UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Penambahan Twisted Fin Baffle Pada Inlet Microbubble Generator Venturi Terhadap Karakteristik Hidrodinamika dan Kinerja Aerasi
Sigit Deddy Purnomo Sidhi, Prof. Dr.Eng. Ir. Deendarlianto, S.T., M.Eng.; Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.; Prof. Wiratni, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Microbubble generator (MBG) merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan gelembung berukuran mikro yang efektif dalam meningkatkan kadar oksigen terlarut pada sistem budidaya perikanan intensif. Gelembung mikro memiliki luas permukaan spesifik yang besar serta kecepatan naik yang rendah, sehingga memungkinkan oksigen bertahan lebih lama di dalam air. Salah satu jenis yang banyak dikembangkan adalah MBG venturi karena konstruksinya sederhana, mudah dalam perawatan, dan memiliki konsumsi daya yang relatif rendah. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan MBG venturi dengan menambahkan *baffle* berbentuk *twisted fin* pada bagian *inlet*, yang bertujuan untuk meningkatkan turbulensi aliran, sehingga menghasilkan gelembung yang lebih kecil dan meningkatkan kinerja aerasi. Penelitian meliputi karakterisasi, evaluasi kinerja aerasi, serta optimasi desain dan kondisi operasi untuk memperoleh kinerja yang optimal.

Pengujian dilakukan dengan menempatkan MBG di dalam kotak kaca transparan berisi air pada kedalaman 20 cm. Variasi geometri *baffle* meliputi jumlah *baffle* (2, 3, dan 4) serta sudut puntir (0°, 30°, dan 60°). Selain itu, debit air dan udara divariasikan masing-masing pada rentang 40 – 80 L/menit dan 0,2 – 0,8 L/menit. Karakterisasi dilakukan menggunakan *high-speed camera* dan metode *differential pressure* untuk memperoleh data visual gelembung dan sinyal tekanan, yang kemudian dianalisis menggunakan teknik pengolahan citra dan sinyal. Evaluasi kinerja aerasi dilakukan dengan mengukur kadar oksigen terlarut menggunakan DO meter, kemudian dihitung parameter kinerja seperti K_La, SOTR, SAE, dan SOTE. Optimasi dilakukan dengan mempertimbangkan parameter *input* berupa debit air, debit udara, jumlah *baffle*, dan sudut puntir, terhadap output berupa diameter gelembung, efisiensi aerasi (SAE), dan daya input. Metode yang digunakan adalah ANN yang dikombinasikan dengan MOPSO.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi dengan 4 *baffle* dan sudut puntir 60° menghasilkan gelembung paling kecil dan distribusi ukuran yang relatif lebih seragam dengan diameter rata-rata 200 μm. Namun demikian, konfigurasi ini juga menghasilkan *pressure drop* paling besar, yaitu 90,32 kPa, lebih tinggi dibandingkan variasi jumlah *baffle* dan sudut puntir yang lebih rendah. Fenomena *bubble breakup* pada konfigurasi ini berlangsung lebih intensif dibandingkan konfigurasi lainnya, yang ditunjukkan oleh fluktuasi sinyal tekanan lebih dominan terjadi pada rentang frekuensi *level* D7 serta nilai energi dan daya *wavelet* yang lebih besar, masing-masing mendekati 0,3 dan 0,7. Selain itu, konfigurasi ini juga memberikan kinerja aerasi optimum dibandingkan variasi lainnya, dengan nilai K_La sebesar 0,028 s^{-1}, SOTR 0,339 kg O_2/jam, SAE 0,64 kg O_2/kWh, dan SOTE sebesar 10,4%. Hasil optimasi menunjukkan bahwa kondisi operasi dan desain optimum dicapai pada MBG venturi dengan 4 *baffle* bersudut puntir 60°, yang dioperasikan pada debit air 50 L/menit dan debit udara 0,2 L/menit.

Kata kunci: *microbubble generator*, venturi, *twisted fin baffle*, kinerja aerasi, optimasi ANN–MOPSO

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Penambahan Twisted Fin Baffle Pada Inlet Microbubble Generator Venturi Terhadap Karakteristik Hidrodinamika dan Kinerja Aerasi
Sigit Deddy Purnomo Sidhi, Prof. Dr.Eng. Ir. Deendarlianto, S.T., M.Eng.; Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.; Prof. Wiratni, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

A microbubble generator is a device used to produce micro-sized bubbles that are effective in enhancing dissolved oxygen levels in intensive aquaculture systems. Microbubbles have a high specific surface area and low rising velocity, allowing oxygen to remain longer in water. Among various types, the venturi-type microbubble generator has been widely developed due to its simple design, ease of maintenance, and low energy consumption. In this study, a venturi-type microbubble generator was developed by introducing a twisted fin baffle at the inlet to increase flow turbulence, thereby reducing bubble size and improving aeration performance. The study includes characterization, aeration performance evaluation, and optimization of design and operating conditions.

Experiments were conducted by placing the microbubble generator in a transparent water tank at a depth of 20 cm. The baffle geometry was varied in terms of the number of baffles (2, 3, and 4) and twist angles (0°, 30°, and 60°). Water and air flow rates were varied within the ranges of 40 – 80 L/minute and 0.2 – 0.8 L/minute, respectively. Characterization was performed using a high-speed camera and differential pressure method to obtain bubble visualization and pressure signal data, which were analyzed using image and signal processing techniques. Aeration performance was evaluated by measuring dissolved oxygen and calculating K_La, SOTR, SAE, and SOTE. Optimization was carried out by considering water flow rate, air flow rate, number of baffles, and twist angle as input parameters, and bubble diameter, aeration efficiency (SAE), and power input as outputs, using ANN combined with MOPSO.

The results show that the configuration with 4 baffles and a 60° twist angle produces the smallest bubbles and a relatively more uniform size distribution with an average diameter of 200 μm. However, this configuration also results in the highest pressure drop of 90.32 kPa. The bubble breakup phenomenon was more intensive in this configuration, indicated by dominant pressure signal fluctuations at frequency level D7 and higher wavelet energy and power values, approaching 0.3 and 0.7, respectively. Furthermore, this configuration exhibits the optimum aeration performance, with K_La of 0.028 s^{-1}, SOTR of 0.339 kg O_2/h, SAE of 0.64 kg O_2/kWh, and SOTE of 10,4%. The optimization results indicated that the ideal design and operating conditions were achieved with 4 baffles at a 60° twist angle, operated at a water flow rate of 50 L/minute and an air flow rate of 0.2 L/minute.

Keywords: microbubble generator, venturi, twisted fin baffle, aeration performance, ANN–MOPSO optimization