

Perancangan Alat Pengering Cengkeh Berkapasitas 30 kg Berbasis Arduino

Fikri Haryadi Nugroho¹, Hasan Hariri¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: fikridrad202@gmail.com

ABSTRAK

Dalam perancangan ini disusun untuk membahas tentang perancangan pada alat pengering cengkeh (*Sizygium Aromaticum*) yang digunakan untuk substitusi pengering konvensional dengan menjemur dibawah sinar matahari. Kelebihan yang ditawarkan dari perancangan alat ini adalah ketidaktergantungan pada cuaca panas dan berhubungan dengan tidak menentukannya proses pengeringan pada musim hujan. Perancangan alat pengering cengkeh ini menggunakan metode perancangan *Pahl & Beitz* untuk mendapatkan konsep rancangan yang sesuai dengan kebutuhan. Untuk melakukan proses pengering dengan spesifikasi yaitu, Alat pemanas (*Heater*) menggunakan *Tubular Heater*, menggunakan sistem mikrokontroler arduino uno dan sensor suhu kelembaban menggunakan DHT22, menggunakan Blower tipe sentrifugal, menggunakan LCD 2 × 16, menggunakan profil rangka besi siku berukuran 40 × 40 [mm], dimensi alat 1000 × 800 × 1200 [mm]. Sehingga akan didapat hasil pengering yang diinginkan yakni berkadar air yang tinggal antara 12 – 14 % sesuai dengan tingkat kekeringan yang aman untuk di simpan.

Kata kunci: Alat Pengering Cengkeh berbasis mikrokontroler, Metode Pahl & Beitz,

Cengkeh

ABSTRACT

*In this design was prepared to discuss about the design on clove dryer (*Sizygium Aromaticum*) used for substitution of conventional dryers by drying in the sun. The advantages offered from the design of this tool is the inability to depend on hot weather and is associated with the erratic drying process in the rainy season. The design of this clove dryer uses Pahl & Beitz design method to get a design concept that suits your needs. To perform the dryer process with specifications namely, Heater using Tubular Heater, using arduino uno microcontroller system and humidity temperature sensor using DHT22, using centrifugal blower, using LCD 2 × 16, using elbow iron frame profile size 40 × 40 [mm], tool dimensions 1000 × 800 × 1200 [mm]. So that the desired dryer result will be water-based that lives between 12-14% in accordance with the level of drought that is safe to store.*

Keywords: Clover Dryer based microcontroller, Method Pahl & Beitz, Clover.

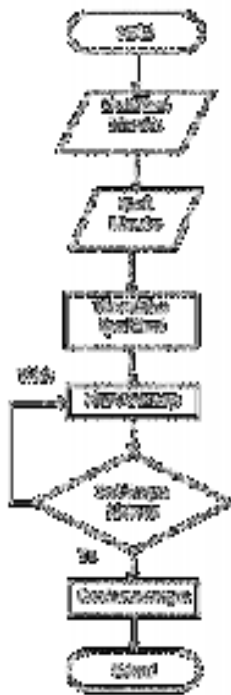
PENDAHULUAN

Cengkeh adalah komoditas yang sebagian besar diusahakan oleh perkebunan rakyat. Pada saat dilakukan proses panen, kadar air pada cengkeh berkisar 70-80% [1]. Sedangkan jika kadar air di bawah 12 % cengkeh akan mudah hancur sehingga mutunya rendah. Suhu pengeringan sebaiknya tidak lebih dari 56 °C karena dapat menyebabkan rusaknya senyawa-senyawa cengkeh atau hancurnya cengkeh [2]. Terdapat dua metode pengeringan cengkeh, yaitu dengan cara konvensional (menjemur di bawah sinar matahari) atau dengan mesin pengering menggunakan kayu bakar atau bahan bakar minyak. Hal yang menjadi masalah pada petani adalah ketergantungan pada cuaca, ketika musim penghujan maka cengkeh tidak akan kering sempurna yang berakibat pada

pembusukan dan kerugian yang diderita petani [2]. Dengan masalah tersebut, pada penelitian ini digunakan untuk menyelesaikan dengan cara merancang metode pengeringan cengkeh dengan PERANCANGAN ALAT PENERING CENGKEH BERKAPASITAS 30 KG BERBASIS ARDUINO. Kegunaan alat ini adalah mengurangi ketergantungan petani cengkeh terhadap cuaca yang tidak menentu saat ini, sehingga dengan kondisi cuaca apapun, para petani aman dari pembusukan cengkeh yang tidak kering sempurna. dan memudahkan para petani dalam pengoperasian otomatis berbasis mikrokontroler dengan *heater electric* tanpa harus memakai energi dari matahari maupun energi panas dari kayu bakar.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis melalui beberapa tahap yang dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pembuatan diagram alir perancangan alat pengering cengkeh ini berdasarkan “metode perancangan Pahl & Beitz dengan mempertahankan fase perancangan secara umum yaitu Penjabaran tugas (*Clasification of tasks*) ada pada point identifikasi masalah dan studi literatur, Penentuan konsep rancangan (*Conceptual design*) ada pada point menentukan spesifikasi dan pemilihan konsep, Perancangan wujud (*Embodiment Design*) ada pada point perhitungan mekanis, Perancangan rinci (*Detail Design*) ada pada point gambar rancangan [3].

1. Identifikasi Masalah

Sumber masalah diperoleh dari hasil observasi peneliti. Petani membutuhkan alat pengering untuk kebutuhan pertanian. Berdasarkan sumber masalah tersebut, perlu dilakukan studi literatur untuk

mendapatkan spesifikasi mesin yang sesuai dengan kebutuhan.

2. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai material, teknologi permesinan, *standard*, dan analisa perhitungan. Sumber referensi yang digunakan pada studi literatur dapat melalui katalog, jurnal, dan buku.

3. Menentukan Spesifikasi

Spesifikasi alat pengering cengkeh untuk dapat proses pengeringan yang optimal adalah sebagai berikut:

- Menggunakan *heater electric (Tubular Heater)* untuk pemanas.
- Menggunakan Arduino uno untuk sistem operasi keseluruhan.
- Menggunakan Sensor DHT-22 untuk deteksi kelembaban dan suhu.
- Menggunakan Blower untuk sirkulasi udara dalam kabin.

4. Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep dilakukan dengan menggunakan beberapa tahapan pemilihan, yaitu:

- Identifikasi Kebutuhan
- Spesifikasi Teknis Alat
- Blok Fungsi
- Pohon Fungsi
- Diagram Fungsi
- Morphological Chart*
- Seleksi Konsep dengan Skoring Tabel untuk pemilihan konsep dapat dilihat dalam bab hasil dan pembahasan.

5. Perhitungan Mekanis

Perhitungan mekanis dilakukan berdasarkan konsultasi oleh pembimbing tugas akhir untuk mendapatkan dimensi dan kemampuan rancangan. Penentuan hasil perhitungan yang telah ditetapkan pada perhitungan mekanis untuk menentukan ukuran-ukuran dari alat pengering cengkeh yang

diperlukan. Berikut adalah daftar perhitungan teknis untuk alat pengering cengkeh:

a. Perhitungan kekuatan rangka pada alat pengering cengkeh [4].

$$\sigma t = F/A \quad (1)$$

Dimana,

σt = Tegangan [N/mm^2]

F = Gaya [N]

A = Luas Penampang [mm^2]

b. Perhitungan efisiensi termal cengkeh.

\dot{q}_{in}

Laju energi kalor masuk yaitu energi yang masuk kedalam ruang pengering, dapat dihitung dengan persamaan [5] :

$$\begin{aligned} \dot{q}_{in} &= \dot{m}_{in} \times C_p \times T_{in} \\ \dot{m}_{in} &= \rho \times A \times V \end{aligned} \quad (2)$$

Dimana,

\dot{q}_{in}

= laju energi udara pengering (Watt)

\dot{m}_{in}

= laju aliran massa udara pengering (kg/s)

C_p

= kalor spesifik udara pada tekanan konstan dilihat pada tabel udara pada temperatur tertentu (J/kg.K)

T_{in}

= temperatur udara pengering (K)

ρ = massa jenis udara pengering (kg/m³).

A = luasan permukaan aliran udara masuk ruang pengering (m²).

V = kecepatan aliran masuk udara pengering (m/s).

\dot{q}_p

Laju energi pengeringan yaitu jumlah energi kalor yang dipergunakan untuk menguapkan massa air pada material per satuan waktu dengan persamaan [5]:

$$\begin{aligned} \dot{q}_p &= M_w \times L_h \\ M_w &= \frac{m_a - m_i}{t} \end{aligned} \quad (3)$$

Dimana,

\dot{q}_p

= laju energi panas pengeringan (Watt)

M_w

= massa air dalam material yang pindah ke udara pengering (kg)

L_h

= massa air dalam material yang pindah ke udara pengering (kg)

m_a

= massa awal material (kg)

m_i

= massa akhir material (kg)

t = waktu pengeringan (s)

Efisiensi pengeringan, yaitu perbandingan antara energi panas berguna pada proses pengeringan cengkeh dengan energi panas yang memasuki ruang pengering, dapat dirumuskan sebagai berikut [5] :

$$n_p = \frac{\dot{q}_p}{\dot{q}_{in}} \times 100\% \quad (4)$$

c. Menentukan spesifikasi *blower*.

Luas penampang pemanas satu buah pipa [6]:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (5)$$

Debit Udara [7] :

$$Q = A \times V \quad (6)$$

Dimana,

A = luas penampang [m^2]

d = diameter pipa [m]

V = kecepatan udara [m/s]

Q = debit udara [$\frac{m^3}{s}$]

Laju aliran massa udara :

Untuk mengetahui berapa laju aliran massa udara pada alat pengering cengkeh ini karena semakin

tinggi laju aliran massa udara, maka semakin cepat juga jumlah massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke lingkungan. Laju aliran massa udara dari alat pengering jenis *tray* ini didapat dari perkalian massa udara dengan luas penampang dan kecepatan dari udara yang dihasilkan oleh blower [8] :

$$\dot{m}_u = \rho_u \times A \times V \quad (7)$$

Dimana,

\dot{m}_u = laju aliran massa udara [$\frac{kg}{s}$]

ρ_u = massa jenis udara [$\frac{kg}{m^3}$]

A = Luas penampang [m^2]

V = Kecepatan udara [$\frac{m}{s}$]

6. Gambar Rancangan

Gambar 3D dan 2D dari hasil rancangan yang disertai dengan gambar susunan lengkap dengan detail dan *bill of material*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi kebutuhan digunakan untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan yang diinginkan konsumen dengan cara melakukan survey. kriteria identifikasi yang digunakan yaitu:

- Geometri
- Material
- Produksi
- Perawatan
- Operasi

Tabel 1 Identifikasi Kebutuhan

Uraian	Identifikasi Kebutuhan	Spesifikasi Kebutuhan
1. Geometri		
W	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Penampang dan lebar minimal tidak lebih dari 1200 mm
W	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Lebar minimal tidak lebih dari 1200 mm
2. Material		
W	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Material yang digunakan harus kuat
C	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Menggunakan material yang dapat
3. Produksi		
W	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Kapasitas mesin yang dapat digunakan
W	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Produksi mesin yang produktif
4. Perawatan		
B	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Adanya pemeliharaan
B	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Pemeliharaan pemeliharaan
B	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Pemeliharaan pemeliharaan
5. Operasi		
E	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Adanya pengoperasian
B	Adanya ruang untuk meletakkan produk yang akan dikeringkan	Mudah dioperasikan

B. Spesifikasi Teknis

Kebutuhan dalam membuat alat pengering berdasarkan Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Spesifikasi Teknis

No	Komponen	Spesifikasi
1	Arduino Uno	ATMega328
2	Elemen Pemanas Listrik	Tubular Heater 700 [Watt]
3	Sensor DHT-22	NTC
4	LCD Display	Digital LCD
5	Rangka	Besi Siku 40 x 40 x 3 [mm]
6	Dimensi alat	1000 x 800 x 1200 [mm]
7	Blower	3800 rpm
8	Kabel	NYAF

C. Blok Fungsi

Setelah melakukan pencarian literatur dapat ditentukan bentuk dan isi blok fungsi sebagai berikut.



Gambar 2 Blok Fungsi

Penjelasan dari blok fungsi mesin pengering padi diatas sebagai berikut:

1. Energi masuk dari mesin pengering adalah listrik.

2. Energi keluar dari mesin pengering cengkeh adalah panas.
3. Material masuk pada mesin pengering cengkeh adalah kadar air cengkeh 72 %.
4. Material keluar dari mesin pengering cengkeh adalah kadar air cengkeh 12,7 %.
5. Sinyal Masuk ditentukan oleh operator dengan cara menekan switch panel.
6. Sinyal Keluar ditentukan oleh operator dengan cara menekan switch panel.

D. Pohon Fungsi

Hasil penjabaran dari blok fungsi perancangan alat pengering cengkeh didapatkan sub-fungsi dan komponen sebagai berikut.



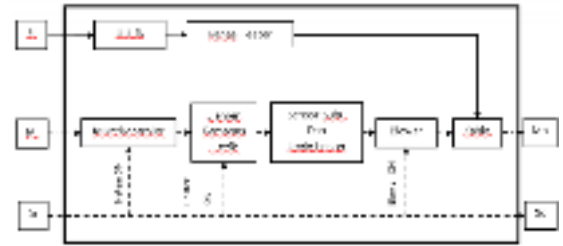
Gambar 3 Pohon Fungsi

Penjelasan dari pohon fungsi alat pengering cengkeh sebagai berikut:

1. Sub-fungsi alat pengering cengkeh terdiri dari Rangka, elemen pemanas listrik, sensor suhu dan kelembaban, mikrokontroler, blower.
2. Komponen yang dapat dipakai pada alat pengering cengkeh pada tiap subfungsi sebagai berikut
 - Pada Rangka komponen yang dapat di pakai adalah besi siku 40×40 mm.
 - Pada Elemen Pemanas Listrik komponen yang dapat di pakai adalah Tubular Heater.
 - Pada Sensor suhu dan kelembaban komponen yang dapat di pakai adalah Sensor DHT-22.
 - Pada Mikrokontroler komponen yang dapat di pakai adalah Arduino Uno ATmega328.
 - Pada Blower komponen yang dapat di pakai adalah blower centrifugal.

E. Diagram Fungsi

Setelah blok fungsi dan komponen secara kasar sudah ditentukan, selanjutnya dapat membuat diagram fungsi yang menentukan sistem kerja alat.



Gambar 4 Diagram Fungsi

Penjelasan dari diagram fungsi Alat pengering Cengkeh sebagai berikut:

Material masuk kedalam nampun mesin pengering, kemudian energi listrik masuk mengaktifkan mikro kontroler serta mengaktifkan elemen pemanas listrik dengan suhu 50°C yang sudah di setting dengan mikrokontroler, kemudian panas yang dihasilkan dari elemen pemanas dibaca oleh sensor suhu dan kelembaban kemudian suhu akan ditampilkan pada LCD, Kemudian blower ON untuk sirkulasi panas dalam kabin merata.

F. Morphological Chart

Hasil dari blok fungsi, pohon fungsi, diagram fungsi, dan spesifikasi teknis dapat ditentukan varian konsep alat menggunakan metode morphological chart.

Tabel 3 Morphological Chart

No	Sub Fungsi	Paragraf	Varian 1	Varian 2	Varian 3	Paragraf	Varian 1	Varian 2	Varian 3
1	Rangka	Rangka Baja 40x40		Rangka Baja 40x40		Rangka Baja 40x40			
2	Elemen Pemanas	Tubular Heater		Tubular Heater		Tubular Heater			
3	Sensor	Sensor DHT-22		Sensor DHT-22		Sensor DHT-22			
4	Mikrokontroler	Arduino Uno		Arduino Uno		Arduino Uno			
5	Blower	Blower Centrifugal		Blower Centrifugal		Blower Centrifugal			
6	LCD	LCD 16x2		LCD 16x2		LCD 16x2			

Keterangan:

- Varian 1 =
- Varian 2 =
- Varian 3 =

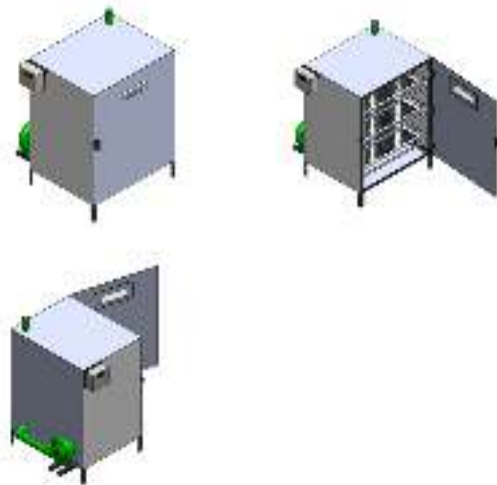
G. Skoring Tabel

Setelah varian konsep telah terbuat, kemudian dilakukan seleksi pemilihan konsep rancangan menggunakan metode skoring tabel dibawah ini.

Tabel 4 Skoring Tabel

No	Kriteria/Detail	Bobot	Varian 1		Varian 2		Varian 3	
			V	B:V	V	B:V	V	B:V
1	Biaya Produksi	1,2	3	0,6	4	0,8	3	0,6
2	Keandalan/Seawe	0,1	3	0,2	3	0,3	3	0,3
3	Program Kontrol	0,3	3	0,6	4	1,2	3	0,6
4	Model/Agilitas/ukuran	1,2	3	0,6	3	0,6	3	0,6
5	Konstruksi/ukuran/lokasi/luas	1,2	3	0,4	3	0,6	3	0,6
	Jumlah	1		3,4		3,5		3,7

Konsep yang terpilih ada pada varian ke 2 karena memiliki skor tertinggi yaitu 3,5 dibanding dari varian lain. Karena memenuhi semua kriteria yang diinginkan oleh pengguna.



Gambar 5. Rancangan Terpilih

H. Perhitungan Mekanis

Sebelum dilakukan proses pengeringan cengkeh, alat pengering diujicoba tanpa beban. Pada ujicoba alat tanpa beban, ruang pengering cengkeh diusahakan bertemperatur antara 40°C sampai 60°C. Setelah dicapai temperatur tersebut, dilanjutkan proses pengeringan cengkeh.

Pada percobaan ini, sirkulasi udara dihasilkan oleh blower 3 inch dengan kecepatan penuh (bukaan troatle penuh), sehingga udara tersebut menyerap kalor dari pemanas pada alat pengering tersebut. Pada pengujian alat dengan beban, dilakukan variasi kapasitas pengeringan cengkeh basah seberat 30 kg, atau rata-rata 11,6 kg, setiap tingkat tray.

Untuk kapasitas pengeringan cengkeh seberat 30 kg ini, kondisi udara lingkungan saat dilakukan pengambilan data, menunjukkan bahwa

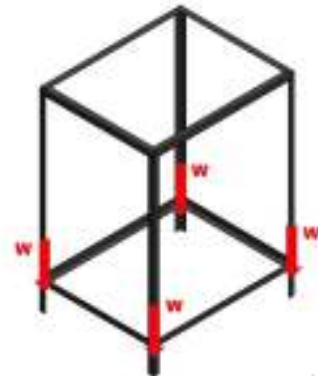
temperatur bola kering rerata sebesar 31°C dan temperatur bola basah adalah sebesar 27°C.

Untuk laju energi kalor masuk sebesar 487.148,625 Watt = 0,5 kW dan Laju energi pengeringan 5 Watt = 0,005 kW. Maka didapat efesiensi pengeringan cengkeh sebesar 10 %.

Untuk kekuatan rangka pada alat Tegangan izin material ST-37 dengan angka keamanan 3 didapat sebesar 80 MPa. Luas permukaan rangka yang menerima beban A = 221 mm², maka tegangan yang terjadi pada rangka dapat diketahui 1,71 MPa.

Tabel 5 Material Properties Baja

Bahan	E	G	σ_{pt}	σ_y
Baja 37	210.000	80.000	370	240
Baja 42	210.000	80.000	420	250
Baja 50	210.000	80.000	500	300
Baja 52	210.000	80.000	520	320
Baja 60	210.000	80.000	600	360
Baja 70	210.000	80.000	700	420
37 MnSi5	210.000	80.000	1000	750
Baja Lenting	210.000	80.000	1300	1150
Al Cu Mg	72.000	28.000	420	280



Gambar 5. FBD (Free Body Diagram)

Untuk menentukan spesifikasi blower, Luas penampang pemanas satu buah pipa sebesar 0,0045 m² dengan debit udara sebesar 8,1 m³/min. Untuk Laju aliran massa udara didapat sebesar 0,027 kg/s. Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat Blower yang digunakan bertipe *centrifugal blower* berukuran 3 inch, dengan putaran maksimal 3000 rpm, Debit 8,1 m³/min, Daya sebesar 370 Watt, Tegangan 220 V dan Arus sebesar 2 A dengan *adjustable flow*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Rancangan alat untuk mengeringkan cengkeh 30 kg dimana cengkeh dikeringkan melalui proses pemanasan menggunakan elemen panas listrik dengan Kalor total yang dibutuhkan untuk memanaskan cengkeh hingga suhu 75°C sebesar 37.097.086,294 *Joule*, dengan laju kalor masuk ke ruang pengering sebesar 0,5 kW, laju energi pengeringan sebesar 0,005 kW, dan efisiensi termalnya sebesar 10%. Dengan kadar air yang didapat sebesar 9,27%, maka alat pengering dapat diterapkan di masyarakat.
 2. Rancangan Alat Pengering dapat mengeringkan cengkeh dengan spesifikasi alat sebagai berikut.
 - a. Kapasitas alat pengering 30 [Kg]
 - b. Sistem Mikrokontroler Arduino Uno
 - c. Blower tipe *centrifugal*
 - d. Dimensi Rangka 1000×800×1200 [mm]
 - e. *Finned Tubular Heater* 700 [Watt]
- [8] Dietzel Fritz, Dakso Sriyono., 1980. Turbin Pompa dan Kompresor, Jakarta: Penerbit Erlangga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ruhnayat, A., 2002. Memproduktifkan cengkeh: tanaman tua dan tanaman terlantar. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [2] Najiyati Sri dan Danarti., 2003. Budi Daya dan Penanganan Pasca panen. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [3] G. Pahl, W. Beitz., 2007. "Engineering Design a Systematic Approach Third Edition", London: Springer-Verlag London Limited.
- [4] Bagaskara, B., Respati, S.M.B. And Dzulfikar, M., 2019. "Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Foto Makro Dan Mikro Pada Baja St-37 Dengan Pengelasan Smaw Untuk Rangka Billboard." Majalah Ilmiah Momentum, Vol. 15, No. 2, hal. 132- 136.
- [5] Johaness, S., Siswantoro, S., & Bahiuddin, I., 2020. "Rancang Bangun Alat Pengering Produk Pertanian Tipe *Tray* Berputar". (Studi kasus di Yogyakarta) Jurnal Rekayasa Mesin. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [6] Sularso, & Tahara, H., 2000. Perawatan dan Pemeliharaan Kompresor. Perawatan Dan Pemeliharaan Kompresor. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [7] Orianto, & Pratikto, W.A., 1989. Mekanika Fluida 1. Surabaya: BPFE-Yogyakarta.