

PERENCANAAN DAYA POMPA UNTUK KOLAM RENANG KONVENSIONAL DENGAN KAPASITAS 2000M

Eri Diniardi,ST,MT¹., Aliyansyah²

Lecture¹,College student²,Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, JalanCempakaPutih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016,4256024, email : @yahoo.com

ABSTRAK

Dalam perencanaan sistem sirkulasi yang menggunakan pompa ini ada beberapa tahapan yang diperlukan seperti, Perhitungan kapasitas, Perhitungan head, pemilihan jenis pompa pemilihan motor penggerak, perhitungan impeller, penentuan efisiensi pompa dan yang terakhir perhitungan daya motor penggerak.Pada proses perencanaan ini ada beberapa peralatan pendukung yang digunakan seperti Sand Filter, Carbon Filter dan juga Chlorinator yang masing-masing fungsinya sebagai penyaring dan pembersih, selain itu dalam perencanaan ini ada tiga saluran utama yang digunakan dalam prosesnya yaitu Main Drain, Inlet Fitting dan Over Flow. Untuk menjalankan sistem sirkulasi ini digunakan dua buah pompa yang akan dijalankan secara bergantian agar umur pompa bisa bertahan lama dan juga bisa difungsikan sebagai pompa cadangan.

Kata Kunci : Pompa, Impeler, Motor, Efisiensi

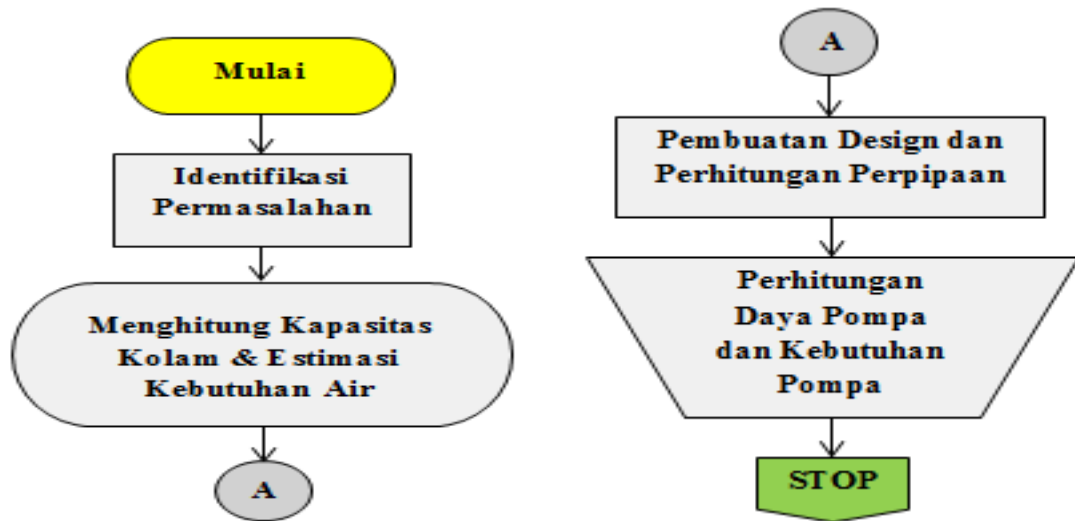
1. PENDAHULUAN

Kebutuhan air di masyarakat semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dinegara ini. Tingkat kebutuhan itu kebanyakan digunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti: mandi, mencuci, memasak dan sebagainya, oleh karena itu selain dalam segi ekonomis teknologi pada Pompa yang saat ini sangat di inginkan dan dibutuhkan ialah teknologi yang ramah lingkungan, maka dari itu perlu dipikirkan juga bagaimana cara yang baik dalam perencanaan, perancangan dan pemasangan yang baik agar bisa mencapai tujuan tersebut dengan baik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam segi penghematan terhadap pemakaian air bisa melalui berbagai cara, seperti :

1. Dengan penggunaan sensor atau teknologi lainnya agar dapat menggunakan air dengan seperlunya untuk mencegah pengeluaran air yang berlebihan,
2. Dengan penggunaan teknologi daur ulang, yaitu dengan cara menggunakan air yang dipakai lebih dari satu kali seperti menggunakan teknologi Filter yang tentunya memperhatikan dari kualitas air hasil olahan tersebut.

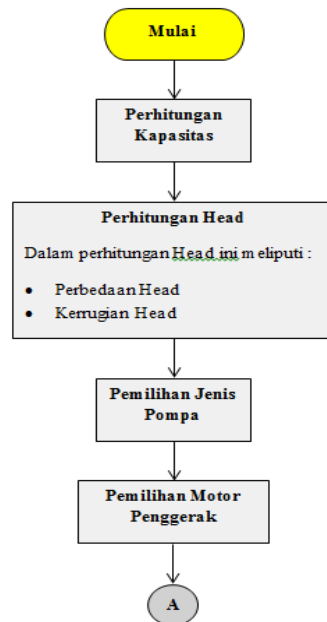
Dengan penerapan terhadap kedua cara yang ada sebagai salah satu solusi maka kita dapat menerapkan teknologi yang ramah terhadap lingkungan, dan tentunya bisa bermanfaat dari segi ekonomi.

2. DIAGRAM ALIR



3. METODE PENELITIAN

Dalam pemilihan pompa untuk maksud tertentu, agar dalam pengoperasian pompa tersebut dapat beroperasi dengan baik dan benar seperti yang di inginkan terlebih dahulu harus diketahui tujuan *kondisi kerja pompa yang direncanakan*, baik karakteristik fluidanya maupun instalasi yang direncanakan. Kemudian setelah jenis pompa ditentukan maka langkah selanjutnya adalah penentuan langkah-langkah perencanaan, seperti yang ditunjukkan diagram alir dibawah ini,



4. DATA HASIL PENELITIAN

4.1. Kapasitas Aliran

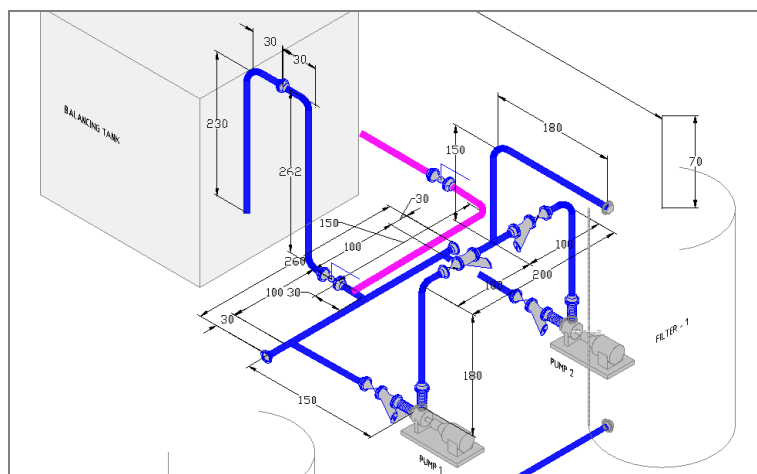
Table 4.1 Estimasi Pengunjung

	Estimasi Pengunjung			
Kapasitas Kolam	Kolam-1	Kolam-2	Kolam-3	Total
Anak-anak	2.813	1.800	107	4.720
Dewasa	1.500	9.60	57	2.517

Untuk jumlah pengunjung yang masuk rencanakan sebanyak 40% orang dewasa dan 60% anak-anak, jadi pengunjung yang masuk dalam waktu bersamaan sebanyak 1511 orang untuk orang dewasa dan 1888 orang untuk anak-anak, Setelah itu jumlah air yang dipindahkan adalah sebesar $241.760 \text{ [cm}^3] = 0,24 \text{ [m}^3]$ untuk orang dewasa (dengan estimasi tinggi orang dewasa 160 [cm]) dan sebesar $188.800 \text{ [cm}^3] = 0,19 \text{ [m}^3]$ untuk anak-anak (dengan estimasi tinggi orang dewasa 100 [cm]). Untuk penggunaan kolam ini di rencanakan digunakan secara terus menerus jadi untuk kapasitas aliran (Q) diambil hitungannya permenit sehingga kapasitas aliran yang digunakan adalah $0,24 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{mnt}} \right]$ ditambah $0,19 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{mnt}} \right]$ sama dengan $0,43 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{mnt}} \right]$ atau dalam liter sebesar $7,32 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$ Jadi untuk Kapasitas aliran (Q) yang digunakan dalam perencanaan kolam renang ini diambil dibulatkan menjadi $8 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$.

4.2. Head Pompa

Gambar sistem pemipaan pada pipa isap dan pipa tekan dapat dilihat sebagai berikut (Gambar 4.1), pada rancangan ini pompa di rancang untuk bisa mensirkulasi air dalam ketiga kolam renang,



Gambar 4.1. Sistem Pemompaan

4.3. Perbedaan Head Tekanan (ΔH_p)

Head tekanan merupakan energi yang dibutuhkan untuk mengatasi perbedaan tekanan pada sisi isap dengan sisi tekan. Dalam sistem kerja ini tekanan air memasuki pompa adalah sama dengan tekanan keluar yaitu 1 atmosfer, maka beda head tekanan pada sistem ini adalah nol.

4.4. Perbedaan Head Kecepatan Aliran (ΔH_v)

Dalam menentukan perbedaan head kecepatan aliran maka terlebih dahulu dicari besarnya kecepatan aliran dalam pipa. Umumnya kecepatan aliran di dalam yang di iijinkan adalah sebesar 1 sampai 2 $\left[\frac{m}{s}\right]$ untuk pipa diameter kecil dan 1,5 sampai 3,0 $\left[\frac{m}{s}\right]$ untuk pipa diameter besar. Untuk memperoleh kecepatan aliran dan diameter pipa isap yang sesuai, perhitungan awal sementara diambil batas kecepatan rata-rata 2 $\left[\frac{m}{s}\right]$.

Dari persamaan kontinuitas diperoleh :

$$Q_p = V_s \cdot A_s \quad \dots(1)$$

Dimana :

✓ $Q_p =$ Kapasitas Pompa = 8 $\left[\frac{l}{s}\right] = 0.008 \left[\frac{m^3}{s}\right]$

✓ $V_s =$ Kecepatan aliran dalam pipa isap $\left[\frac{m}{s}\right]$

✓ $A =$ Luasan bidang aliran $[m^2] = \frac{\pi}{4(d_{is})^2}$

✓ $d_{is} =$ Diameter dalam pipa isap $[m]$

Sehingga diameter pipa isap adalah :

$$d_{is} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot V_s}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,008}{\pi \cdot 2}}$$

$$= 0,071 [m] = 71 [mm] = 7.1 [cm] = 2,8 [inch]$$

Untuk pipa isap dan pipa tekan dipilih pipa yang terbuat dari bahan PVC dengan maksud untuk mengurangi head loses dan biaya yang murah. Dari tabel (*Pipa uPVC Pralon class VP*) didapat jika ukuran pipa berdimensi 71 [mm] atau 2,8 [inch] dengan dimensi pipa yang standart adalah :

- Diameter dalam (d_{is}) = 3 [inch] = 75 [mm] = 0,075 [m]
- Diameter luar (d_{os}) = 3,5 [inch] = 89 [mm] = 0,089 [m]

Dengan ukuran pipa standar tersebut di atas maka kecepatan aliran yang sebenarnya sesuai dengan persamaan kontinuitas adalah :

$$V_s = \frac{Q_p}{A} = \frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot (d_{is})^2}$$

$$V_s = \frac{4 \cdot 0,008}{\pi \cdot (0,075)^2}$$

$$V_s = 1.81 \left[\frac{m}{s}\right]$$

Untuk pipa tekan ukuran yang digunakan adalah pipa dengan dimensi 3 [inch], dengan dimensi pipa :

- Diameter dalam (d_{is}) = 2,5 [inch] = 65 [mm] = 0,065 [m]
- Diameter luar (d_{os}) = 3 [inch] = 76 [mm] = 0,076 [m]

$$V_d = \frac{Q_p}{A} = \frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot (d_{is})^2}$$

$$V_d = \frac{4 \cdot 0,008}{\pi \cdot (0,065)^2}$$

$$V_d = 2,41 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Maka perbedaan head kecepatan aliran ialah :

$$\Delta H_v = \frac{V_d^2 - V_s^2}{2 \cdot g} \quad \dots(2)$$

$$\Delta H_v = \frac{2,41^2 - 1,81^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$\Delta H_v = 0,13 [m]$$

4.5. Perbedaan head Statis (ΔH_s)

Head statis adalah perbedaan ketinggian permukaan air pada reservoir bawah (Balancing Tank) dengan ketinggian air maksimal pada permukaan kolam renang, seperti yang terlihat pada Gambar 4.4. Dalam perencanaan ini head statis dapat dihitung dengan rumus

$$H_{statis\ total} = \left(Z_2 + \frac{V_d^2}{2 \cdot g} \right) - \left(Z_1 + \frac{V_s^2}{2 \cdot g} \right)$$

Maka $H_{statis\ total}$ atau ΔH_s adalah

$$H_{statis\ total} = \left(600 + \frac{2,41^2}{2 \cdot g} \right) - \left(400 + \frac{1,81^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$H_{statis\ total} = \left(600 + \frac{2,41^2}{2 \cdot g} \right) - \left(400 + \frac{1,81^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$H_{statis\ total} = 600,30 - 400,17$$

$$\therefore H_{statis\ total} = \mathbf{200,13 [cm]}$$

∴

4.6. Kerugian Head (H_L)

Kerugian Head Sepanjang Pipa Hisap (H_{L_s})

a. Kerugian head akibat gesekan pada pipa hisap (H_{f_s})

Besarnya kerugian head akibat gesekan pada pipa hisap menurut Darcy Weisbach dapat diperoleh dengan persamaan:

$$h_f = f \frac{L_s}{d_i} \times \frac{V_s^2}{2 \cdot g} \quad \dots(4)$$

Bahan pipa isap yang direncanakan adalah Pipa PVC = Drawn Tubing, dimana bahan pipa yang digunakan tersebut mempunyai kekasaran dengan rentan 0,0015 dan 0,02134

namun menurut Robert W.Fox, dalam buku *Introduction of fluid mechanics* diambil ϵ sebesar 0,0015 mm. Maka kekasaran relative (ϵ/d_i) ^(..5) adalah :

$$\epsilon/d_i = \frac{0,0015 [mm]}{75 [mm]} = 0,00002$$

Faktor gesekan (f) dapat diperoleh dari diagram Moody dengan terlebih dahulu mengetahui bilangan *Reynold* (*Re*) yang memiliki arti sebagai bilangan tak berdimensi yang digunakan untuk memberikan kriteria suatu aliran, dan dapat digunakan untuk menentukan presure drop atau heat transfer, yaitu :

$$Re = \frac{V_s \times d_i}{\nu}$$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{1,81 \times 0,075}{1,004 \times 10^{-6}} \\ &= 1,35 \cdot 10^5 \text{ (Turbulen)} \end{aligned}$$

b. Kerugian head akibat peralatan instalasi pada pipa isap (H_{ms})

Untuk mengetahui berapa besarnya kerugian head yang terjadi akibat adanya kelengkapan pipa, maka perlu diketahui terlebih dahulu jenis kelengkapan pipa yang digunakan sepanjang jalur pipa isap. Adapun jenis dan jumlah kelengkapan tersebut adalah sebagai berikut :

Table 4.2 Koefisien kerugian kelengkapan pipa isap

Jenis	Jumlah	K	n.K
Elbow (Belokan 45°)	7	1,8	12,6
Tee (Letter T)	12	0,9	10,8
Valve	2	5,7	11,4
$\Sigma n.K$			34,80

Sehingga besarnya kerugian head akibat kelengkapan pipa pada saluran pipa isap adalah sebesar :

$$\begin{aligned} h_m &= \sum n \cdot k \frac{V_s^2}{2 \cdot g} \\ &= 34,80 \times \frac{1,81^2}{2 \times 9,81} [m] \\ &= 5,81 [m] \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh besar kerugian head sepanjang jalur pipa isap pompa, yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} H_{Ls} &= H_{fs} + H_{ms} \\ &= 8,41 [m] + 5,81 [m] \\ &= 14,22 [m] \end{aligned}$$

c. Kerugian head sepanjang pipa tekan (H_{Ld})

Kerugian head akibat gesekan pipa tekan (H_{fd})

Pipa tekan dari pompa menuju masing-masing kolam renang direncanakan menggunakan pipa PVC dengan details ukuran seperti berikut :

Diameter dalam (d_{is}) = 2,5 [inch] = 65 [mm] = 0,065 [m]

Diameter luar (d_{os}) = 3 [inch] = 76 [mm] = 0,076 [m]

Besarnya kerugian head akibat gesekan pada pipa tekan menurut Darcy Weisbach

Bahan pipa tekan yang direncanakan sama dengan pada pipa hisap yaitu pipa PVC dimana kekasaran yang digunakan sama dengan pada pipa hisap yaitu sebesar 0,0015 [mm]. Maka kekasaran relative (ϵ/d_i) ^{..(5)} adalah :

$$\epsilon/d_i = \frac{0,0015 [mm]}{65 [mm]} = 0,000023$$

Faktor gesekan (f) dapat diperoleh dari diagram Moody dengan terlebih dahulu mengetahui bilangan Reynold (Re) yaitu :

$$Re = \frac{V_s \times d_i}{\nu} \text{..(6)}$$

Sehingga bilangan Reynold (Re) adalah :

$$Re = \frac{2,41 \times 0,065}{1,004 \times 10^{-6}} = 1,56 \cdot 10^5 \text{ (Turbulen)}$$

Dari diagram moody untuk $Re = 1,56 \cdot 10^5$ dan (ϵ/d_i) = 0,0003283 diperoleh faktor gesek (f) = 0,0285. Besarnya kerugian gesek sepanjang pipa isap menurut Darcy Weisbach adalah :

$$h_f = 0,028 \frac{420}{0,065} \times \frac{2,41^2}{2 \times 9,81} = 47,25 [m]$$

Kerugian head akibat peralatan instalasi pada pipa tekan (h_{md})

Table 4.3 Koefisien kerugian kelengkapan pipa tekan

Jenis	Jumlah	K	n.K
Elbow (Belokan 45°)	16	1,8	28,8
Tee (Letter T)	35	0,9	31,5
Valve	8	5,7	45,6
$\Sigma n.K$			105,9

Maka kerugian harga head akibat peralatan instalasi pipa tekan adalah :

$$\begin{aligned} h_{md} &= \sum n.k \frac{V_d^2}{2.g} \\ &= 105,9 \times \frac{2,41^2}{2 \times 9,81} [m] \\ &= 31,35 [m] \end{aligned}$$

Dengan demikian kerugian pada pipa tekan ini adalah :

$$\begin{aligned} H_{Ld} &= H_{fd} + H_{md} \\ &= 31,56 [m] + 41,75 [m] \\ &= 73,31 [m] \end{aligned}$$

Maka kerugian head total (H_L) pada instalasi pipa ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta H_L &= H_{Ls} + H_{Ld} \\ &= 14,22 [m] + 73,31 [m] = 87,53 [m] \end{aligned}$$

Dari perhitungan sebelumnya maka dapat ditentukan head total yang dibutuhkan untuk melayani instalasi pemipaan adalah :

$$\begin{aligned} H_{Pompa} &= \Delta H_V + \Delta H_S + \Delta H_L \\ &= 0,13 \text{ [m]} + 2 \text{ [m]} + 87,53 \text{ [m]} \\ &= 89,66 \text{ [m]} \end{aligned}$$

4.7. Pemilihan Jenis Pompa

Pemilihan jenis pompa dilakukan berdasarkan kapasitas dan head pompa yang akan direncanakan sebelumnya. Dengan harga kapasitas, $8 \left[\frac{l}{s} \right]$, dan head, $H_p = 89,66 \text{ [m]}$

4.8. Perhitungan Motor Penggerak

1. Daya motor listrik bervariasi dari mulai kecil hingga besar,
2. Efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan motor bakar,
3. Tidak menimbulkan polusi udara maupun suara serta stabilitas kerja yang bagus,
4. Konstruksi yang sederhana dan pengoperasiannya yang mudah,

4.9. Kecepatan Spesifik Dan Tipe Impeler

Impeler adalah roda atau rotor yang dilengkapi dengan sudu-sudu, dimana sudu-sudu ini berguna untuk memindahkan energi mekanis poros menjadi energy fluida, tipe impeler suatu pompa ditentukan berdasarkan kecepatan spesifik pompa tersebut. Kecepatan spesifik untuk pompa yang memiliki impeler satu tingkat dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} n_{s1} &= n \frac{\sqrt{Q_p}}{H_p^{0,75}} \\ &= 1500 \frac{\sqrt{126,81}}{286,91^{0,75}} \\ &= 2025,5 \text{ [rpm]} = 2026 \text{ [rpm]} \end{aligned}$$

Diketahui bahwa untuk kecepatan spesifik, $N_s = 2026 \text{ [rpm]}$ maka jenis impeler yang sesuai adalah jenis *Radial Flow*.

4.10. Efisiensi Pompa

Pada pemakaian pompa yang terus-menerus, masalah efisiensi pompa (η_p) menjadi perhatian khusus. Efisiensi pompa tergantung kepada kapasitas tinggi tekan (head) dan kecepatan aliran yang kesemuanya sudah termasuk dalam kecepatan spesifik. Hubungan antara kecepatan spesifik dengan efisiensi pompa dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Dimana kondisi pompa adalah :

$$\begin{aligned} Q_p &= \text{Kapasitas Pompa} = 0,008 \left[\frac{m^3}{s} \right] = 126,81 \text{ [gpm]} \\ N_s &= \text{Kecepatan Spesifik} = 2026 \text{ [rpm]} \end{aligned}$$

Sehingga dari grafik tersebut, diperoleh efisiensi sebesar 75 %

4.11. Daya Motor Penggerak

Besarnya daya pompa untuk mengalirkan air atau daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan impeler dicari dengan persamaan :

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_p &= \frac{\gamma \cdot H \cdot Q}{\eta_p} \\ &= \frac{9790 \times 89,66 \times 0,008}{0,75} \\ &= 9362 \text{ [W]} = 9,4 \text{ [KW]} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan ini daya pompa yang diambil adalah sebesar 9,40 [kW] sama dengan 12,6 [Hp]. Dalam perencanaan ini, motor listrik dikopel dengan poros pompa menggunakan sistem pulley dan belt. Daya motor listrik sebagai motor penggerak poros pompa dapat dihitung dengan rumus :

$$P_m = \frac{P_p (1 + \alpha)^{(11)}}{\eta_T}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{9,4 (1 + 0,2)}{0,95} \\ &= 11,87 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka pilihan motor listrik dengan daya sebesar 11,87 [KW].

5. KESIMPULAN

- *Sand filter* yang berfungsi untuk menyaring air yang telah terkontaminasi seperti H₂O dan juga pasir yang terkandung dalam air,
- *Carbon filter* yang memiliki beberapa fungsi seperti menghilangkan bau dan rasa, membeningkan air, membunuh bakteri serta mikroba, menghilangkan warna, menyerap sulfida dan amoniak,
- *Chlorinator*, yang berfungsi untuk mengatur kadar chlorin yang ada di dalam air,

Dalam perencanaan pompa ini terdapat tiga saluran yang memiliki fungsi dan tujuannya masing-masing yaitu :

1. Sistem Saluran Utama Keluar (*Main Drain*) berfungsi untuk mensirkulasi air yang ada didalam ketiga kolam renang tersebut. *MD (Main Drain)* memiliki fungsi utama untuk mensirkulasi air dari dalam kolam renang dengan bantuan dua buah pompa yang bekerja secara bergantian,
2. Sistem Saluran Utama Masuk (*Inlet Fitting*) berfungsi juga untuk mensirkulasi air yang ada didalam ketiga kolam renang tersebut. *IF (Inlet Fitting)* yang memiliki fungsi utama sebagai saluran air masuk ke dalam kolam renang,
3. Sistem Saluran Pendukung (*Over Flow*) yang berfungsi untuk menampung yang terbuang dari kolam dan juga menampung air lainnya seperti air hujan menuju balancing tank dengan bantuan gaya grafitasi karena letaknya yang berada diatas balancing tank.

Pada perencanaan ini jumlah pompa yang digunakan sebanyak 2 unit yang akan digunakan secara bergantian untuk menjaga agar umur pompa bisa bertahan lebih lama dan juga digunakan sebagai pompa cadangan, dan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka didapat daya pompa dan juga motor yang dibutuhkan serta beberapa hasil lainnya seperti :

- Kapasitas Pompa (Q_P) : $0,008 \left[\frac{m^3}{s} \right]$
- Head Pompa (H_P) : 89,66 [m]
- Putaran Pompa (η) : 1500 [rpm]
- Jenis Pompa : Pompa sentrifugal – Single Stage
- Kecepatan Spesifik (η_s) : 2026 [rpm]
- Tipe Impeller : Radial Flow
- Penggerak Pompa : Motor Listrik
- Daya Pompa (P_P) : 9,40 [KW]
- Daya Motor (P_m) : 11,87 [KW]

DAFTAR REFERENSI

1. Igor J.Karassik. Fourth Edition. Pump Handbook. United State of America. The McGraw-Hill Companies, 2008
2. Ir.Sularso & Kiyokatsu Suga. Edisi kedelapan. Pompa dan Kompresor. Jakarta. PT.Pradnya Paramita, 2004
3. Church Austin, H. Pompa dan Blower Sentrifugal, Jakarta. Erlangga, 1990
4. Fritz Dietzel. Turbin, Pompa dan Kompresor. Jakarta, 1990
5. Soufyan Moh. Noerambang. Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing. Jakarta, PT.Pradnya Paramita, 2000
6. Hicks Edward, Teknologi Pemakaian Pompa, Jakarta Erlangga, 1990

