

Desiminasi Uji Unjuk Kerja Alat Penyuling Air Mawar (Rose Water) Kepada Mahasiswa MBKM dan Teknisi Laboratorium

Budi Hariono^{1*}, Mokhammad Fatoni Kurnianto¹, Abi Bakri¹, Findi Citra Kusumasari¹

¹Department of agricultural technology, Politeknik Negeri Jember

budi_hariono@polije.ac.id, m_fatoni_k@polije.ac.id, abi_bakri@polije.ac.id, findi.citra@polije.ac.id

Abstrak

Kendala utama petani mawar adalah ketidakmampuan mempertahankan kesegaran bunga, segera layu dan dibuang setelah 3-5 hari dari masa panen. Oleh karena diperlukan inovasi mengolah limbah bunga mawar menjadi produk bernilai jual tinggi menjadi minyak atsiri. Permasalahan utama dalam proses rancang bangun alat mesin terutama alat mesin destilasi adalah belum diketahuinya efisiensi proses dari alat mesin tersebut. Hal ini memberikan pengaruh besar terhadap rendemen minyak atsiri yang diperoleh serta tidak efisien dalam menggunakan bahan bakar. Tujuan program ini adalah memberikan pengetahuan dan

ketrampilan kepada peserta yaitu peserta mahasiswa MBKM sebanyak 7 orang dan teknisi dari laboratorium (alat mesin pertanian serta laboratorium energi). Hasil perhitungan efisiensi alat penyuling air mawar adalah sebagai berikut : (a) efisien bejana ketel suling sebesar 22,91%; (b) efisiensi kondensor sebesar 77,08% dan (c) Efisiensi total alat penyuling sebesar 17,66%. Rekomendasi yang perlu dilakukan adalah meningkatkan efisiensi ketel suling dengan memberikan isolator sepanjang ketel suling.

Kata Kunci: bunga mawar, efisiensi, ketel suling, uji unjuk kerja

Abstract

The main obstacle for rose farmers is the inability to maintain the freshness of the flowers, which quickly wilt and are thrown away after 3-5 days of harvest. Because innovation is needed to process rose flower waste into products with high selling value and become essential oils. The main problem in the machine tool design process, especially distillation machine tools, is that the process efficiency of the machine tool is not yet known. This has a big influence on the yield of essential oils obtained and is inefficient in using fuel. The aim of this program is to provide knowledge and skills to participants, namely 7 MBKM student participants and technicians from laboratories (agricultural machine tools and energy laboratories). The results of calculating the efficiency of the rose water distiller are as follows: (a) the efficiency of the distilling kettle vessel is 22.91%; (b) condenser efficiency of 77.08% and (c) total distiller efficiency of 17.66%. The recommendation that needs to be made is to increase the efficiency of the distilled kettle by providing an insulator along the distilled kettle.

Keywords : rose flower, efficiency, distilled kettle, performance test

DOI: <https://doi.org/10.47134/comdev.v5i3.1491>

*Correspondensi: Budi Hariono

Email: budi_hariono@polije.ac.id

Received: 16-12-2024

Accepted: 11-01-2025

Published: 16-01-2025



Journal of Community Development is licensed under a [Creative Commons Attribution-4.0 International Public License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Copyright: © 2025 by the authors.

I. PENDAHULUAN

1.1 Analisis Situasi

Air mawar merupakan air yang dihasilkan dari penyulingan kelopak bunga mawar. Potensi bunga mawar desa Karangpring Kabupaten Jember, terdapat lebih dari 100 petani yang menanam mawar dengan luas setidaknya 50 hektar. Kendala utama petani adalah ketidakmampuan mempertahankan kesegaran

bunga, segera layu dan dibuang setelah 3-5 hari dari masa panen (Sylviana, Kristanto and Purbajanti, 2019); (Amiarsi and Tejasarwana, 2016). Oleh karena diperlukan inovasi mengolah limbah bunga mawar menjadi produk bernilai jual tinggi menjadi minyak atsiri.

Program MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka) merupakan inovasi terbaru Kemendikbudristek yang berlaku sejak akhir Januari 2020. Program ini bertujuan menciptakan lulusan Perguruan Tinggi Vokasi yang berkualitas baik dan unggul. Politeknik Negeri Jember sebagai salah satu Perguruan Tinggi Vokasi berkomitmen agar mahasiswa mendapatkan keterampilan dasar yang bersifat praktikal sesuai dengan kebutuhan industri. Program studi yang ada di lingkungan Jurusan Teknologi Pertanian meliputi Program Studi Teknologi Industri Pangan (TIP), Program Studi Keteknikan Pertanian (TEP) dan Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan (TRP). Salah satu mata kuliah di Program Studi Rekayasa Pangan adalah Mata Kuliah Teknik Rekayasa Pangan. Mata kuliah ini membahas secara detail terkait proses pengawetan pangan thermal dan non thermal; proses teknik pangan (kristalisasi, pasteurisasi, sterilisasi, evaporasi, pendinginan, pembekuan, pengeringan dan distilasi).

Untuk mendukung ciri pendidikan vokasi perlu dilakukan pelatihan terkait uji unjuk kerja peralatan destilasi kepada para mahasiswa dan teknisi di lingkungan Jurusan Teknologi Pertanian.

Tefa Alsintan mempunyai 3 buah alat penyuling minyak atsiri yaitu sistem water, sistem water and steam sehingga tersedia teknologi destilasi yang digunakan baik oleh dosen maupun mahasiswa. Proses destilasi menghasilkan minyak atsiri dalam jumlah sedikit, sementara destilatnya dalam jumlah besar (bisa mencapai 10-20 liter) per proses. Jumlah sebesar ini sementara dibuang dan belum dimanfaatkan. Berdasarkan kondisi di atas diperlukan upaya desiminasi uji unjuk kerja alat destilasi baik kepada mahasiswa MBKM maupun teknisi laboratorium.

II. METODE

2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Pelaksanaan program dilakukan di Laboratorium Alat Mesin Pertanian Politeknik Negeri Jember dari tanggal 3 – 28 Juni 2024. Mahasiswa yang terlibat peserta MBKM sebanyak 7 orang dan 3 orang teknisi dengan nama-nama sebagai berikut:

Metode pendekatan program meliputi penyuluhan dan pelatihan uji unjuk kerja peralatan destilasi alat penyuling air mawar bagi mahasiswa peserta MBKM maupun teknisi Laboratorium.

Materi penyuluhan meliputi : (1) pengenalan alat distilasi; (2) petunjuk cara operasional alat distilasi. Sedangkan materi pelatihan meliputi menentukan : (1) Berat bahan awal; (2) Kadar minyakatsiri; (3) Rendemen minyak atsiri; (4) Volume destilat hasil penyulingan; (5) Konsumsi LPG; (6) Lama penyulingan; (7) Suhu meliputi : a. suhu udara lingkungan, b. suhu uap air yang masuk ke ketel suling; c. suhu uap air yang masuk kondensor; d. suhu air pendingin yang masuk kondensor; e. suhu air pendingin yang masuk kondensor; f. Suhu dinding dalam ketel suling; g. Suhu dinding luar ketel suling dan komponen utama minyak atsiri

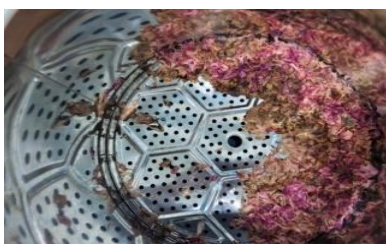


Gambar 1. Nama-nama peserta

Hasil dari penyuluhan terkait dengan operasional peralatan destilasi penyuling air mawar, semua peserta sebanyak 7 mahasiswa TRP Semester VIII dan 3 teknisi PLP dari TEP dan TET menguasai operasional alat penyuling mawar dan menguasai uji unjuk kerja berupa hasil perhitungan efisiensi alat destilasi bunga mawar. Berikut adalah foto-foto kegiatan penyuluhan dan uji unjuk kerja.



Bahan baku bunga mawar diperlakukan HPEF



Limbah bunga mawar pasca destilasi

Bunga mawar dimasukkan dalam bejana destilasi



Hasil air mawar (rose water)

Penutupan bejana destilasi



Hasil minyak bunga mawar

Gambar 2. Foto-foto kegiatan

2.2 Pengukuran berat bahan awal

Pengukuran bahan awal dilakukan dengan menimbang bahan bunga mawar sebanyak 5 kg.

2.3 Rendemen

Rendemen adalah hasil minyak atsiri, dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Volume minyak (mL)}}{\text{Bobot bahan (g)}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

2.4 Volume Destilat

Volume destilat diukur menggunakan gelas ukur dari proses distilasi selama 6 jam.

2.5 Konsumsi LPG

Konsumsi LPG diukur dari berat tabung LPG awal sebelum digunakan untuk pemasakan dikurangi dengan berat tabung LPG sesudah digunakan untuk pemasakan distilasi selama 6 jam.

$$\text{Konsumsi LPG} = \text{berat tabung LPG awal (kg)} - \text{berat tabung LPG setelah proses distilasi(kg)} \dots\dots\dots(2)$$

2.6 Lama penyulingan

Lama penyulingan adalah waktu yang diperlukan untuk proses distilasi minyak jeruk diukur dengan stop watch. Hasil pengamatan lapangan untuk proses minyak jeruk dibutuhkan waktu sekitar 5 jam.

2.7 Suhu

Suhu diukur menggunakan termokopel yang dihubungkan dengan data logger. Data hasil pengukuran digunakan untuk menentukan performance alat penyuling metode air dan uap (water and steam distillation) meliputi: (1) Lama dan laju penyulingan; (2) Laju konsumsi bahan bakar; (3) Laju konsumsi uap air; (4) Efisiensi ketel suling; (5) Efisiensi kondensor; (6) Efisiensi penyulingan total.

2.8 Analisis Performance Alat Penyuling Sistem Air dan Uap (Water and Steam Distillation)

2.8.1 Energi Bahan Bakar

Energi yang dihasilkan LPG sebagai bahan bakar proses penyulingan dihitung sebagai berikut.

$$Q_b = m_b \times U \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

Q_b = energi dari bahan bakar LPG (kJ)

m_b = konsumsi bahan bakar (lt)

U = nilai panas bahan bakar LPG (kJ/lt)

2.8.2 Energi untuk menguapkan air dalam ketel suling

Energi untuk menguapkan air dalam ketel suling dihitung dengan persamaan

$$Q_u = m_c \cdot c_p \cdot (T_d - T_a) + \mu \cdot H \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

Q_u = Energi untuk menguapkan air dalam ketel suling (kJ)

m_c = Jumlah air yang digunakan untuk proses penyulingan (lt)

c_p = Panas jenis air (kJ/kg°C)

T_d = Titik didih air (°C)

T_a = Suhu awal air (°C)

μ = Jumlah destilat yang diuapkan (lt)

H = Panas laten penguapan (kJ/kg)

2.8.3 Laju aliran uap dan air pendingin

Laju aliran uap dan air pendingin yang digunakan untuk proses kondensasi di kondensor dihitung sebagai berikut.

$$m = W/t \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

m = Laju aliran uap dan air pendingin (lt/jam)

W = Jumlah uap dan air pendingin yang dikeluarkan oleh ketel suling/tangki air (kg)

t = lama penyulingan (jam)

2.8.4 Kehilangan Panas

Panas yang dihasilkan kompor, tidak seluruhnya digunakan untuk proses penyulingan, sebagian panas hilang ke lingkungan melalui dinding ketel suling dan tutup ketel suling.

2.8.5 Kehilangan Panas melalui Ketel Suling (Welty, J.R, 1974)

Kehilangan panas melalui ketel suling dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$Q_d = h \cdot A_d (T_{od} - T_r) \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

Q_d = kehilangan panas melalui dinding ketel suling (kJ)

h = koefisien konveksi udara lingkungan ($W/m^2 \cdot K$)

A_d = luas total permukaan dinding (m^2)

T_{od} = suhu dinding luar ketel suling (°C)

T_r = suhu udara lingkungan (°C)

Nilai h dicari menggunakan persamaan di bawah ini menggunakan sifat-sifat udara disesuaikan kondisi sebenarnya.

$$\text{Untuk } Gr \cdot Pr \geq 10^9 \dots \dots \dots (7)$$

$$Nu_D = 0,0210 \cdot (Gr \cdot Pr)^{2/5}$$

$$h = (Nu_D \cdot k)/L$$

dimana :

k = konduktivitas panas udara (W/m^2oK)

L = tinggi dinding ketel suling (m)

2.8.5 Kehilangan Panas melalui Tutup Ketel Suling

Kehilangan panas melalui tutup ketel suling dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q_t = h \cdot A_t \cdot (T_{ot} - T_r) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

Q_t = panas yang hilang melalui tutup (kJ)

H = koefisien konversi udara lingkungan (W/m^2oK)

A_t = luas total permukaan tutup (m^2)

T_{ot} = suhu bagian luar tutup ($^{\circ}C$)

T_r = suhu udara lingkungan ($^{\circ}C$)

Nilai h dicari menggunakan persamaan di bawah ini menggunakan sifat-sifat udara disesuaikan kondisi sebenarnya.

$$\text{Untuk } 10^5 < Gr \cdot Pr < 10^{10} \dots\dots\dots (9)$$

$$Nu_D = 0,27 \cdot (Gr \cdot Pr)^{1/4}$$

$$h = (Nu_D \cdot k) / D_k$$

dimana :

k = konduktivitas panas udara (W/m^2oK)

D_k = diameter tutup ketel suling (m)

2.8.6 Efisiensi Penyulingan

Efisiensi penyulingan terdiri atas efisiensi ketel suling, efisiensi tutup ketel suling dan efisiensi kondensor. Efisiensi ketel suling adalah perbandingan energi yang masuk kondensor dibagi dengan jumlah energi yang masuk ke tangki pemasak/ketel suling.

Efisiensi kondensor adalah perbandingan antara jumlah energi yang dilepaskan oleh air pada waktu mengembun dengan jumlah energi yang diserap air pendingin.

Efisiensi penyulingan total adalah nilai perkalian antara efisiensi ketel suling dan efisiensi kondensor.

$$E_d = (Q_{n2} / Q_{n1}) \cdot 100\% \dots\dots\dots (10)$$

$$E_k = (Q_u / Q_a) \cdot 100\% \dots\dots\dots (11)$$

$$E_t = E_d \cdot E_k \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

E_d = efisiensi ketel suling (%)

E_k = efisiensi kondensor (%)

E_t = efisiensi penyulingan total (%)

Q_e = energi yang dilepaskan dari LPG (kJ)

Q_b = energi untuk menguapkan air dalam ketel suling (kJ)

Q_1 = energi yang masuk ketel suling (kJ)

Q_2 = energi yang masuk kondensor dikurangi panas yang hilang melalui dinding dan tutup ketel suling (kJ)

Q_u = energi yang dilepas ketika uap dalam kondensor mengembun (kJ)

Q_a = energi yang diserap oleh air pendingin (kJ)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyuluhan

Kegiatan penyuluhan berupa desiminasi unit-unit dari peralatan serta fungsi dari masing-masing unit.

3.1.1 Ketel Suling

Ketel suling destilasi sistem uap dan air dipasang saringan (grid) diatas dasar ketel suling sehingga air yang mendidih tidak kontak dengan bahan. Fungsi dari ketel suling adalah penghasil uap panas.

3.1.2 Tangki bahan

Tangki bahan adalah ruang tempat bahan yang akan didestilasi. Ruang bahan dipisahkan dengan saringan dari fluida yang digunakan sebagai pelarut (Gambar 3)

3.1.3 Kondensor

Kondensor sebagai alat penukar kalor (panas), berfungsi untuk mengkondensasikan fluida. Penerapan kondensor diletakkan diluar ruangan yang sedang didinginkan supaya panas yang keluar saat pengoprasiannya dapat dibuang keluar sehingga tidak mengganggu proses pendinginan (Gambar 4)

3.1.4 Unit Pemisah

Unit pemisah berfungsi memisahkan antara kondensat dengan minyak atsiri berdasarkan berat jenis (Gambar 5)

3.2 Dampak Khalayak Sasaran

Dengan dikuasainya proses uji unjuk kerja peralatan destilasi maka peserta khususnya tenaga PLP dapat memanfaatkan ilmunya untuk mempermudah kegiatan praktikum khususnya pada praktikum.

3.3 Proses Penyulingan

Penyulingan merupakan proses ekstraksi berdasarkan titik didih. Penyulingan didefinisikan sebagai metode separasi didasarkan pada perbedaan komposisi atara campuran cairan dan uap yang terbentuk. Perbedaan komposisi menyebabkan perbedaan tekanan uap efektif atau volatilitas senyawa dalam cairan (Sastrohamidjojo, 2004; Guenther E, 1987).

Titik didih suatu senyawa merupakan temperatur pada saat cairan berubah menjadi uap pada tekanan atmosfer atau temperatur pada saat tekanan uap air cairan tersebut sama dengan tekanan gas atau uap yang berada disekitarnya.

Metode distilasi masih merupakan proses yang penting untuk separasi minyak atsiri dari suatu jaringan tanaman (Sonwa M.M, 2000). Secara teknis ada dua sistim proses distilasi yaitu distilasi suatu campuran yang berwujud cairan yang tidak saling mencampur sehingga membentuk dua fasa atau dua lapisan, dan distilasi suatu cairan yang tercampur sempurna sehingga hanya membentuk satu fasa [4]; [5].

3.2 Hasil Rancangan Alat Penyuling

Alat penyuling metode air dan uap (water and steam distillation) yang dirancang terdiri atas : (1) Ketel suling; (2) Tangki bahan; (3) Kondensor; (4) Separator (Gambar 6 dan 7).



Gambar 3. Ruang bahan



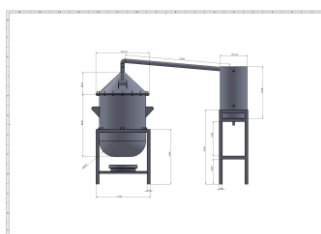
Gambar 4. Kondensor



Gambar 5. Unit pemisah



Gambar 6. Foto Alat Penyuling



Gambar 7. Instalasi Ketel Suling



Gambar 8. Pengukuran suhu dengan Data Logger

Ketel suling terdiri atas bejana air dengan dimensi diameter 65 cm dan tinggi 80 cm berkapasitas 40 liter air; tempat bahan berdiameter 65 cm dan tinggi 50 cm dengan tutup ketel berdimensi diameter 69 cm dan tinggi 28 cm yang terhubung dengan pipa penyalur berdimensi 10 cm dengan panjang 135 cm. Pipa penyalur tersebut terhubung dengan kondensor yang berdimensi diameter 35 cm dan tinggi 66 cm. Kondensor dilengkapi dengan pipa pendingin terbuat dari pipa ST 304 berdiameter ½” dengan panjang 15 meter berbentuk spiral. Sistem pendingin yang digunakan adalah sistem counter flow dimana air dialirkan berlawanan dengan aliran uap.

3.4 Data-data Pengamatan

Data pengamatan kinerja alat suling tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengamatan suhu pada seluruh bagian alai suling

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Berat bunga mawar	5	kg
2	Berat awal LPG	7,2	kg
3	Berat akhir LPG	5,1	kg
4	Berat air awal	40	liter
5	Berat air akhir	12	liter
6	Berat air teruapkan	28	liter
7	Waktu destilasi	5	jam
8	Hasil minyak mawar	1,8	mL
9	Berat jenis minyak	0,8416	g/mL
10	Berat minyak mawar	1,5148	g
11	Rendemen	0,0303	%
12	Nilai panas bahan bakar LPG	12.076	kKal/kg
13	Energi bahan bakar	25360	kKal
14	Jumlah air yang digunakan untuk proses penyulingan	40	Liter
15	Panas jenis air	4,2	kJ/kg°C
16	Titik didih air	103,56	°C

No	Parameter	Nilai	Satuan
17	Suhu awal air	30,58	°C
18	Jumlah destilat yang diuapkan	22	Liter
19	Panas laten penguapan	0,00226	kJ/kg
20	Energi untuk menguapkan air dalam ketel suling	52,479	kJ
21	Jumlah uap dan air pendingin yang dikeluarkan oleh ketel suling/tangki air	28	kg
22	Lama penyulingan	5	jam
23	Laju aliran uap dan air pendingin	5,6	L/jam
24	Diameter tabung destilasi	70	cm
25	Tinggi tabung destilasi	69	cm
26	Panas yang masuk atau panas yang keluar (ΔQ)	12.260,64	kJ
27	Luas total permukaan dinding (A_d)	1,518	m ²
28	Suhu dinding luar ketel suling (T_{od})	86,84	(°C)
29	Suhu udara lingkungan (T_r)	30,58	°C
30	Koefisien konveksi udara lingkungan (h)	110,67	W/m ² K
31	Kehilangan panas melalui ketel suling (Q_d)	9.451,68	kJ
32	Kehilangan Panas melalui Tutup Ketel Suling (Q_t)	1.917,73	kJ
33	Luas permukaan tutup ketel (A_t)	0,308	m ²
34	Tinggi tutup tabung destilasi	28	cm
35	Energi yang masuk ke kondensor	12.260,64	kJ
36	Energi yang masuk ke kondensor dikurangi panas hilang dari dinding dan tutup ketel suling	2808,96	kJ
37	Efisiensi ketel suling (E_d)	22,91	%
38	energi yang dilepas ketika uap dalam kondensor mengembun (kJ)	12.260,70	kJ
39	Efisiensi kondensor (E_k)	77,08	%
40	Efisiensi total ($E_d * E_k$)	17,66	%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka alat suling yang dirancang mempunyai dimensi berdiameter 65 cm dan tinggi 80 cm dengan kapasitas 40 liter air; tempat bahan berdiameter 65 cm dan tinggi 50 cm dengan tutup ketel berdimensi diameter 69 cm dan tinggi 28 cm yang terhubung dengan pipa penyalur berdimensi 10 cm dengan panjang 135 cm. Pipa penyalur terhubung dengan kondensor diameter 35 cm dan tinggi 66 cm. Kondensor dilengkapi dengan pipa pendingin terbuat dari pipa ST 304 berdiameter ½” dengan panjang 15 meter berbentuk spiral. Sistem pendingin yang digunakan adalah sistem counter flow dimana air dialirkan berlawanan dengan aliran uap. Efisiensi total sebesar 17,66% dengan efisiensi kondensor 77,08% dan efisien bejana distilasi 22,91%. Rekomendasi yang perlu dilakukan adalah meningkatkan efisiensi ketel suling dengan memberikan isolator sepanjang ketel suling.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Politeknik Negeri Jember yang telah memberi pendanaan program Pengabdian kepada Masyarakat PNBPN Tahun 2024 dengan nomor kontrak SP DIPA 023.18.2.677607/2024 tanggal 8 Juli 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiarsi, D. and Tejasarwana, R. (2016) 'Pengawet untuk Menjaga Kualitas Bunga Potong Mawar Selama Penyimpanan', *Jurnal Hortikultura*, 21(3), p. 274. doi: 10.21082/jhort.v21n3.2011.p274-279.
- Guenther, E. (1987) '*The essential oils*'. Penerjemah S. Ketaren. Minyak Atsiri (Jilid I). UI-Press, Jakarta.
- Sastrohamidjojo. (2004) '*Kimia Minyak Atsiri*'. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sonwa, M.M. (2000) '*Isolation And Structure Elucidation Of Essential Oil Constituents Comparative Study Of The Oils*'.
- Sylviana, R. D., Kristanto, B. A. and Purbajanti, E. D. (2019) 'Respon Umur Fisiologi Bahan Stek Mawar (*Rosa* Sp.) pada Pemberian Konsentrasi indole-3-butyric acid (IBA) yang Berbeda', *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(2), pp. 168–174. doi: 10.14710/baf.4.2.2019.168-174.
- Welty, J.R. (1974) '*Engineering Heat Transfer*'. John Wiley and Son Inc. Canada.