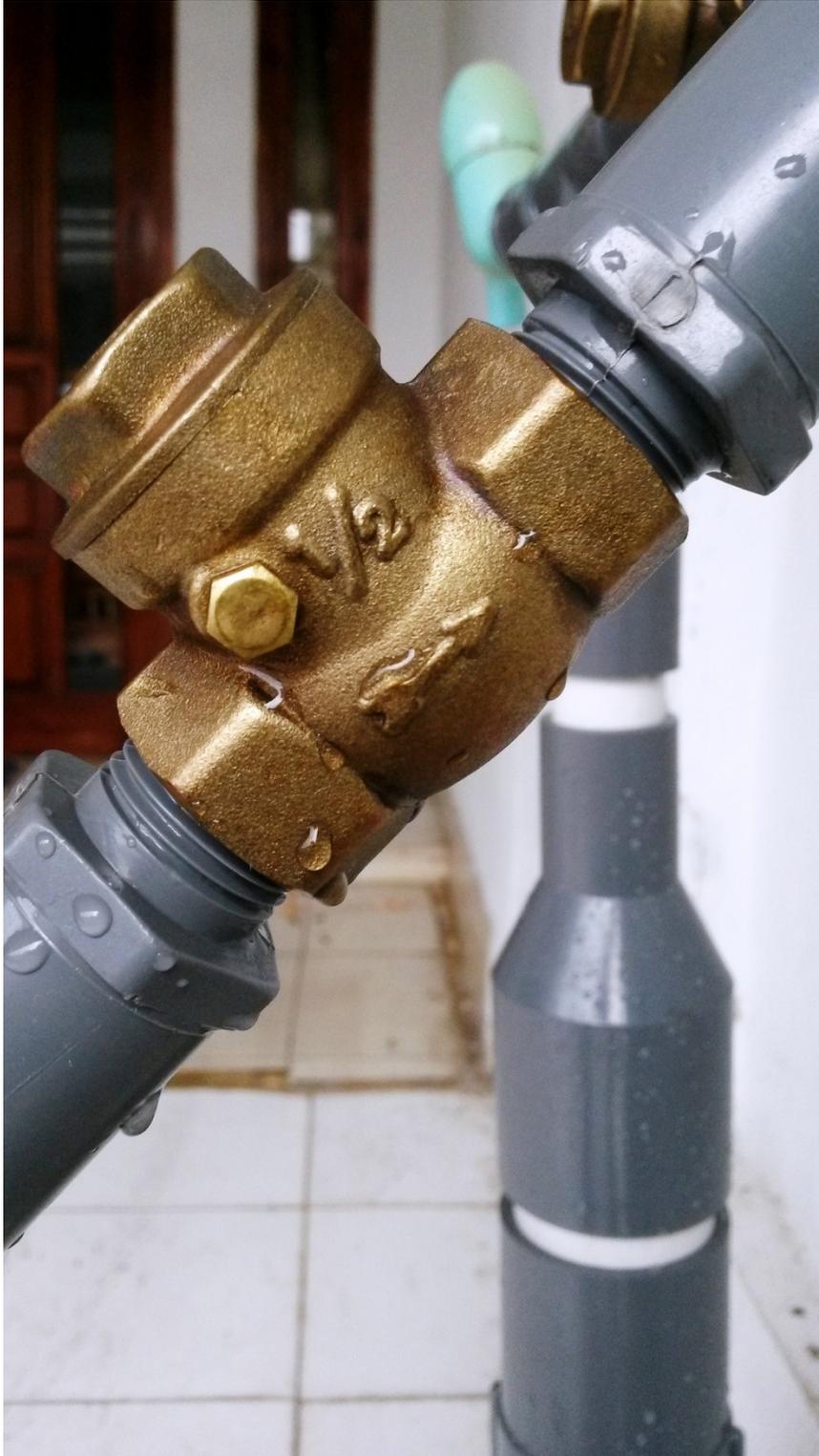
Lampiran 4. Gambar *swing valve* (klep tabok) yang digunakan.



Lampiran 5. Tangki penyuplai air dan meteran (alat ukur tinggi muka air)



Lampiran 6. Posisi penempatan klep buang (katup limbah)



Lampiran 7. Posisi penempatan klep tekan (katup dorong)



Lampiran 8. Posisi pemasangan klep buang membentuk sudut 45 derajat.

