

SUBMISSION 10

Perencanaan Pemakaian *Accumulator* Guna Optimasi Output Pada Alat Penyiram Tanaman Bawang Merah

Fadwah Maghfurah* Windarta, dan Andis Munandar
Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Pusat 10510, Indonesia

Abstrak. Salah satu inovasi terbaru untuk menyiram tanaman bawang merah saat ini adalah menggunakan mesin pompa air DC dengan sumber tenaga akumulator, *charger*, dan pemilihan material kerangka yang tepat agar dapat menyesuaikan kondisi langsung dilapangan serta mampu mengapung dan seimbang diatas air maka ditambahkan dua buah pelampung serta pompa yang dapat mengeluarkan air yang banyak dan mampu menyebar ke seluruh bagian lebar area tanaman bawang merah dimana tenaga akumulator yang tersimpan cukup untuk menyiram. Pemilihan pompa juga telah disesuaikan dengan head totalnya yaitu sebesar 5,31 m sedangkan head maksimal pompa sebesar 6 m pada diameter pipa $\frac{3}{4}$ inch atau 0.01905 m. NPSH yang tersedia lebih besar dari pada HPSH yang diperlukan yaitu $9,94 \text{ m} > 1,43 \text{ m}$. Akumulator yang digunakan memiliki *Ampere hour* sebesar 10 Ah dapat menjalankan pompa dengan daya 60 Watt selama 1,6 jam (96 menit). Momen gaya kesetimbangan alat ini pada $RAV = 34,549 \text{ N}$ dan $RVB = 35,109 \text{ N}$. *Break Even Point (BEP)* rupiah untuk alat penyiram tanaman bawang merah adalah $R_p 1.641.000$. Dalam lahan tersebut ada 36 petak maka diperlukan 18 kali penyiraman, maka $105 \times 18 = 1890$ detik (31 menit 30 detik).

Kata kunci: Pompa air DC, *Accumulator*, Head, NPSH

1. PENDAHULUAN

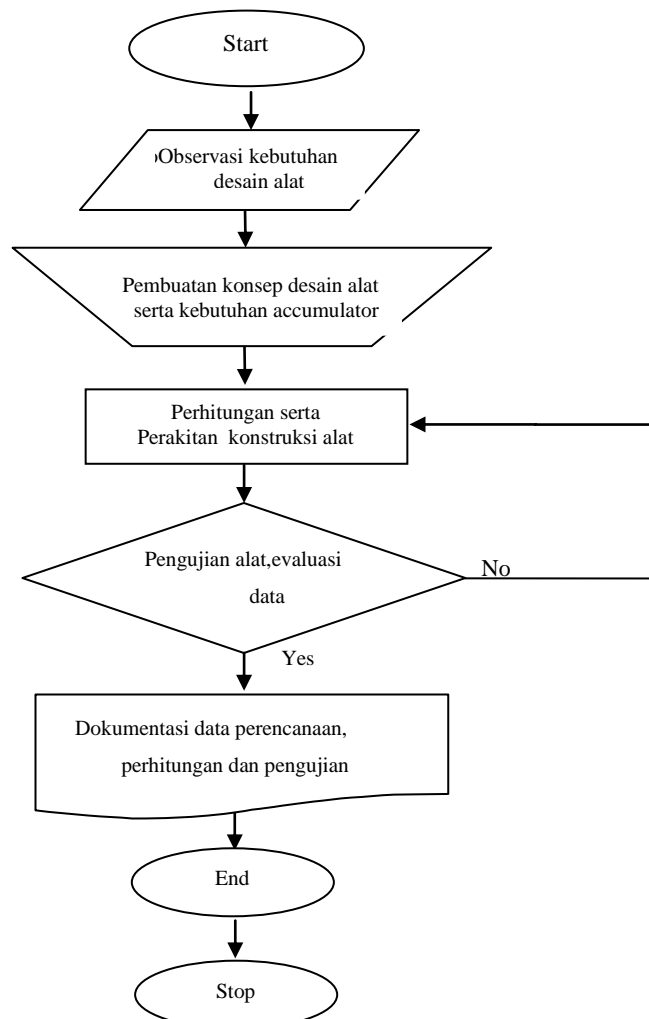
Guna mendukung petani bawang merah didaerah brebes bagian utara (Pantura) maka dicarilah inovasi-inovasi dalam budi daya bawang merah. Salah satunya adalah inovasi dalam hal penyiraman tanaman bawang merah. Awalnya para petani menggunakan alat siram manual tradisional berupa benda seperti ember yang terbuat dari besi seng yang dibuat memanjang (lonjong) dengan masing-masing ujungnya diberi lubang kecil yang banyak sebagai tempat keluarnya air sehingga debit air yang keluar menjadi kecil lebih merata[1]. Saat ini telah ada beberapa alat penyiram tanaman bawang merah untuk petani yang sudah modern dan memiliki modal lebih banyak dimana mereka lebih memilih menggunakan mesin pompa air karena dinilai lebih efisien, efektif dan menghemat tenaga[2]–[5]. Ada beberapa macam mesin yang digunakan, seperti mesin pompa air besar dengan bahan bakar bensin dan ada juga yang menggunakan mesin pompa air DC dengan memanfaatkan sumber tenaga matahari, akan tetapi penggunaan alat-alat penyiram bawang tersebut masih terdapat beberapa kekurangan-kekurangan.

Untuk menutupi kekurangan dari alat-alat tersebut maka diciptakanlah inovasi agar sesuai dengan kebutuhannya yaitu dengan menggunakan mesin pompa air DC dengan sumber tenaga akumulator atau aki. Keunggulannya ialah alat ini adalah murah, tidak terpengaruh dengan cuaca dan lebih hemat energi serta tidak menghasilkan polusi udara serta ramah lingkungan dibandingkan alat yang menggunakan mesin bahan bakar bensin. Keluaran debit air pun hampir sama dengan mesin pompa air yang menggunakan bahan bakar bensin. Alat ini juga dirancang seringan mungkin, fleksibel, ergonomis dan tidak mudah korosi[5], [6].

Optimasi perancangan alat penyiram tanaman bawang disini mencakup bagaimana agar rancangan dan alat penyiram bawang merah dapat menggunakan mesin pompa air DC dengan sumber tenaga akumulator dengan jangka waktu yang panjang sehingga waktu penyiraman tidak terganggu untuk mengecharge accumulator tersebut jika habis pada waktu penyiraman, bagaimana cara memperhitungkan dan mengetahui efektivitas alat penyiram bawang merah dengan memperhitungkan mesin pompa air DC dan akumulator yang digunakan seimbang dengan luas area yang akan disiram serta bagaimana agar air yang keluar dari sprayer dapat menyebar dan merata ke semua bagian tanaman bawang.

*Corresponding author: fadwah.maghfurah@ftumj.ac.id

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil Penelitian

3.1 Perhitungan Pompa

Pompa yang digunakan adalah pompa DC York tipe BL2512 dengan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 2. Pompa DC York tipe BL2512

Tabel 1 Spesifikasi pompa DC York tipe BL2512

Nama	Nilai
Tegangan	DC – 12 V
Output maksimal	70 l/m
Head maksimal	4 m (Jika D = 1 inch)
Daya	60 Watt
Rotasi	5800 rpm
Suhu air	0 °C – 60 °C
Diameter output	1 inch

Penggunaan pipa pada alat penyiram tanaman bawang merah yang direncanakan adalah :

Diameter pipa (D) = $\frac{3}{4}$ inch = 0,01905 m

Koefisien pipa PVC (C) = 130 (tabel)

Panjang total pipa (L) = 1,27 m

Debit aliran pompa (Q) = 70 l/m = 0,001167 m³/detik

Kerugian Gesek Pada Pipa

Untuk menghitung kerugian gesek pada pipa bisa menggunakan rumus berikut[7], [8]:

$$hf = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times L$$

$$hf = \frac{10,666 (0,001167)^{1,85}}{(130)^{1,85} (0,01905)^{4,85}} \times (1,30) \quad hf = 1,4 \text{ m}$$

Pengecilan Penampang Pada Pipa Secara Mendadak

Kerugian head untuk pengecilan mendadak dapat dinyatakan dengan rumus:

Jika diketahui:

f diperoleh dari tabel = 0,21

Kecepatan gravitasi (g) = 9,8 m/s²

Kecepatan aliran mula-mula (v_2) = ?

Kerugian head untuk pengecilan mendadak (hf) = ?

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2} \quad v = \frac{0,001167}{\frac{\pi}{4} (0,01905)^2} \quad v = 4,1 \text{ m/s}$$

Jika nilai $v = 4,1$ m/s ,maka:

$$hf = f \frac{v_2^2}{2g} \quad hf = 0,21 \frac{(4,1)^2}{2 (9,8)} \quad hf = 0,18 \text{ m}$$

Jadi nilai kerugian pada pengecilan mendadak adalah 0,18 m

Koefisien Kerugian Pada Belokan 90°

Pada belokan lengkung dapat digunakan dengan rumus[7]:

$$f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

Jika sudah diketahui:

Diameter pipa (D) = 0,01905 m

Jari-jari dalam pipa (R) = 0,009525 m

Sudut belokan (θ) = 90°, maka:

$$f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \dots f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,01905}{2(0,009525)} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{90}{90} \right)^{0,5} \dots f = 0,294$$

Jika nilai $f = 0,294$,maka:

$$hf = f \frac{v^2}{2g} \dots hf = 0,294 \frac{4,1^2}{2 (9,8)} \dots hf = 0,25 \text{ m}$$

Kerugian Pada Percabangan Pipa

Kerugian head untuk percabangan dapat dinyatakan dengan rumus:

f diperoleh dari tabel

$f_1 = 0,35$ dan $f_2 = 1,29$

Kecepatan gravitasi (g) = 9,8 m/s²

Kecepatan aliran sebelum percabangan (v) = 4,1 m/s , maka:

$$Hf_{1-3} = 0,35 \frac{4,1^2}{2(9,8)} \dots Hf_{1-3} = 0,3 \text{ m} \qquad Hf_{1-2} = 1,29 \frac{4,1^2}{2(9,8)} \dots Hf_{1-2} = 1,1 \text{ m}$$

Ujung Keluar Pipa

Kerugian keluar pada ujung pipa keluar diberikan menurut rumus:

$$\begin{aligned} \text{Koefisien } (f) &= 1 \\ \text{Kecepatan gravitasi } (g) &= 9,8 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan aliran rata-rata (v) = 4,1 m/s, maka:

$$hf = f \frac{v^2}{2g} \dots hf = 1 \frac{4,1^2}{2(9,8)} \dots hf = 0,86 \text{ m}$$

Head Total Pompa

$$\begin{aligned} \text{Head starter total } (h_a) &= 1 \text{ m} \\ \text{Perbedaan head tekanan} &= 0 \\ \text{Berbagai kerugian head } (h_l) & \\ \quad 1. \text{ Kerugian gesek pipa} &= 1,4 \text{ m} \\ \quad 2. \text{ Kerugian pengecilan mendadak} &= 0,18 \text{ m} \\ \quad 3. \text{ Kerugian belokan} &= 0,25 \text{ m} \times 2 \\ \quad 4. \text{ Kerugian percabangan} &= 0,3 \text{ m dan } 1,1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Head kecepatan keluar} \quad \frac{v_a^2}{2g} = 0,86 \text{ m}$$

Kecepatan gravitasi (g) = 9,8 m/s², maka:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v_a^2}{2g} \dots H = 1 + 0 + 1,4 + 0,18 + (2) 0,25 + 0,3 + 1,1 + 0,86 \dots H = 5,31 \text{ m}$$

NPSH Yang Tersedia

Jika diketahui Ketinggian dibawah 100 m , maka dapat dilihat dari tabel

$$\begin{aligned} P_a &= 10,33 \text{ mH}_2\text{O} = 10332 \text{ kgf/m}^2 \\ \text{Suhu air sawah } 30 \text{ }^\circ\text{C} &, \text{ maka dapat dilihat dari tabel} \\ P_v &= 0,9957 \text{ kgf/l} = 995,7 \text{ kgf/m}^3 \\ \gamma &= 0,04325 \text{ kgf/cm}^2 = 432,5 \text{ kgf/m}^2 \end{aligned}$$

karena pompa tepat di bawah permukaan air tidak menggunakan pipa hisap maka nilai h_s dan $H_{ls} = 0$, maka[3], [6]:

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_{l,\dots} \quad H_{sv} = \frac{10332}{995,7} - \frac{432,5}{995,7} - 0 - 0 \dots H_{sv} = 9,94 \text{ m}$$

NPSH Yang Diperlukan

Jika diketahui Kapasitas aliran efisiensi terbaik (Q_N) = 70 l/min = 0,07 m³/min

$$\begin{aligned} \text{Head yang diperlukan } (H_N) &= 5,31 \text{ m} \\ \text{Putaran pompa } (n) &= 5800 \text{ rpm} , \text{ maka[9]:} \end{aligned}$$

$$n_s = n \frac{Q_N^{1/2}}{H_N^{3/4}} \dots n_s = 5800 \frac{0,07^{1/2}}{5,31^{3/4}} \dots n_s = 439$$

Dengan nilai $n_s = 439$ maka dapat dilihat pada gambar 2, maka dapat diketahui nilai Koefisien kavitas $\sigma = 0,27$

NPSH yang diperlukan (H_{svN}) pada titik efisiensi terbaik adalah:

$$H_{svN} = \sigma H_N$$

$$H_{svN} = 0,27 \times 5,31$$

$$H_{svN} = 1,43 \text{ m}$$

Jadi NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan yaitu $9,94 \text{ m} > 1,43 \text{ m}$

3.2 Perhitungan Pada Akumulator (Accu) dan Charger

Akumulator yang digunakan adalah aki basah merk Yuasa tipe 12N10-3B dengan spesifikasi seperti dalam Gambar 3 dan tabel 2 dibawah ini.



Tabel 2 Spesifikasi akumulator

Nama	Nilai
Jenis Aki	Basah
Tegangan	12 V
Kuat arus jam	10 Ah

Gambar 3 Akumulator Yuasa 12N10-3B

Pemakaian Akumulator

Untuk menghitung pemakaian akumulator untuk menggerakkan pompa DC dengan daya 60 Watt, maka digunakan rumus sebagai berikut[1]:

$$I = \frac{P}{V} \dots I = \frac{60}{12} \dots I = 5 \text{ A}$$

Jadi kuat arus yang diperlukan adalah 5 Ampere. Jika Ampere hour pada akumulator 10 Ah, maka $\frac{10 \text{ Ah}}{5 \text{ A}} = 2 \text{ h}$.

Dalam pemakaian akumulator sebaiknya jangan sampai bertainya benar-benar habis karena bisa mengakibatkan akumulator menjadi cepat rusak. Untuk mengatasinya perlu diberikan nilai efisiensi sebesar 20% dari nilai Ah pada akumulator. Jika Ampere hour pada akumulator 10 Ah, maka nilai efisiensi dari 20% adalah $2 \times \frac{20}{100} = 0,4 \text{ h}$

$$2 \text{ h} - 0,4 \text{ h} = 1,6 \text{ h}$$

Jadi akumulator dapat digunakan pada pompa DC 60 Watt selama 1,6 jam.

Waktu Pengisian Kembali Tenaga Akumulator

Untuk mengisi kembali tenaga pada akumulator diperlukan alat pengisi (*Charger*). *Charger* yang digunakan adalah *charger portable* seperti pada Gambar 4 dengan output tegangan 13,8 V dan kuat arus 2 A.



Gambar 4 Charger akumulator portable

Dalam perhitungan pengisian akumulator perlu dikurangi dari nilai efisiensi sebesar 20% (sisa pemakaian) dari nilai Ampere hour (Ah) pada akumulator. Jika Ampere hour pada akumulator 10 Ah, maka nilai efisiensi dari 20% adalah $10 \times \frac{20}{100} = 0,4 \text{ A}$

$$10 \text{ Ah} - 2 \text{ Ah} = 8 \text{ Ah}$$

Jika kuat arus akumulator 2 A , maka $\frac{8 \text{ Ah}}{2 \text{ A}} = 4 \text{ h}$

Jadi waktu yang diperlukan untuk mengisi kembali tenaga akumulator adalah 4 jam. Maka daya dan biaya yang diperlukan untuk mengisi kembali akumulator adalah Jika Ampere hour pada akumulator 10 Ah dan waktu yang di perlukan untunk mengisi akumulator adalah 4 jam, maka $\frac{10 \text{ Ah}}{4 \text{ h}} = 2,5 \text{ A}$

dan ditambahkan 20% untuk diefisiensikan akumulator 2,5 A , maka[10]:
 $2,5 \times \frac{20}{100} = 0,5 \text{ A}$ Jadi $2,5 \text{ A} + 0,5 \text{ A} = 3 \text{ A}$

maka diketahui:

Tegangan charger (V) = 13,8 V

Kuat arus (I) = 3 A

Daya (P) = ? Watt

$P = V \times I = 13,8 \text{ V} \times 3 \text{ A} = 41,4 \text{ Watt}$

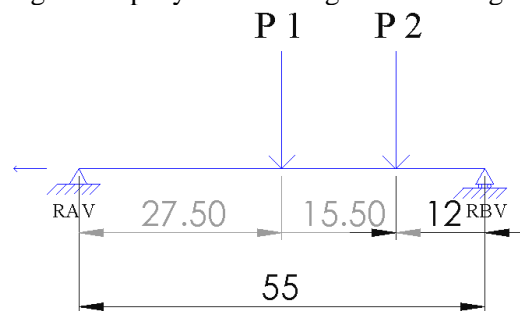
Jika tarif daya rumah tangga 1300 Watt Rp 1.467 /kWh^[5], maka

$0,0414(4) \times 1,467 = 2429$

Maka besarnya biaya untuk mengisi tenaga akumulator adalah Rp 2.429

3.3 Perhitungan Kesetimbangan Pada Alat Penyiram Bawang Merah

Untuk menghitung kesetimbangan alat penyiram bawang merah ini digunakan rumus $\sum M=0$



Gambar 5 sketsa alat penyiram bawang merah (satuan cm)

Jika diketahui:

Berat pompa + akumulator (P1) = 7 kg
 Berat Pegangan (P2) = 0,1 kg
 Gaya gravitasi (g) = 9.8 m/s

Maka,

$$W_1 = m \times g = 7 \times 9,8 = 68,67 \text{ N}$$

$$W_2 = m \times g = 0,1 \times 9,8 = 0,981 \text{ N}$$

$$\sum MA=0$$

$$(RAV \times 0) + (P1 \times 0,275) + (P2 \times 0,43) - (RBV \times 0,55) = 0$$

$$0 + (68,67 \times 0,275) + (0,981 \times 0,43) - (0,55 RBV) = 0$$

$$0 + 18,884 + 0,422 = 0,55 RBV$$

$$19,306 = 0,55 RBV$$

$$RBV = 35,109 \text{ N}$$

$$\sum MB=0$$

$$(RBV \times 0) - (P1 \times 0,275) - (P2 \times 0,12) + (RAV \times 0,55) = 0$$

$$0 - (68,67 \times 0,275) - (0,981 \times 0,12) + (0,55 RAV) = 0$$

$$0 - 18,884 - 0,118 = -0,55 RAV$$

$$-19,002 = -0,55 RAV$$

$$RAV = 34,549 \text{ N}$$

4. Kesimpulan

1. Pompa yang dipilih telah sesuai dengan telah sesuai dengan head total yang diperlukan yaitu sebesar 5,31 m sedangkan head maksimal pompa sebesar 6 m pada diameter pipa $\frac{3}{4}$ inch atau 0.01905 m.
2. NPSH yang tersedia lebih besar dari pada HPSH yang diperlukan yaitu 9,94 m > 1,43 m.
3. Akumulator yang digunakan memiliki *Ampere hour* sebesar 10 Ah dapat menjalankan pompa dengan daya 60 Watt selama 1,6 jam (96 menit).
4. Waktu pengisian kembali akumulator dengan *charger portable* (output 13,8 V dan 2 A) membutuhkan waktu 4 jam.
5. Biaya untuk sekali pengisian kembali tenaga akumulator jika tarif daya rumah tangga 1300 Watt Rp 1.467 /kWh, adalah sebesar Rp 2.429.
6. Momen kesetimbangan alat penyiram tanaman bawang merah pada RAV = 34,549N dan RVB = 35,109N.
7. Alat Penyiram tanaman bawang merah ini membutuhkan waktu 101 detik untuk 2 petak.
8. Dalam lahan tersebut ada 36 petak maka diperlukan 18 kali penyiraman, maka 101 x 18 = 1890 detik (31 menit 5 detik)
9. Maka tenaga yang tersisa pada akumulator adalah 96 menit – 94 menit 30 detik = 1,5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Agung, "RANCANG BANGUN PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO 'Pe mbangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Solar Tracking Berbasis Arduino UNO,'" Politeknik Negeri Padang, 2017.
- [2] Jansen Silwanus Wakur, *Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Uno*. 2015.
- [3] S. S. Budhi, "ANALISA DEBIT AIR MESIN PENYIRAM BAWANG MERAH," vol. 5, pp. 120–122, 2016.
- [4] M. Yusuf, Isnawaty, and R. Rahmat, "Implementasi Robot Line Follower Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Proportional–Integral–Derivative Controller (PID)," *semsnTIK*, vol. 2, no. 1, pp. 111–124, 2016.
- [5] E. N. Prasetyo, "Prototipe Penyiram Tanaman Persemaian Dengan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Arduino," 2015.
- [6] Sutomo, "KAPASITAS DAN SUDUT PISAU EFEKTIF PADA MESIN PENGIRIS BAWANG BERPISAU VERTIKAL DENGAN PUTARAN ROTOR 200 RPM," in *Prosiding Seminar Nasional dan Hasil-Hasil Penelitian*, 2004, vol. 2004.
- [7] A. R. Saleh, "Analisa Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing) Jenis Deep Groove Pada Lori Pabrik

-
- Kelapa Sawit dan Cara Penanggulangannya,” *J. APTEK*, vol. 6, no. 1, pp. 49–56, 2014.
- [8] Suhardjono, “Analisis Sinyal Getaran untuk Menentukan Jenis dan Tingkat Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing),” *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 39–48, 2004.
- [9] Y. R. Takeuchi, M. A. Eby, B. A. Blake, S. M. Demsky, and J. T. Dickey, “Influence of Oil Lubrication on Spacecraft Bearing Thermal Conductance,” in *Proceedings of the 38th Aerospace Mechanisms Symposium*, 2006, pp. 291–302.
- [10] M. Wijana, A. A. A. Triadi, and L. S. Anwar, “STUDI KELAYAKAN PENGGUNAAN MESIN DIESEL DENGAN METODE BREAK EVEN POINT (BEP) DAN ANALISIS SENSITIVITAS PADA PLTD (Studi Kasus : PT PLN Persero Sektor Pembangkitan Lombok PLTD Ampenan),” vol. 6, no. 1, pp. 2088–88, 2016.