

## Abstract

A separation system with multiple angles parallel coalescence frustums was designed and experimental study was carried out to determine its efficiency in treating wastewaters loaded with physically emulsified and free oil droplets. The primary component of the separation system consists of a few series of inverted and upright frustums to enhance gravity separation and coalescence of oil droplets. It applies the principle of Boycott effect whereby the presence of inclined frustums medium promotes faster rising of oil droplets and their coalescence. The separator takes the shape of a circular tank to take advantage of the continual decreasing in horizontal velocity,  $v_h$  as surface area increases. The inlet of the separation system was equipped with an upflow center-feed perforated-pipe distributor to direct flow to the parallel frustums to enhance oil-water separation. Flow velocity gradient across the diameter of the separator showed that there was a decrease in horizontal velocity,  $v_h$  with an increase of radius from inlet and depth from water surface. The correlation of estimated perforated pipe inlet hole velocity,  $v_{hole}$  and experimentally measured inlet hole velocity,  $v_{hole\ meas}$  is  $v_{hole} = 2.04 v_{hole\ meas}$  with an  $R^2$  of 0.96. Therefore, inlet hole velocity,  $v_{hole}$  for this specific oil-water separation system design could be expressed as  $v_{hole\ meas} = \sqrt{4\Delta p_{hole} C_o^2 / \rho}$  and

$$\frac{v_{hole\ meas}}{2v_i} = \frac{A_c}{A_h} = \sqrt{10}C_o. \text{ It was also found that with the presence of an outlet baffle, oil}$$

removal efficiency could significantly be improved by approximately 12.9% as compared to without an outlet baffle. With this separation system the oil removal efficiency,  $E$  was found to increase with the decrease in influent flowrate,  $Q$  and with the increase in retention time,  $t$ . The efficiency,  $E$  in relation to flowrate,  $Q$  and retention time,  $t$  with  $C_{oil}$  as the influent oil concentration could thus be expressed by power equation  $E =$

$59.689Q^{-0.107}$  for  $C_{oil} = 100$  mg/L,  $E = 70.753Q^{-0.1269}$  for  $C_{oil} = 1000$  mg/L, and  $E = 40.16t^{0.127}$  for  $C_{oil} = 1000$  mg/L. For  $C_{oil} = 100$  mg/L,  $E$  could be expressed by polynomial equation;  $E = 0.0001t^2 + 0.0045t + 57.147$ . The highest achievable oil-water separation efficiency of this specific design was 82.4% at a flowrate of  $5 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s and retention time of 4.80 hours.

## **Abstrak**

### ***Sistem Pemisahan untuk Memisahkan Minyak Bebas dan Minyak Emulsi Secara Fizikal dari Air Sisa***

*Sejenis sistem pemisahan dengan frustum pergabungan condong selari pelbagai sudut direka dan suatu siri eksperimen telah dijalankan untuk menentukan keefektifannya merawat air sisa dengan titisan minyak bebas dan emulsi secara fizikal. Komponen utama sistem pemisahan ini terdiri daripada beberapa siri frustum pergabungan condong yang tegak dan terbalik untuk mendorong proses pemisahan graviti dan pergabungan titisan-titisan minyak. Ia mengaplikasikan prinsip kesan Boycott di mana kewujudan media condong mendorong pemisahan titisan minyak dari air dan pergabungan di antara titisan-titisan minyak. Tangki pemisah mengambil bentuk yang bulat untuk membolehkan ia mengambil manfaat dari pengurangan halaju mendatar,  $v_h$  apabila luas permukaan tangki bertambah dengan jejari tangki. Inlet tangki pemisah dilengkapi dengan pengedar paip berlubang dengan suapan tengah aliran ke atas untuk menunjukkan aliran ke frustum condong berselari untuk mengalakkan pemisahan minyak dari air. Gradient halaju arus melintang diameter tangki menunjukkan penurunan dalam halaju mendatarnya,  $v_h$  dengan peningkatan jejari tangki dari inlet dan kedalaman dari permukaan air. Hubungan halaju lubang inlet yang dikira,  $U_{hole}$  dengan halaju lubang inlet yang diukur secara eksperimen,  $U_{hole\ meas}$  ialah  $U_{hole} = 2.04 U_{hole\ meas}$  dengan  $R^2=0.96$ . Dengan demikian, ekspresi halaju lubang inlet,  $U_{hole}$  untuk sistem pemisahan minyak dari air ini boleh diwakili sebagai  $U_{hole\ meas} = \sqrt{4\Delta p_{hole} C_o^2 / \rho}$  dan*

*$\frac{U_{hole\ meas}}{2v_i} = \frac{A_c}{A_h} = \sqrt{10}C_o$ . Ia juga didapati bahawa dengan kewujudan pencegah outlet,*

keefektifan penyingkian minyak diperbaiki secara signifikan 12.88% berbanding ketiadaan pencegah outlet. Sistem pemisahan ini menunjukkan keefektifan sistem menyingkir minyak,  $E$  meningkat dengan penurunan dalam kadar aliran influent,  $Q$  dan peningkatan dalam masa tahanan,  $t$ . Keefektifan sistem menyingkiran minyak,  $E$  hubungan dengan kadar aliran influent,  $Q$  dan masa tahanan,  $t$  boleh diwakili dengan hubungan kuasa  $E = 59.689Q^{-0.107}$  untuk  $C_{oil} = 100 \text{ mg/L}$ ,  $E = 70.753Q^{-0.1269}$  untuk  $C_{oil} = 1000 \text{ mg/L}$ , dan  $E = 40.16t^{0.127}$  untuk  $C_{oil} = 1000 \text{ mg/L}$ . Untuk  $C_{oil} = 100 \text{ mg/L}$ ,  $E$  boleh diwakili oleh hubungan polinomial:  $E = 0.0001t^2 + 0.0045t + 57.147$ . Keefektifan sistem menyingkiran minyak,  $E$  tertinggi yang boleh dicapai ialah 82.38% dengan kadar aliran influent,  $Q$  pada  $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  dan masa tahanan,  $t$  pada 4.80 jam.