

INVESTIGATING THE EFFECT OF WATER VELOCITY ON SAVONIUS WATER ROTOR

Reza Perdana Abadi¹⁾, Dwiseno Wihadi²⁾

Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma

Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman

Email : ²wihadi@usd.ac.id

Abstract

Energy can be obtained from the flow of water in irrigation channels. Savonius water rotor can be applied to low velocity flow and does not cause substantial losses. Rotor Savonius, which has good initial spinning ability, will assist in its operations. The experimental study conducted in this paper aims to investigate the effect of water velocity on the performance of the model of Savonius water rotor. The experiments used 2 blades Savonius rotor to show tip speed ratio, torque and power coefficient related with water velocity. The results of study showed that, increased velocity of water flow increases the ability of Savonius water rotor. The Savonius rotor can produce a high power coefficient at low water flow rates when a deflector is added.

Keywords: energy, Savonius water rotor, performance

1. Pendahuluan

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan yang mutlak dalam pola kehidupan manusia. Peningkatan penggunaan teknologi membuat kebutuhan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya. Di Indonesia peningkatan kebutuhan listrik diperkirakan mencapai 6% per tahunnya. Sebesar 76,8% energi listrik ini dihasilkan generator dengan penggerak berbahan bakar energi batubara, minyak bumi dan gas alam [1]. Penghasil energi listrik yang ramah lingkungan mulai digalakan penggunaannya. Disamping berkontribusi mengurangi dampak negatif penggunaan bahan bakar fosil, energi ramah lingkungan ini lestari atau tidak terbatas. Beberapa sumber energi lestari tersebut adalah energi angin, energi air, energi surya, energi laut, energi panas bumi dan energi biomassa.

Pikohidro adalah suatu pembangkit listrik ramah lingkungan berskala kecil (kurang dari 5kW) yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya. Biasanya dipergunakan pada daerah terpencil, atau jauh dari jaringan listrik negara. Pikohidro dapat menerangi beberapa rumah, atau bahkan hanya satu rumah dengan daya 200W saja. Generatornya digerakan kincir kecil yang memanfaatkan aliran air sungai atau terjunan yang rendah.

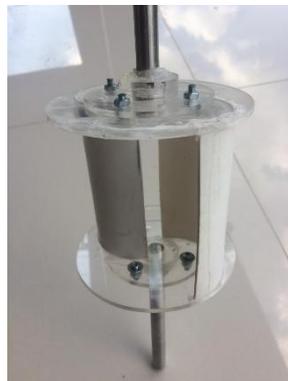
Kincir jenis Savonius dapat menjadi pilihan untuk memanfaatkan aliran air di saluran yang sempit. Penelitian Purnama dkk menggunakan rotor Savonius satu tingkat celah sudu tertutup pada kecepatan aliran yang rendah seperti pada aliran sungai atau selokan pengairan pada umumnya, yaitu pada kecepatan (m/dtk) 0,30 ; 0,57 ; 0,85 dan 1,08. Dari penelitian tersebut diperoleh nilai koefisien daya sebesar 0,04 ; 0,10 ; 0,06 dan 0,05. Dengan menerapkan deflektor koefisien daya yang dihasilkan meningkat menjadi 0,12 ; 0,13 ; 0,08 dan 0,06 [2].

Penelitian lain yang menginspirasi adalah penggunaan dimensi rotor Savonius $D/H=190/100$ mm dan $D/H=190/200$. Diduga pada penelitian tersebut Mabrouki mempergunakan debit aliran yang tidak kontinyu, karena kecepatan alirannya bervariasi dari

2,45-10 m/det [3]. Pada judul jurnal yang berbeda Mabrouki menerapkan overlap (e) 0; 0,2; 0,3 pada rotor yang berdimensi sama. Dengan membandingkan kedua hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa overlap meningkatkan koefisien daya [4].

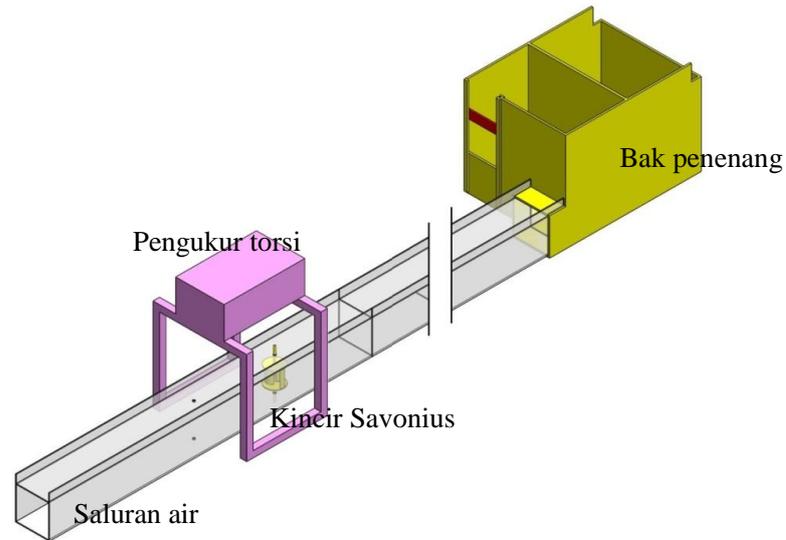
2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui performa rotor Savonius pada kondisi aliran yang kontinyu kecepatannya, dengan dan tanpa menggunakan deflektor. Unjuk kerja tersebut akan dinyatakan dengan koefisien daya dan tip speed ratio. Koefisien daya menggambarkan efisiensi rotor dalam mengekstraksi energi aliran fluida, yakni perbandingan antara daya yang dihasilkan kincir dan daya yang disediakan oleh aliran air. Tip speed ratio menunjukkan karakteristik kecepatan putar rotor pada kecepatan aliran air yang diberikan. Eksperimen dilakukan dengan mengkondisikan kecepatan aliran hingga serupa penelitian Purnama (0,75; 0,9; dan 1,1 m/det). Rotor Savonius yang dipergunakan memiliki dua sudu tipe U satu tingkat berdimensi mirip penelitian Mabrouki. Diameter rotor yang dipergunakan 100mm, dengan aspek rasio $\alpha = 1$, dan overlap sudu $e = 0,14$ serta $e' = 0,15$ (Gambar 1).



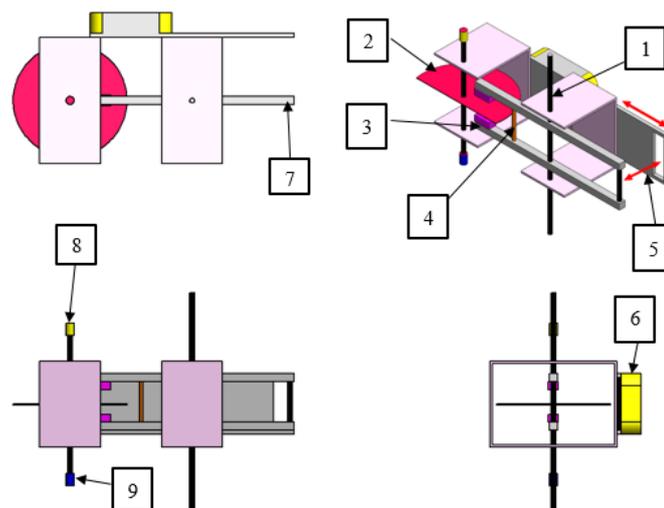
Gambar 1. Rotor Savonius Poros Vertikal

Untuk memperoleh kecepatan aliran yang diinginkan dipergunakan saluran air buatan dengan penampang $0,2 \times 0,2 \text{ m}^2$, panjang 8 m serta bak pengontrol (Gambar 2). Bak pengontrol disamping berfungsi menenangkan gelombang air sungai, juga terutama untuk menampung air agar terkondisi pada ketinggian tertentu. Kecepatan aliran pada saluran buatan diperoleh karena adanya perbedaan tekanan yang dapat diatur dengan mengatur ketinggian air pada bak kontrol. Validasi kecepatan aliran dilakukan dengan *current meter Swoffer 2100* yang ditempatkan sebelum rotor.



Gambar 2. Rangkaian alat eksperimen

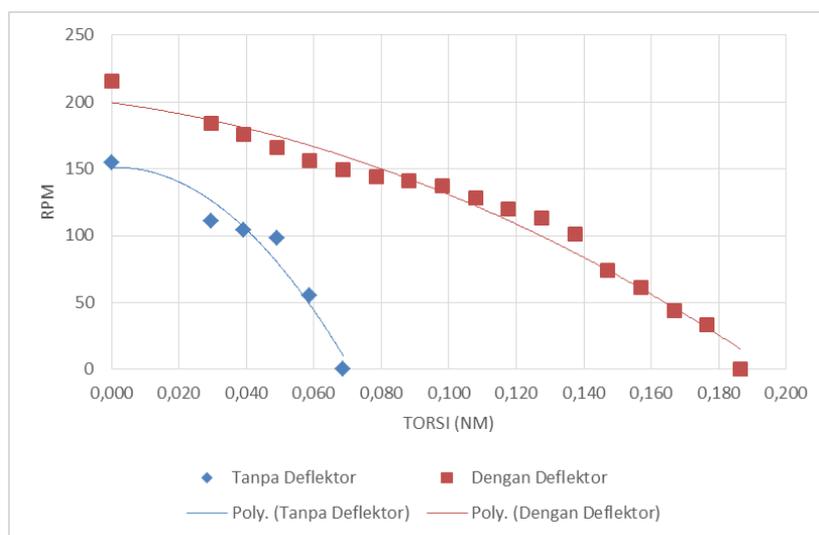
Deflektor adalah papan yang dipasang di depan rotor, untuk mengarahkan aliran atau menutupi sisi merugikan rotor (*convex*). Pada saluran buatan yang tertutup, deflektor ini juga digunakan untuk meningkatkan kecepatan aliran. Sesuai teori kontinuitas, kenaikan kecepatan disebabkan adanya penyempitan penampang saluran pada sisi keluar deflektor. Unjuk kerja rotor Savonius dicatat dalam kecepatan putaran dan torsi poros rotor. Kecepatan putar poros kincir diukur menggunakan tachometer HT-4200, sedangkan torsi diukur dengan rem torsi yang dilengkapi dengan pengukur gaya. Peralatan pengukur torsi terangkai seperti pada Gambar 3 di bawah ini, dengan (1) Poros lengan-rem; (2) Piringan rem; (3) Kampas rem; (4) Pegas pengatur rem; (5) Tali penghubung; (6) Pengukur gaya digital; (7) Lengan-rem; (8) Lokasi pengukuran kecepatan putar poros rotor; (9) ujung poros rotor.



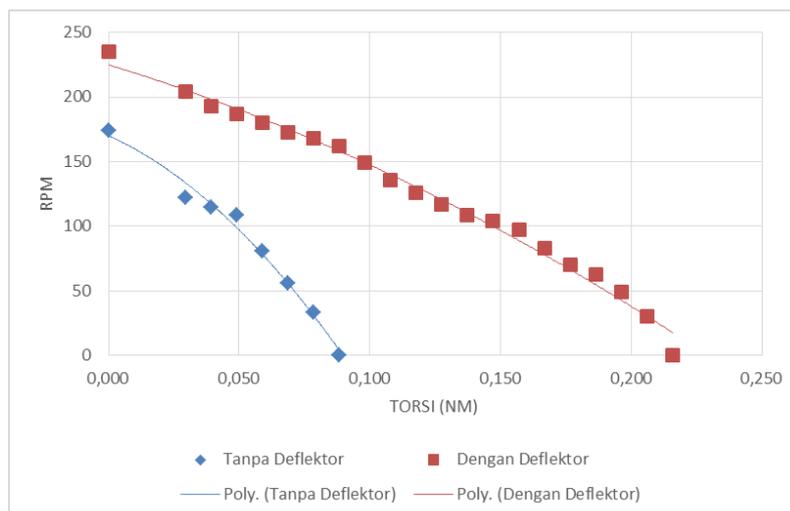
Gambar 3. Mekanisme pengukur torsi

3. Hasil dan Pembahasan

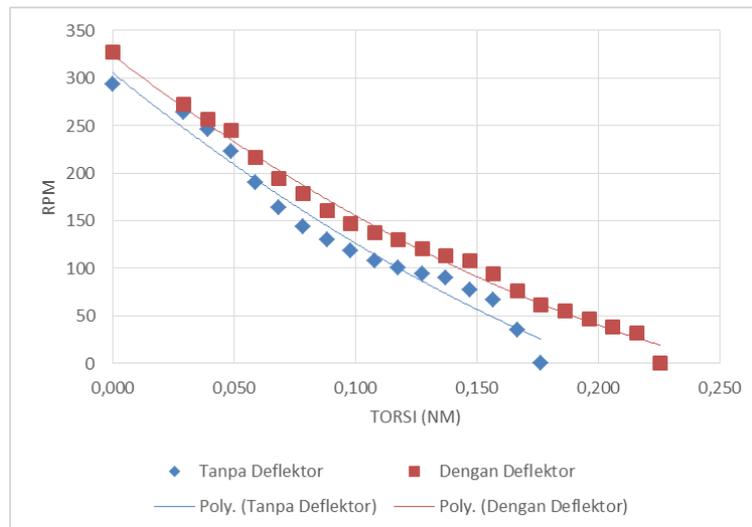
Hasil eksperimen seperti terlihat pada Gambar 4,5 dan 6 menunjukkan bahwa kecepatan aliran air sangat berpengaruh terhadap torsi yang dihasilkan rotor Savonius. Pada kecepatan 0,75 m/s rotor berhenti berputar pada beban torsi 0,07 Nm, pada kecepatan 0,9 m/s rotor berhenti pada pembebanan 0,085 Nm, dan pada kecepatan 1,1m/s rotor berhenti berputar pada pembebanan 0,175 Nm. Penggunaan deflektor aliran meningkatkan torsi yang dihasilkan rotor, dan secara berturut-turut menjadi 0,185 Nm (0,75m/s), 0,21 Nm (0,9m/s), 0,225 Nm (1,1m/s). Pada kecepatan aliran air 1,1m/s dengan menggunakan deflektor, rotor menghasilkan torsi yang paling besar diantara variasi kecepatan lainnya pada nilai kecepatan putaran poros sebesar 32 (rpm) dan torsi 0,216 Nm (Gambar 6). Secara umum tampak pada hasil penelitian ini, bahwa peningkatan kecepatan aliran menyebabkan kemampuan rotor menerima pertambahan beban menjadi meningkat, tampilan kemiringan grafiknya lebih landai.



Gambar 4. Data Torsi terhadap RPM pada kecepatan 0.75m/s

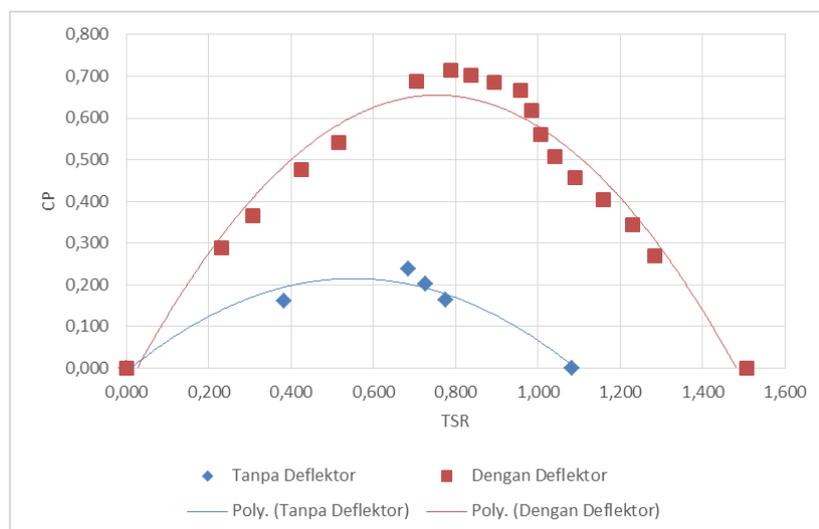


Gambar 5. Data Torsi terhadap RPM pada kecepatan 0.9 m/s

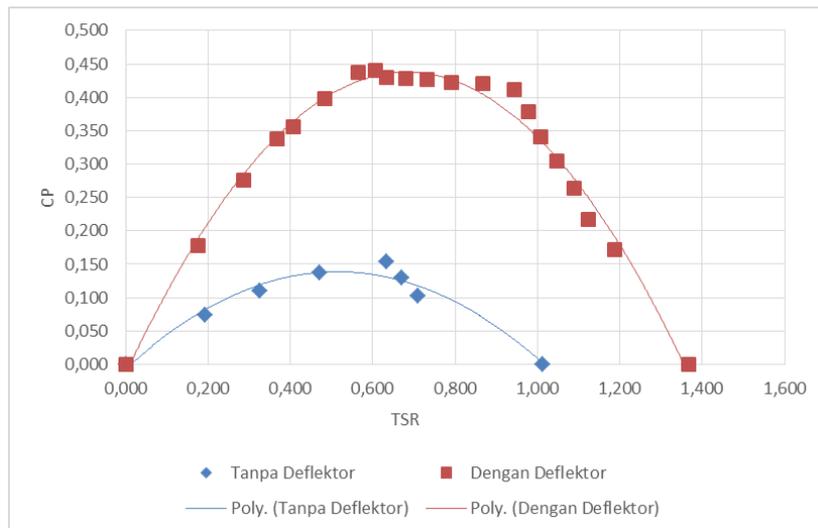


Gambar 6. Data Torsi terhadap RPM pada kecepatan 1.1 m/s

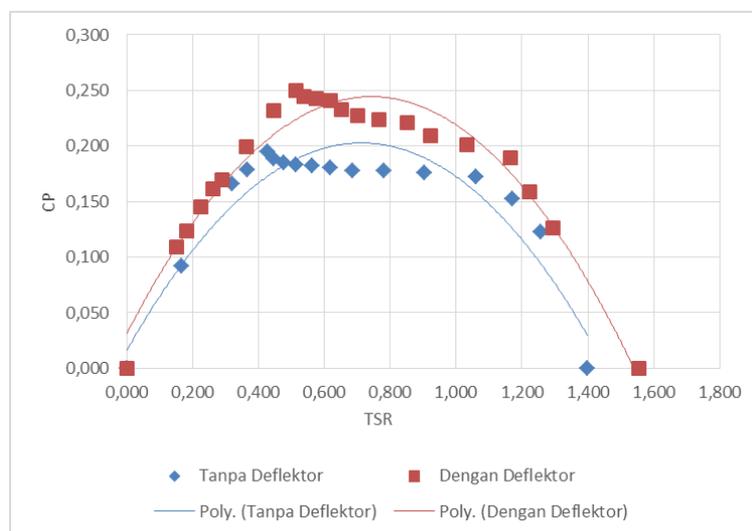
Pada data hubungan antara koefisien daya kincir (C_p) dan *tip speed ratio* (tsr), dapat dilihat bahwa data C_p dengan menggunakan deflektor meningkat dengan drastis apabila dibandingkan terhadap performa tanpa menggunakan deflektor (Gambar 7,8 dan 9). Diduga hal tersebut diakibatkan oleh kecepatan aliran (m/s) yang meningkat menjadi dua kali lebih cepat dengan adanya deflektor dan berkurangnya gaya drag pada sisi convex rotor. Deflektor membelokkan aliran air ke arah sisi *concave* rotor yang digunakan untuk menangkap aliran air. Hasil data hubungan antara koefisien daya kincir C_p - tsr yang paling tinggi diperoleh pada kecepatan aliran air 0,75 m/s dengan menggunakan deflektor, dengan koefisien daya sebesar 0,715 (71,5%) pada tsr sebesar 0,789. Golecha mengatakan bahwa penggunaan deflektor mampu meningkatkan atau menambah efisiensi sampai sebesar 50% [5].



Gambar 7. Data C_p terhadap TSR pada kecepatan 0.75 m/s



Gambar 8. Data Cp terhadap TSR pada kecepatan 0.9 m/s



Gambar 9. Data Cp terhadap TSR pada kecepatan 1.1 m/s

4. Kesimpulan

Dalam tulisan ini, penulis tertarik pada karakteristik global kincir air Savonius. Fokus perhatian pada mempelajari efek perbedaan kecepatan aliran terhadap pembebanan dan koefisien daya yang dihasilkan. Dari eksperimen ini dapat disimpulkan dua hal, yang pertama yaitu kemampuan pembebanan rotor Savonius akan meningkat dengan bertambahnya kecepatan aliran air. Kedua, pada aliran air kecepatan rendah rotor Savonius dapat menghasilkan koefisien daya yang tinggi apabila ditambahkan deflektor. Nilai koefisien tertinggi sebesar 0,715 (71,5%) pada kecepatan aliran air 0,75 m/s.

Daftar Pustaka

- [1] Outlook Energi Indonesia, 2016.
- [2] Purnama A.C., Hantoro, dan Nugroho G. (2013). Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius Dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol.1, pp. 1-6.

- [3] Mabrouki, Z. Driss, dan M. S. Abid. (2014). Experimental Investigation of the Height Effect of Water Savonius Rotors, *International Journal of Mechanics and Applications*, (4, pp. 8-12).
- [4] Mabrouki, Z. Driss, dan M .S. Abid. (2014). Performance Analysis of a Water Savonius Rotor: Effect of the Internal Overlap. *Sustainable Energy*, Vol. 2, pp.121-125.
- [5] Golecha K, Eldho T. I., dan Prabhu S. V. (2011). Influence of the Deflector Plate on the Performance of Modified Savonius Water Turbine. *Applied Energy*, 88, pp. 3207–3217.