

# Kaji CFD Pengaruh Diameter *Branch* Terhadap Kinerja Pemisahan Aliran Campuran Minyak-Air di dalam T-junction

Dewi Puspitasari\*<sup>1)</sup>, Sugianto\*<sup>2)</sup>, Indarto\*, Khasani\*

\* Sekolah Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin dan Industri  
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281, Telp dan Fax. (0274) 521673

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Palembang, Prabumulih, km 32, Indralaya, Telp dan Fax (0711) 580272

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Aeronautika, Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Bandung  
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung, Telp dan Fax (022) 2013789 dan 2013788

[dewiunri70@yahoo.co.id](mailto:dewiunri70@yahoo.co.id), [sugianto@polban.ac.id](mailto:sugianto@polban.ac.id), [indarto@ugm.ac.id](mailto:indarto@ugm.ac.id), [khasani@yahoo.com](mailto:khasani@yahoo.com)

## Abstract

*Study of CFD on oil-water mixtures flow was investigated using Fluent software by VOF and  $\kappa$ - $\epsilon$  model. The Simulation was focused in T-junction with branch diameter  $D_b$  ie :19; 26 and 36 mm, inlet diameter 36 mm, fillet radius  $R = 15$  mm. Working fluid werw kerosene  $\rho = 820$  kg/m<sup>3</sup> and water  $\rho = 998$  kg/m<sup>3</sup>. Superficial velocity varying from 0.2 to 0.62 m/s dan water volume fraction 50% to 65%. The simulation results verified by experimental results by branch diameter  $D_b = 19$  mm.*

*From study of CFD on  $D_b = 19$  mm resulting mean deviation value about 3.6%. For  $D_b = 19$  mm, separation efficiency in branch T-junction has mean deviation value about 3.6%. Mean separation efficiency in  $D_b = 19$  mm was occurred 0.84,  $D_b = 26$  was 0.83 and  $D_b = 36$  mm was 0.91.*

**Keywords:** T-junction, kerosene-water, volume of fluid, fraction of kerosen, fraction of water, separation efficiency

## Abstrak

Kaji CFD terhadap aliran minyak-air dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Fluent* dengan model aliran multifase *Volume Of Fluid* (VOF) serta model aliran turbulenti  $\kappa$ - $\epsilon$ . Simulasi aliran dilakukan di dalam T-junction pada diameter branch  $D_b$  :19, 26 dan 36 mm, diameter inlet 36 mm dengan radius belokan  $R = 15$  mm. Fluida kerja yang digunakan adalah kerosen  $\rho = 820$  kg/m<sup>3</sup> dan air  $\rho = 998$  kg/m<sup>3</sup>. Kecepatan superfisial fase campuran divariasikan mulai 0,20 sampai dengan 0.62 m/s dan fraksi volume air (*water cut*) 50% sampai dengan 65%. Hasil simulasi numerik diverifikasi berdasarkan hasil eksperimen untuk diameter *branch* 19 mm. Dari hasil kaji CFD pada  $D_b = 19$  mm menghasilkan nilai penyimpangan rata-rata sebesar 3,6%. Pada  $D_b = 19$  mm, efisiensi pemisahan pada *branch* T-junction mempunyai nilai persentase penyimpangan rata-rata hasil simulasi numerik terhadap pengujian sebesar 3,6%. Pada  $D_b = 19$  mm, nilai efisiensi pemisahan rata-rata sebesar 0.84, pada  $D_b = 26$  mm, nilai efisiensi pemisahan rata-rata sebesar 0.83 dan pada  $D_b = 36$  mm, nilai efisiensi pemisahan rata-rata sebesar 0,91.

## Kata kunci:

T-junction, kerosene-water, volume of fluid, fraksi kerosene, fraksi volume water, efisiensi pemisahan.

## 1. Pendahuluan

Junction (percabangan) dapat dijumpai diberbagai aplikasi sistem perpipaan seperti pada proses kimia, proses produksi dan transportasi minyak dan gas. Ketika aliran dua fase yang tidak dapat bercampur (gas-cair atau cair-cair) mengalir di dalam pipa lalu bertemu didalam *T-junction*, maka jarang sekali keduanya terbagi dalam rasio yang sama. Adakalanya semua cairan mengalir ke *branch* (cabang vertikal) namun diwaktu lain semua cairan mungkin saja mengalir menuju *run* (cabang horisontal). Fenomena seperti ini disebut dengan istilah *phase maldistribution* (distribusi fase tidak merata).

Proses pemisahan fase menggunakan *T-junction* yang pertama kali diperkenalkan oleh Oranje pada tahun 1973 yang meneliti tentang pemisahan aliran dua fase gas-cair (Wang, 2008) serta *T-junction* sebagai *partial separator phase* (Azzopardi dkk, 2002).

Penelitian lainnya yang memanfaatkan *T-junction* sebagai pemisah fase fluida diantaranya adalah; proses pemisahan aliran dua fase gas-cair pada pola aliran *annular* (Azzopardi & Whalley 1982). Proses analisis dan penetapan tujuh variabel yang berhubungan dengan pemisahan aliran fluida yaitu laju aliran gas, kualitas ditiap cabang  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , dan *pressure drops* yang berhubungan dengan percabangan telah dilakukan oleh (Wren dan Azzopardi, 2004). Pemisahan fase cairan-cairan yaitu kerosene dan air dengan pola aliran *stratified* telah dilakukan oleh (Yang dan Azzopardi, 2007), serta pemisahan fase cairan-cairan yaitu kerosene dan air dengan pola aliran *stratified with mixture interface* (ST & MI) dan pola aliran *dispersed* (Yang dkk 2007). Pemisahan fase cairan yaitu kerosene dan air telah dilakukan pula oleh (Nuryosuwito 2009).

Penelitian pengaruh variasi geometri *T-junction* pada pemisahan fase telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya; pengaruh berbagai macam orientasi kemiringan *branch* dari *T-junction* telah dilakukan oleh (Azzopardi dan Smith 1992), (Penmatcha dkk. 1996), dan (Marti dan Shoham 1997). Pengaruh penyempitan pada sudut percabangan *T-junction* telah dilakukan oleh (Margaris D.P, 2007). Pengaruh sudut percabangan *T-junction* telah dilakukan oleh (Berman E.T, 2009).

Penelitian tentang pemodelan matematika dan/atau simulasi numerik aliran dua fase di dalam pipa atau *T-junction* telah dilakukan oleh banyak peneliti diantaranya adalah; simulasi numerik pola aliran dua fase gas-oil di dalam pipa horizontal menggunakan teknik *Volume of Fluid* (VOF) (Lu Guang Yao dkk 2007). Simulasi numerik aliran dua fase air-oli di

dalam *T-junction* menggunakan model *turbulent Mixture  $\kappa$ - $\epsilon$*  (Wang Li Yang dkk 2008). Simulasi numerik aliran dua fase gas-oil di dalam *T-junction* yang menyempit di sudut percabangan menggunakan prinsip kesetimbangan tekanan, massa, momentum dan energy (Margaris D.P, 2007). Simulasi numerik *drop formation* aliran dua fase air-tetradecane di dalam *T-junction* menggunakan teknik *Volume of Fluid* (VOF) (Liow J.L, 2004). Analisis CFD untuk prediksi *pressure drop* aliran dua fase refrigerant menggunakan model dua fase *Fluent* (Bhramara dkk,2008). Pemodelan aliran dua fase refrigerant di dalam tabung *orifice* pendek (Yang dan Zhang, 2005). Kaji banding kapasitas *interface tracking Computational Multi Fluid Dynamics* (CMFD) komersial yaitu *VOF Method-Fluent* dan *Level Set Method-TransAT* (Carlson dkk, 2008)

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian di atas, maka perlu diperkaya dengan variasi geometri *T-junction* yang belum dilakukan oleh para peneliti di atas.

Variasi geometri *T-junction* yang menjadi fokus penelitian adalah sebagai berikut:

- Geometri *T-junction* mempunyai diameter pipa horizontal (inlet dan run) 36 mm dan diameter pipa vertikal (branch) 19, 26 dan 36 mm. Titik percabangan (titik pertemuan pipa horizontal dan vertikal) mempunyai radius fillet 15 mm serta mempunyai kemiringan pada bagian *branch* terhadap bagian run yaitu  $90^\circ$
- Media fluida yang digunakan adalah water dan kerosene. Kecepatan *superficial* kerosene yang digunakan 0,10- 0,22 m/s dan kecepatan *superficial* water yang digunakan adalah 0,10 – 0,40 m/s, sehingga kecepatan *superficial* campuran menjadi 0,20-0,62 m/s.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut

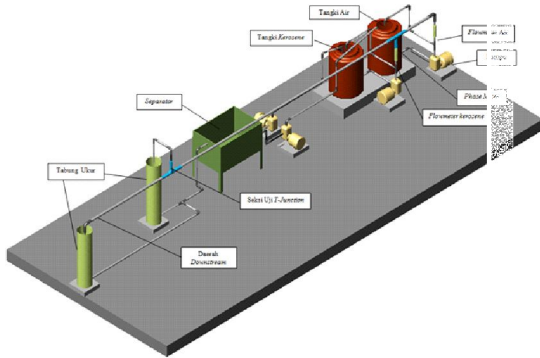
- Mendapatkan pola aliran fase kerosene dan fase water di dalam *T-junction*.
- Mengkaji pengaruh variasi diameter *branch* dan diameter inlet terhadap karakteristik pemisahan fase kerosene dan water.
- Menentukan efisiensi pemisahan fase yang paling baik dari konfigurasi geometri *T-junction*.

## 2. Pengujian, Simulasi dan Teknik Analisis

### 2.1 Proses Pengujian

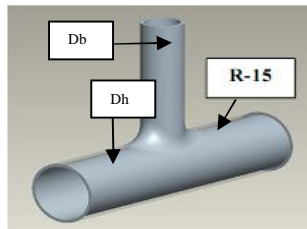
Pengujian proses pemisahan aliran kerosene dan aliran water menggunakan *Tjunction* telah dilakukan

oleh (Tinneke, 2010). Set-up pengujian seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1: Set-up eksperimental pemisahan kerosene-water menggunakan Tjunction (Tinneke, 2010)

Geometri T-junction yang digunakan pada eksperimen dapat dilihat pada gambar 2. Bahan yang digunakan untuk membuat T-junction adalah acrylic resin.



Gambar 2: T-junction diameter branch 19 mm dan diameter horizontal 36 mm (Tinneke, 2010)

## 2.2. Proses Simulasi Numerik

Didasarkan pada kondisi pengujian, maka proses simulasi numerik aliran dua fase kerosene-water akan dilakukan menggunakan Fluent dengan menggunakan model turbulente  $\kappa$ - $\epsilon$  dan model aliran multiphase Volume Of Fluid (VOF) dalam aliran 2D. Metode VOF hanya membutuhkan satu perangkat persamaan yang mencakup kedua fase dan solusinya didapat berdasarkan persamaan-persamaan kekekalan. Jika di dalam cell fluid fase  $i$ , fraksi volume dinotasikan sebagai  $\alpha_i$  ( $0 \leq \alpha_i \leq 1$ ) dan densitas fluida dinotasikan sebagai  $\rho_i$ , maka untuk  $n$  fase sistem di dalam domain komputasi, densitas rata-rata  $\rho$  dapat dituliskan sebagai berikut

$$\rho = \sum_{i=1}^n \alpha_i \rho_i \quad (1)$$

Fraksi volume dari fase  $i$  dapat dicari solusinya berdasarkan persamaan kontinuitas yang dituliskan dalam bentuk sebagai berikut

$$\frac{\partial \alpha_i}{\partial t} + v \cdot \nabla \alpha_i = \frac{S_{\alpha_i}}{\rho_i} \quad (2)$$

dimana  $t$  adalah waktu,  $v$  adalah kecepatan dan  $S_{\alpha_i}$  adalah perubahan massa fluida fase  $i$ .

Persamaan fraksi volume tidak dipecahkan untuk fase primer (dalam simulasi ini adalah fase water). Fase primer akan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (3)$$

Untuk persamaan momentum, sebuah persamaan momentum akan dipecahkan melalui domain komputasi yang akan menghasilkan medan kecepatan pada setiap fase. Persamaan momentum tergantung pada fraksi volume dari semua fase yang mempunyai properties  $\rho$  dan  $\mu$ , yang diberikan sebagai berikut

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho v) + \nabla \cdot (\rho v v) = -\nabla p + \nabla \cdot (\tau) + \rho g + F \quad (4)$$

dimana  $p$  adalah tekanan,  $\mu$  adalah viskositas,  $g$  adalah percepatan gravitasi dan  $F$  adalah gaya dan  $\tau$  adalah sebagai berikut

$$\tau = \mu [(\nabla v + \nabla v^T)] \quad (5)$$

Didalam simulasi numerik, pendekatan Euler explicit menggunakan standard finite difference interpolation scheme yang diterapkan pada nilai fraksi volume, yang dihitung pada time step sebelumnya. Persamaan (9) tidak membutuhkan iterasi solusi setiap time step dari persamaan transport, sebagaimana dibutuhkan untuk Euler implicit scheme

$$\frac{\alpha_i^{n+1} - \alpha_i^n}{\Delta t} V + \sum_f (U_{i,f}^n \alpha_{i,f}^n) = 0 \quad (6)$$

dimana  $n+1$  adalah indeks untuk time step berikutnya,  $n$  adalah indeks untuk time step sebelumnya,  $\alpha_{k,f}$  adalah nilai permukaan dari fraksi volume ke  $i$ , yang dihitung dari second-order upwind

scheme,  $V$  adalah volume cell,  $U_f$  adalah fluks volume melalui permukaan didasarkan pada kecepatan normal permukaan.

Model tegangan permukaan adalah Continuum Surface Force (CSF) model yang diusulkan oleh Brackbill. CSF dapat menunjukkan bahwa pressure drop penampang permukaan tergantung koefisien tegangan permukaan  $\sigma$  dan kurva permukaan ditentukan oleh dua radius dalam arah orthogonal  $R_1$  dan  $R_2$

$$p_2 - p_1 = \sigma \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (7)$$

dimana  $p_1$  dan  $p_2$  adalah tekanan masing-masing fluida pada sisi yang berlainan yang dibatasi oleh interface.

Didalam simulasi, kurva permukaan dihitung dari gradient lokal dalam normal permukaan pada interface ketika formulasi model CSF digunakan dan dengan memperhatikan jika  $n$  adalah normal permukaan yang didefinisikan sebagai gradient dari  $\alpha_i$  untuk fraksi volume fase  $i$  dapat dituliskan sebagai

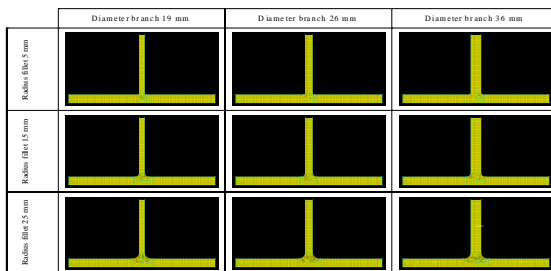
$$n = \nabla \alpha_i \quad (8)$$

Kurva  $\kappa$  didefinisikan dalam bentuk divergence dari unit normal yang dituliskan sebagai

$$\kappa = \nabla \cdot \hat{n} \quad (9)$$

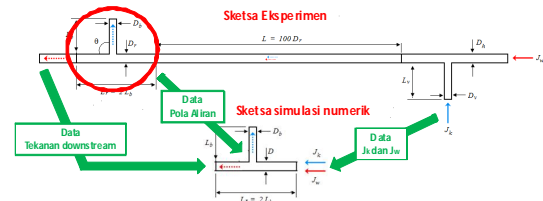
$$\hat{n} = \frac{n}{|n|} \quad (10)$$

Meshing grid domain komputasi T-junction menggunakan jenis meshing segiempat. Ukuran grid untuk satu cell yaitu 1 mm x 1 mm. Domain komputasi yang telah di meshing, seperti tampak pada Gambar 4.



Gambar 4: Meshing 1 mm x1 mm domain komputasi T-junction R 5, R 15 dan R 25 dan D 19, D 26 dan D 36

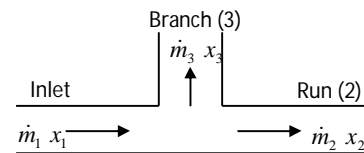
Posisi data pengujian yang digunakan sebagai data input simulasi numerik seperti tampak pada Gambar 5



Gambar 5: Penggunaan data pengujian ke data input simulasi numerik T-junction

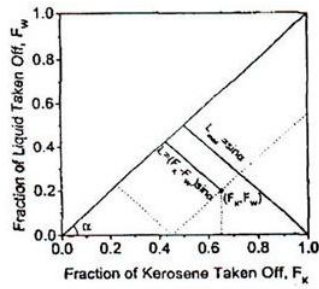
### 2.3. Teknik Analisis

Guna menilai hasil pemisahan fase dan optimalisasi kondisi operasi pada pemisahan fase di suatu T-junction, sebuah kriteria baru telah diusulkan yaitu efisiensi pemisahan (Yang dkk.,2006). Sebelum membahas aliran dua fase di T-junction, perlu diketahui dulu definisi dari beberapa parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Merujuk pada Gambar 6,  $m$  dan  $x$  masing-masing mewakili laju aliran massa dan kualitas massa dari kerosene (perbandingan dari laju aliran massa kerosene dengan laju aliran massa total); dan subscript  $k$  dan  $w$  adalah untuk kerosene dan water (air). Subscript 1 adalah pipa inlet, subscript 2 adalah pipa lurus setelah percabangan (run), dan subscript 3 adalah pipa cabang vertikal (branch). Parameter lain yang selalu digunakan pada dua fluida yang tidak dapat bercampur adalah water cut, yaitu fraksi volume air di dalam aliran.



Gambar 6: Parameter-parameter aliran dua fase di T-junction (Yang dkk., 2006)

Secara umum, hasil dari pemisahan fase di sebuah T-junction ditunjukkan dengan menggunakan perbandingan fraksi dari fase yang meninggalkan inlet menuju branch antara fase satu dengan fase lainnya, seperti ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7: Kriteria untuk menunjukkan pemisahan fase di T-junction (Yang dkk.,2006)

Fraaksi kerosene dan air yang meninggalkan inlet menuju branch dapat ditulis sebagai berikut :

$$F_k = \frac{\dot{m}_{k3}}{\dot{m}_{k1}} \quad (11)$$

dan

$$F_w = \frac{\dot{m}_{w3}}{\dot{m}_{w1}} \quad (12)$$

$$L = (F_k - F_w) \sin \alpha \quad (13)$$

Dimana  $\alpha$  adalah sudut antara garis diagonal dan garis horisontal (absis). Effisiensi pemisahan di definisikan sebagai perbandingan antara pemisahan aktual dengan pemisahan sempurna ( $L_{max} = \sin 90$ ), maka dapat ditulis sebagai berikut :

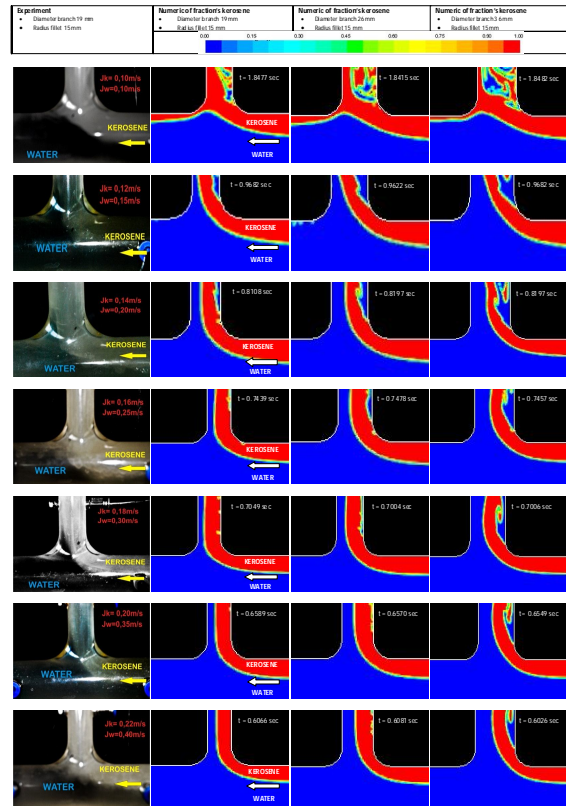
$$\eta = \frac{L}{L_{max}} = |F_k - F_w| \quad (14)$$

Dimana nilai mutlak digunakan karena data eksperimen mungkin saja diletakkan pada salah satu sisi dari garis pemisah, bergantung pada fase mana yang paling dominan berada di branch.

### 3. Hasil Simulasi

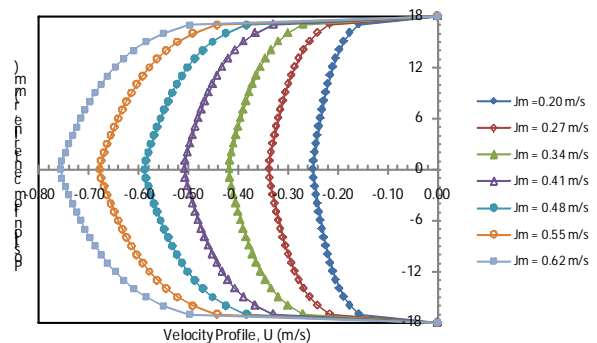
#### 3.1. Komparasi hasil pengujian dan simulasi

Hasil simulasi numerik dalam bentuk kontur fraksi volume kerosene (pada  $D = 19, 26$  dan  $36$  mm) dan hasil photo pengujian (pada  $D = 19$  mm) pada R15 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8: Kontur fraksi volume kerosene pada R 15 mm

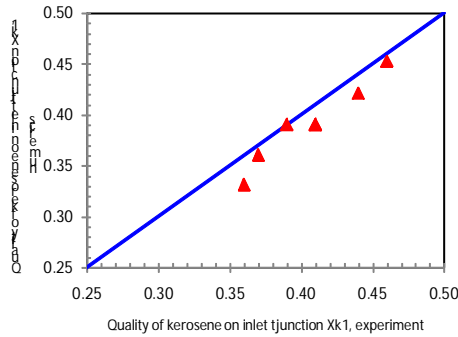
Distribusi kecepatan aliran campuran kerosene-air pada setiap kecepatan superficial campuran  $J_m$  yang masuk pada bagian inlet T-junction yang diturunkan pada kondisi aliran berkembang penuh dan menggunakan hukum pemangkatan, seperti tampak pada Gambar 9.



Gambar 9: Profil kecepatan masuk bagian inlet T-junction.

Berdasarkan profil kecepatan, maka dapat ditentukan kualitas kerosene yang memasuki inlet T-junction. Kualitas kerosene yang memasuki inlet T-junction

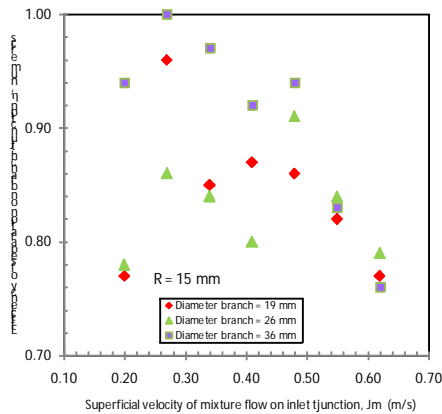
hasil simulasi numerik dan pengujian untuk setiap nilai  $J_m$  dapat dipresentasikan seperti tampak pada Gambar 10. Persentase penyimpangan rata-rata kualitas kerosene terhadap data pengujian adalah 3,6%.



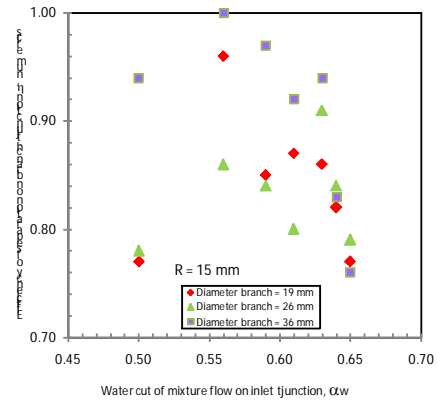
Gambar 10: Kualitas kerosene masuk bagian inlet Tjunction hasil numerik dan pengujian.

### 3.2. Pengaruh Diameter Branch pada Pemisahan Fase

Bentuk geometri T-junction dalam hal ini diameter branch  $D = 19, 26$  dan  $36$  mm akan mempengaruhi efisiensi pemisahan kerosene dan water  $\eta$  untuk setiap nilai  $J_m$  dan water cut  $\alpha_w$  pada  $R = 15$  mm, yang digambarkan seperti pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11: Pengaruh diameter branch pada  $\eta$  terhadap  $J_m$  untuk  $R = 15$  mm



Gambar 12: Pengaruh diameter branch padan terhadap  $\alpha_w$  untuk  $R = 15$  mm

### 3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi numerik pada kondisi kecepatan superficial campuran  $J_m = 0.20 - 0.62$  m/s dan atau water cut  $\alpha_w = 50 - 65\%$ , dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pada kondisi diameter branch  $D = 19, 26$  dan  $36$  mm dan radius fillet  $R = 15$  mm, kualitas kerosene yang masuk pada bagian inlet T-junction hasil simulasi numerik dan pengujian mempunyai nilai persentase penyimpangan rata-rata kualitas kerosene terhadap data pengujian sebesar 3,6%.
- Pada kondisi  $D = 19$  mm, efisiensi pemisahan pada branch T-junction mempunyai nilai persentase penyimpangan rata-rata hasil simulasi numerik terhadap pengujian pada kondisi  $R = 15$  mm sebesar 3,6%.
- Pada kondisi  $D = 19$  mm dan  $R = 15$  mm, nilai efisiensi pemisahan rata-rata dicapai sebesar 0,84.
- Pada kondisi  $D = 26$  mm dan  $R = 15$  mm, nilai efisiensi pemisahan rata-rata dicapai sebesar 0,83.
- Pada kondisi  $D = 36$  mm dan  $R = 15$  mm, nilai efisiensi pemisahan rata-rata dicapai sebesar 0,91.

#### 4. Daftar Pustaka

1. Amir T. Al-Wazzan, The Split of Horizontal Two-Phase Flow at a T- Junction – CFD Study, Department of Mechanical Engineering, University of Malaya, 50603 KL, Malaysia
2. Azzopardi B.J, Whalley P.B, 1982. The effect of flow two phase flow in a T-junction. *International Journal of Multiphase Flow*. Vol. 8 pp. 491-507.
3. Azzopardi B.J, Smith P.A., 1992. Two phase flow split at T junctions: effect of side arm orientation and downstream geometry. *International Journal of Multiphase Flow*. Vol. 18, pp. 861-875.
4. Azzopardi B.J, Colman D.A, Nicholson D, 2002. Plant application of a T-junction as a partial phase separator. *Trans I Chem E*. Vol. 80, part A, pp 87-96.
5. A. Carlson, P. Kudinov, C. Narayanan, 2008, Prediction of Two Phase Flow in Small Tubes: A Systematic Comparison of State of The Art CMFD Codes, 5th European Thermal-Sciences Conference, The Netherlands.
6. Conte G, Azzopardi B.J, 2003. Film thickness variation about a T-junction. *International Journal of Multiphase Flow*. Vol. 29, pp. 305-328.
7. Fluent Document, 2007, Advanced Fluent Training Course, Fluent User Service Center.
8. Marti S, Shoham O, 1997. A unified model for stratified-wavy twophase flow splitting at a reduced T-junction with an inclined branch arm. *International Journal of Multiphase Flow*. Vol. 23, pp. 725-748.
9. Margaris D.P, 2006. T-junction separation modelling in gas-liquid two-phase flow. *ScienceDirect. Chemical Engineering and Processing* 46 (2007) 150–158.
10. Penmatcha V.R, Ashton P.J, Shoham O, 1996. Two-phase stratified flow splitting at a T-junction with an inclined branch arm. *International Journal of Multiphase Flow*. Vol. 22, pp.1105-1122.
11. Shaughnessy, Edward J 2005, Introduction to fluid mechanics, Oxford University Press, Inc.
12. Tao Xing, Shanti Bhushan and Fred Stern, 2009, Introduction to Computational Fluid Dynamics (CFD), Lecture note
13. Yang L, Azzopardi B.J, Belghasi A, 2006. Phase separation of liquid-liquid two-phase flow at a T-junction. *AIChE Journal*. Vol. 52(1), pp. 141-149.
14. Yang L, Azzopardi B.J, 2007. Phase split of liquid-liquid two-phase flow at a horizontal T-junction. *International Journal of Multiphase Flow*. Vol. 33(2),pp. 207-216.
15. W. L. Chen, M. C. Twu, and C. Pan, 2002. Gas-liquid two-phase flow in micro-channels. *International Journal of Multiphase Flow*, 28(7):1235–1247.
16. Wren E, Azzopardi B.J, 2004. Affecting the phase split at a large diameter T- junction by using baffles. *International Journal of Multiphase Flow*. Vol. 28, pp. 835-841.
17. Wang Li-yang, Wu Ying-xiang, Zheng Zhi-chu, Guo Jun, Zhang Jun, Tang Chi, 2007. Oil-water two-phase flow inside T-junction. *Journal of Hydrodynamic*. Vol. 20(2), pp.147-153.
18. Tinneke S, 2010, Studi Eksperimental Pengaruh variasi Radius Belokan pada Tjunction Terhadap Karakteristik Pemisahan Kerosene-Air, Tesis, UGM.