

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis. Pembangkit listrik dengan parameter *head* yang memanfaatkan energi potensial aliran, PLTA jenis ini memiliki kompleksitas konstruksi sipil yang relatif tinggi. Sementara pembangkit listrik tanpa *head* (PLTA hidrokinetik) yang langsung memanfaatkan energi kinetik aliran air horizontal memiliki konstruksi bangunan sipil yang lebih sederhana, lebih ramah lingkungan, serta memiliki fleksibilitas lokasi implementasi. Hal tersebut menjadikan PLTA hidrokinetik berpotensi diterapkan secara masif apabila telah dilakukan pengembangan lebih lanjut dari aspek pemanenan energi. Ketiadaan parameter *head* pada PLTA hidrokinetik memberikan konsekuensi berupa produksi daya listrik yang lebih rendah pada PLTA jenis ini serta sangat bergantung pada faktor kecepatan aliran yang searah dengan aliran air. Berbagai usaha meningkatkan nilai konversi telah dilakukan penelitian terdahulu, beberapa diantaranya dengan berusaha meningkatkan kecepatan aliran air untuk mengoptimalkan faktor konversi.

Penelitian ini menjadi opsi solusi dengan memanfaatkan implementasi hukum kontinuitas fluida dinamis pada aliran air horizontal untuk meningkatkan nilai kecepatan. Hukum kontinuitas fluida dinamis menerangkan kondisi konstan debit aliran pada perbedaan luasan penampang aliran. Nilai konstan debit aliran dicapai seiring dengan perubahan nilai kecepatan aliran pada luasan penampang tertentu. Berdasarkan hukum kontinuitas fluida dinamis, kecepatan suatu aliran dapat ditingkatkan saat luasan penampang aliran diperkecil. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada analisis produksi energi PLTA hidrokinetik saat hukum kontinuitas fluida dinamis diterapkan pada aliran air sebelum terjadi kontak dengan turbin air. Desain dengan berbagai rasio disimulasikan untuk menganalisis peningkatan nilai kecepatan, serta menganalisis titik spesifik optimal penempatan turbin sistem pembangkit. Dengan lebar aliran original senilai 5 meter dengan kecepatan senilai 1 m/s, diperoleh nilai daya optimum pada *constriction ratio* 1.6343 : 1. Nilai tersebut diperoleh setelah simulasi 6 variasi desain yang kemudian dilakukan regresi polinomial terhadap data sebelum dilakukan optimasi dengan metode *Particle Swarm Optimization*. Nilai daya yang didapatkan sebesar 184,37% dari nilai daya pada kecepatan original. Nilai persentase tersebut lebih rendah daripada yang diekspektasikan pada hipotesis penelitian yang senilai 267,09% berdasarkan rasio optimum, selisih nilai ini disebabkan oleh faktor rugi-rugi yang tidak diperhitungkan dalam teori hipotesis namun tersimulasikan dalam proses penelitian.

Kata kunci—PLTA, energi kinetik, kontinuitas fluida dinamis, aliran horizontal, *particle swarm optimization*.

ABSTRACT

Hydropower plants can be classified into two types. Power plants with a head parameter that utilize the potential energy of the flow, this type of hydropower plant has relatively high civil construction complexity. Meanwhile, power plants without a head (hydrokinetic hydropower plants) that directly utilize the kinetic energy of horizontal water flow have simpler civil building construction, are more environmentally friendly, and have flexibility in implementation location. This makes hydrokinetic power plants potentially applicable on a massive scale if further development is done on the energy harvesting aspect. The absence of a head parameter in a hydrokinetic power plant results in lower electricity production for this type of plant and makes it highly dependent on the flow velocity factor, which is in the same direction as the water flow. Various efforts to increase conversion value have been studied in previous research, some of which involved attempting to increase water flow speed to optimize the conversion factor.

This research serves as a solution option by utilizing the implementation of the dynamic fluid continuity law on horizontal water flow to increase gained velocity. The law of continuity for dynamic fluids explains the constant flow rate condition across different cross-sectional areas of the flow. The constant flow rate value is achieved as the flow velocity changes at a specific cross-sectional area. According to the law of continuity for dynamic fluids, the velocity of a flow can be increased when the cross-sectional area of the flow is reduced. The novelty of this research lies in the analysis of hydrokinetic power plant energy production when the dynamic fluid continuity law is applied to the water flow before it comes into contact with the water turbine. Designs with various ratios were simulated to analyze the increase in gained velocity, as well as to analyze the specific optimal points for turbine placement in the power generation system. With the original flow width of 5 meters and a velocity of 1 m/s, the optimal gained power was obtained at a constriction ratio of 1.6343:1. This value was obtained after simulating 6 design variations, followed by polynomial regression on the data before optimization using the Particle Swarm Optimization method. The gained power obtained by using blockage ratio method was 184,37% of the gained power from original speed. The percentage value was lower than hypothesis that expected 267,09% based on the optimum ratio, it was because the losses factor were not considered in the hypothesis theory but it was simulated in the research process.

Keywords—Hydropower plant, kinetic energy, continuity fluid dynamic, horizontal flow, particle swarm optimization.