



LAPORAN TEKNIS

K5.01

**KRITERIA PEMILIHAN  
TIPE FLOWMETER UNTUK PENGUKURAN  
FLUIDA PANAS BUMI UNTUK BUDIDAYA JAMUR  
DI LAPANGAN PANAS BUMI KAMOJANG,  
KABUPATEN BANDUNG,  
JAWA BARAT**

---

Oleh :  
DR. Irhan Febijanto  
Nip: 680002166

PERPUSTAKAAN

No. Induk	: 1540/H104
Klasifikasi	: IL.97.04.1540
Subjek	: _____
	: _____
Harga / Asal	: _____
Pemb. / Mad / Tk	: _____
Katalog	: _____
Dil.	: 06-10-04
	: 25-01-05

**Mengetahui :**

Direktur Pusat Pengkajian dan Penerapan  
Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi

**(DR. Ir. Subagio Imam Bakri)**  
Nip: 680000168

---

**PUSAT PENGAJIAN & PENERAPAN  
TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI  
DEPUTI BIDANG TENOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ALAM  
BPP TEKNOLOGI  
2002**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>2</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>3</b>
<b>2. JENIS-JENIS FLOWMETER</b> .....	<b>3</b>
2.1 WETTED –TRANSDUCER TRANSIT-TIME ULTRASONIC (SYSTEM 960) .....	3
2.2 ORIFICE PLATE .....	4
2.3 TURBINE .....	5
2.4 MAG METER .....	5
2.5 VENTURI .....	5
2.6 VORTEX SHEDDING .....	6
<b>3. PERBANDINGAN UNJUK KERJA FLOWMETER</b> .....	<b>6</b>
<b>4.KONDISI DI LAPANGAN</b> .....	<b>7</b>
<b>5. KESIMPULAN</b> .....	<b>9</b>
<b>6. DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>

## TABEL dan GAMBAR

Gambar Flowmeter tipe System 960 .....	4
Gambar 1 Flowmeter tipe Orifice Plate .....	4
Gambar 2 Flowmeter tipe Turbine.....	5
Gambar 3 Flowmeter tipe Venturi .....	5
Gambar 4 Flowmeter tipe Vortex Shedding .....	6
Tabel 1 Jenis-Jenis Flowmeter.....	7
Gambar 5 Kondisi Lapangan untuk Pemasangan Flowmeter .....	8
Gambar 6 Hasil Pengukuran Air di dalam Heat Exchanger.....	9

## 1. PENDAHULUAN

Pada percobaan sterilisasi budidaya jamur dengan menggunakan panas bumi yang telah dilakukan pada tahun anggaran 2000-2001. Proses sterilisasi telah dapat dilakukan dengan baik, walaupun masih ada beberapa kebocoran yang tidak mengganggu operasional percobaan. Kebocoran ini masih perlu diperbaiki dalam tahun anggaran berikutnya. Hal yang paling penting pada penelitian ini adalah bukan faktor teknis lagi, tetapi faktor keekonomian dari penggunaan panas bumi sebagai pengganti bahan bakar minyak tanah. Terlebih, dari pihak PERTAMINA berkeinginan untuk memakai teknologi terapan budi daya jamur dengan panas bumi ini sebagai *communit development* masyarakat di sekitar lapangan panas bumi di tempat lain, selain lapangan panas bumi Kamojang.

Berapa jumlah fluida panas bumi dalam satu kali proses sterilisasi, merupakan faktor yang penting. Karena hal ini dapat dipakai sebagai pengguna teknologi ini, apakah lebih efisien dibandingkan dengan cara konvensional, baik dari segi operasional maupun finansial.

Perhitungan banyaknya fluida panas bumi sebagai media pembawa panas dihitung terbalik dengan menghitung jumlah air yang menguap. Untuk sementara perhitungan fluida tersebut dilakukan dengan cara *indirect use* (Sumotarto, U & Irhan, 2001). Untuk meningkatkan keakuratan pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan flowmeter. Tipe flowmeter yang akan dipakai dalam percobaan selanjutnya (tahun anggaran 2001-2002) perlu direncanakan dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

Lokasi dari percobaan budidaya jamur dengan pemanfaatan panas bumi di Kamojang ini terletak di Kabupaten Bandung bagian selatan, detail lokasi tersebut dapat dilihat di lampiran 1. Dan lokasi sumur panas bumi yang digunakan ditunjukkan pada lampiran 2.

## 2. JENIS-JENIS FLOWMETER

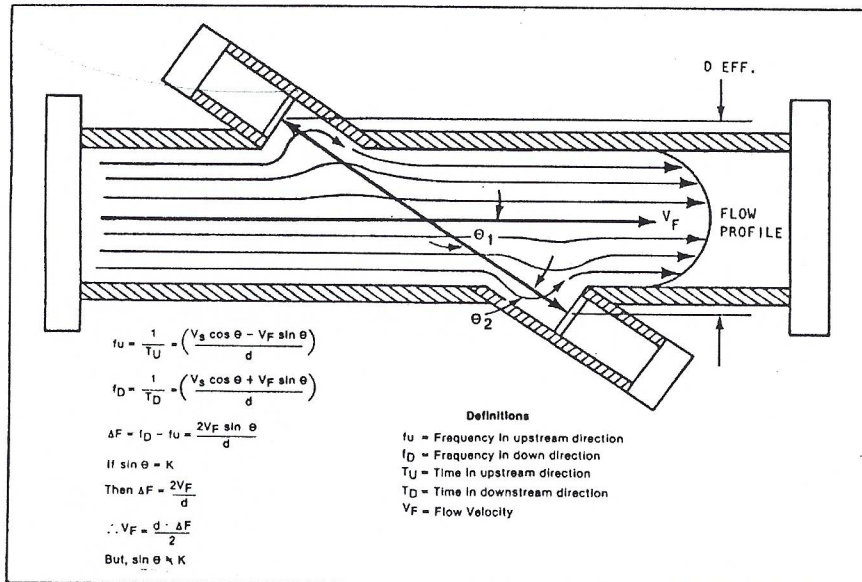
Flowmeter adalah alat pengukur fluida yang dapat dibagi menjadi beberapa jenis bergantung kepada teknik pengukurannya. Di sini diulas jenis flowmeter yang dipakai untuk pengukuran steam/uap air.

### 2.1 Wetted –Transducer Transit-Time Ultrasonic (System 960)

Alat pengukur ini menggunakan gelombang ultrasonic untuk mengukur kecepatan fluida. Dalam gambar 1 ditunjukkan prinsip kerja dari alat ukur ini. Dua transducer dengan sudut tertentu dimasukkan ke dalam pipa dengan arah berlawanan dan sejajar. Gelombang suara/sonic diarahkan ke aliran fluida dari kedua transducer secara bersamaan. Aliran fluida diukur berdasarkan perbedaan waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonic yang menjadi berubah karena adanya aliran fluida. Prinsip perhitungan tersebut ditunjukkan di gambar 1. Alat pengukur ini biasanya digabung dengan alat pembaca digital.

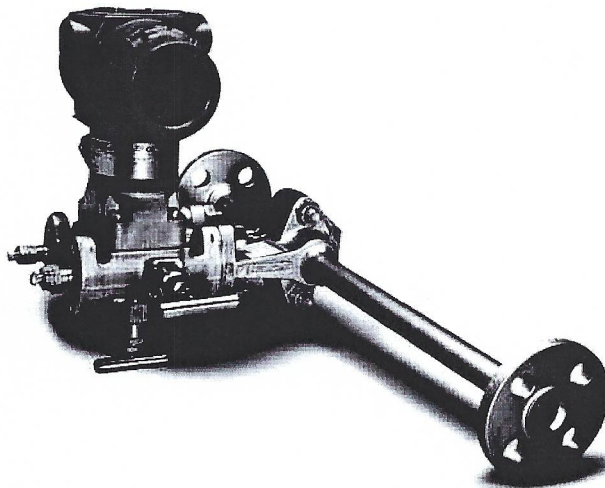
Pengukuran dengan cara ini, sama sekali tidak mengganggu aliran fluida, berbeda dengan cara pengukuran konvensional dimana terdapat bagian alat pengukur, yang mengganggu aliran fluida

Sistem ini sangat praktis hanya karena masih merupakan teknologi baru, harganya masih relatif mahal, dan belum banyak dipakai oleh industri.



**Gambar Flowmeter tipe System 960**

## 2.2 Orifice Plate

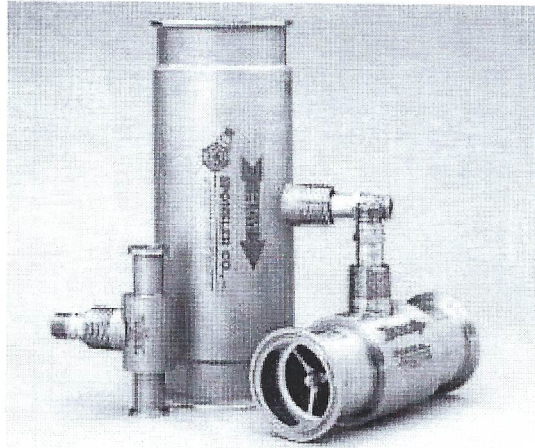


**Gambar 1 Flowmeter tipe Orifice Plate**

Pengukuran dengan orifice plate ini dilakukan dengan menggunakan prinsip perbedaan tekanan fluida di bagian upstream dan downstream, ketika fluida mengalir melewati sebuah plate yang mempunyai diameter lebih kecil dari pipa. Dengan menggunakan prinsip Bernoulli perbedaan dari perbedaan tekanan yang terjadi pada aliran fluida di upstream dan downstream dapat dihitung kecepatan fluida yang melewati orifice plate, dengan kalibrasi sesuai dengan karakteristik orifice.

Penggunaan orifice plate sebagai alat pengukur banyak digunakan di berbagai instalasi karena kesederhanaan konstruksi alat pengukur. Salah satu bentuk alat pengukur dengan prinsip orifice plate ditunjukkan di gambar 1.

## 2.3 Turbine



Gambar 2 Flowmeter tipe Turbine

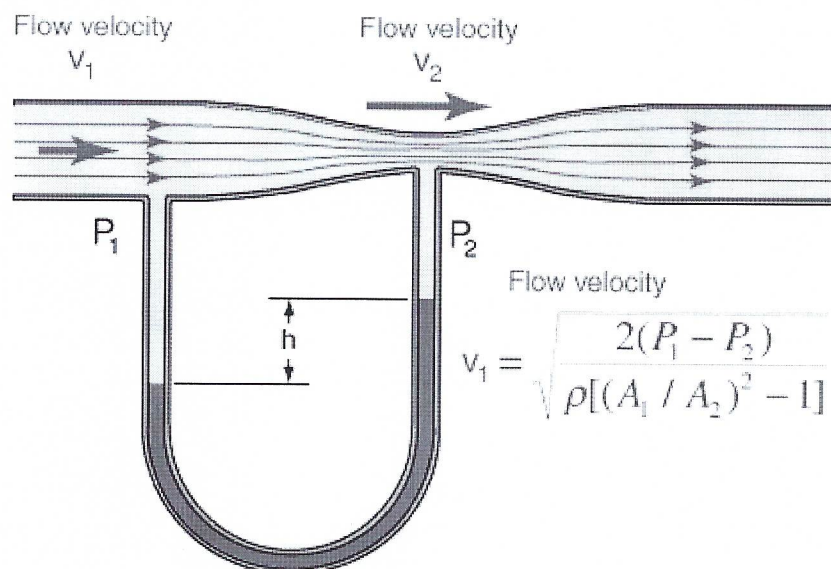
Prinsip kerja dari Turbine Flowmeter, adalah sama dengan turbin pada PLTU. Dimana sudu turbin digerakkan oleh fluida yang mengalir di dalam pipa. Dari kecepatan putar sudu turbin dapat diukur kecepatan alir fluida di dalam pipa. Dalam gambar 2 ditunjukkan alat pengukur Turbin dimana sudu terdapat di dalam pipa.

## 2.4 Mag Meter

Alat pengukur ini menggunakan prinsip kerja magnet untuk mengukur fluida. Aliran fluida yang melewati medan electromagnet menghasilkan induksi tekanan listrik, dan tekanan listrik ini yang diukur, lalu dikonversikan ke kecepatan aliran fluida.

Pengukuran dengan cara ini, sama sekali tidak mengganggu aliran fluida, berbeda dengan cara pengukuran konvensional yang terdapat bagian alat pengukur, yang mengganggu aliran fluida.

## 2.5 Venturi



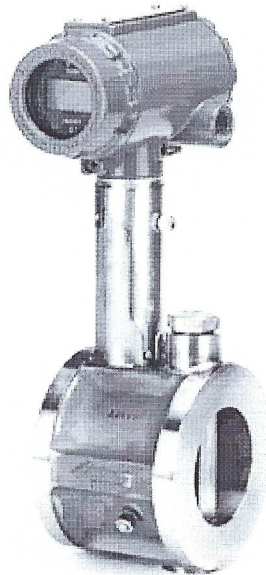
Gambar 3 Flowmeter tipe Venturi

Pengukuran dengan venturi tube, dilakukan dengan memanfaatkan perbedaan tekanan akibat perbedaan kecepatan udara ketika fluida melewati pipa yang mempunyai diameter yang berbeda. Prinsip ini disebut prinsip Bernoulli, yang dinyatakan dengan persamaan seperti ditunjukkan di gambar 3. Ditunjukkan bahwa ketika fluida melewati diameter pipa yang menyempit terjadi perbedaan tekanan fluida yang ditunjukkan dengan perbedaan tinggi fluida pengukur setinggi,  $h$ , dimana perbedaan kecepatan  $v_1$  dan  $v_2$  menghasilkan perbedaan tekanan  $P_1$  dan  $P_2$ .

Pengukuran dengan bisa diperoleh hasil yang akurat, jika kalibrasi dilakukan dengan cara yang betul.

## 2.6 Vortex Shedding

Pengukuran dengan vortex flowmeter ini, dilakukan dengan memanfaatkan fenomena timbulnya vortex yang ditimbulkan ketika fluida melalui bagian pengukur yang berfungsi menimbulkan vortex. Suhu dan tekanan vortex diukur untuk mendapatkan pengukuran kecepatan fluida. Gambar 4 menunjukkan jenis pengukuran yang menggunakan prinsip pengukuran vortex.



**Gambar 4 Flowmeter tipe Vortex Shedding**

## 3. PERBANDINGAN UNJUK KERJA FLOWMETER

Karakteristik unjuk kerja dari tiap flowmeter yang telah diterangkan di atas dibandingkan pada tabel 1. Harga dari masing-masing tipe flowmeter tidak dibandingkan.

Dari segi keakurasian alat pengukur Wetted-Transducer Transit-Time Ultrasonic (System 960), Mag Meter dan turbine menunjukkan keakurasian yang tinggi. Dari ketiga jenis ini, karena menggunakan pergerakan mekanik pada pengukuran, pada turbin terjadi gangguan aliran fluida. Dari segi keleluasaan pengukuran Wetted –Transducer Transit-Time Ultrasonic (System 960) mempunyai keleluasaan yang luas. Dimana alat ukur ini mempunyai range pengukuran lebar, tidak bergantung dengan diameter pipa, tidak bergantung satu arah aliran fluida, dan bersifat portable.

**Tabel 1 Jenis-Jenis Flowmeter**

<b>Performance &amp; Feature</b>	<b>System 960</b>	<b>Orifice Plate</b>	<b>Turbine</b>	<b>Mag Meter</b>	<b>Venturi</b>	<b>Vortex Shedding</b>
Best Accuracy	0.25% of actual flow	2% of full scale	0.25% of actual flow	1% of full scale	1% of full scale	0.2% of actual flow
Rangeability or Turn-Down Ratio	Unlimited	4:1	20:1	10:1	4:1	20:1
Intrinsic Linearity	0.1%	5%	2%	1%	2%	2%
Head Loss	Zero	High	Moderate	Zero	Moderate	High
Range of Pipe Sizes(O.D)	3/8" to 240	1/2" to 30	1/2" to 18"	1/4" to 24"	2" to 18"	1" to 6"
Intrusive/Non Intrusive	Non Intrusive	Intrusive	Intrusive	Intrusive	Intrusive	Intrusive
Bidirectional Flow Indication	Yes	No	No	No	No	No
Adapability	Can change pipe size	Fixed pipe size	Fixed pipe size	Fixed pipe size	Fixed pipe size	Fixed pipe size
Portable Model Available	Yes	No	No	No	No	No
Instalation&Service Requires Process Shutdown	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Major Limitation	Very Heavy Aeration	Corrosive Liquids	Change in viscosity	Susceptible to contamination	Susceptible to contamination	Change in viscosity
Installed Cost(per channel) 1"to6" 6"and up	Low Low	Low Moderate	Moderate High	Moderate High	High Very High	Low Moderate

#### **4.KONDISI DI LAPANGAN**

Kondisi di lapangan percobaan budi daya jamur dengan memakai panas bumi ditunjukkan pada gambar 5. Nampak dalam gambar adalah Heat Echanger dan pagar yang mengelilingi area percobaan. Latar depan direncanakan akan ditempatkan flowmeter, karena di tempat tersebut tertanam pipa uap air dari sumur menuju ke Heat Exchanger.

Lokasi percobaan ini terletak di tempat yang terpencil, kurang lebih sekitar 1 km terpisah dari perumahan penduduk dan rumah keamanan gudang penyimpanan peralatan milik PERTAMINA-KAMOJANG.

Kemaman di lokasi ini sangat rawan dengan banyak diketemukan kehilangan peralatan, terutaman alat ukur, seperti thermometer atau manometer. Pada lokasi percobaan ini sampai sekarang belum terjadi kejadian kehilangan. Dengan kata

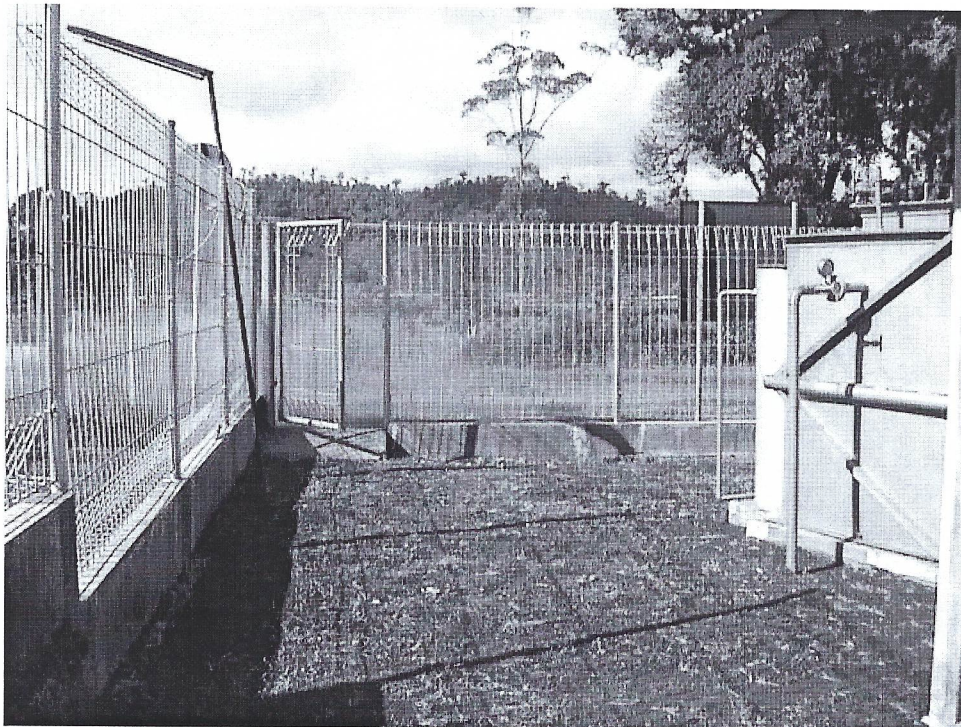
lain sangat riskan jika memakai peralatan yang mahal, karena akan mengundang kejadian kehilangan.

Dari segi kebutuhan pengukuran uap air sebenarnya dalam batas tertentu pengukuran sudah dapat diukur, dengan asumsi pengukuran perpindahan panas dari uap air ke air terjadi dengan sempurna. Dengan pengukuran volume air yang menguap akibat pemanasan dapat dihitung terbalik berapa volume uap air dari sumur panas bumi yang dibutuhkan atau mengalir ke Heat Exchanger.

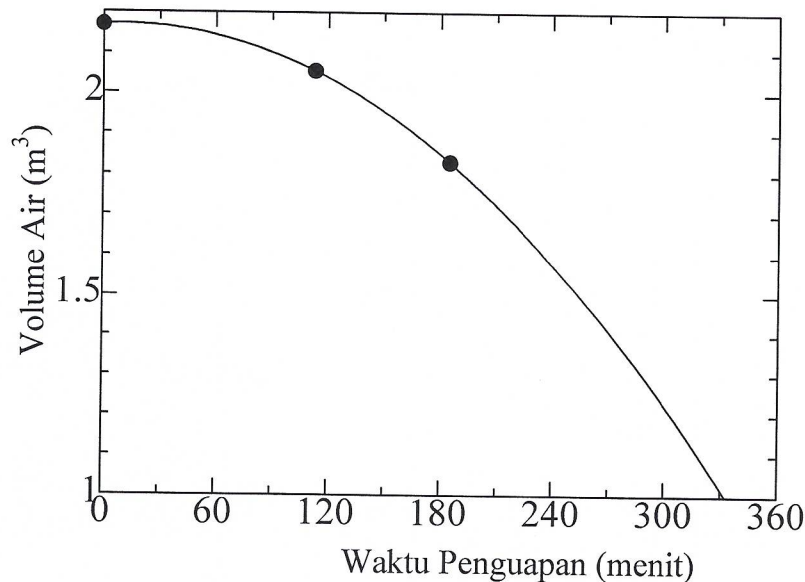
Hasil pengukuran volume air ditunjukkan pada gambar 6, dimana sumbu X menunjukkan waktu pemanasan dan sumbu Y menunjukkan pengurangan volume air. Volume air tidak dapat mengalami penambahan ketika tekanan dalam Heat Exchanger menjadi lebih tinggi dari pada tekanan air yang dihasilkan dari energi potensial air yang disimpan dalam tanki air, dengan ketinggian 3 meter. Pengurangan volume ini dengan perhitungan kesetimbangan panas dapat dihitung volume uap air dari sumur panas bumi.

Mengingat kondisi di lapangan diusulkan bahwa floemeter yang akan dipakai pada lapangan ini tidak diletakkan secara permanen. Tetapi dipasang jika hanya akan dilakukan pengukuran, demi keamanan.

Dari pertimbangan-pertimbangan di atas, pemakaian flowmeter yang tidak terlalu canggih perlu dipertimbangkan untuk dipakai. Ini mengingat kondisi lapangan yang jauh dan terpencil dan SDM pemakai dengan kemampuan terbatas. Di diharapkan pemakaian alat pengukur yang tidak terlalu rumit, sehingga memudahkan dalam operasionalnya.



**Gambar 5 Kondisi Lapangan untuk Pemasangan Flowmeter**



**Gambar 6 Hasil Pengukuran Air di dalam Heat Exchanger**

## 5. KESIMPULAN

Beberapa pertimbangan di atas mengarahkan menuju ke kesimpulan bahwa pemakaian flowmeter dengan pengukuran secara mekanikal seperti yang dilakukan PERTAMINA-KAMOJANG, dimana untuk pengukuran uap air dipakai flowmeter jenis orifice-plate. Tipe flowmeter ini sangat tepat dengan kondisi lapangan dan kondisi percobaan. Karena pada dasarnya ketelitian pengukuran dalam hal tidaklah sangat diperlukan, karena pada prakteknya pihak PERTAMINA-KAMOJANG dalam melakukan pengukuran memakai flowmeter dengan prinsip mekanikal, yaitu orifice plate. Karena walaupun dalam percobaan memakai flowmeter dengan ketelitian tinggi, pada prakteknya pengukuran dengan ketelitian tinggi tidak tercapai. Sehingga terjadi gap antara pengukuran pada percobaan dan praktek di lapangan.

Dengan pertimbangan biaya percobaan, kondisi lapangan dan praktek pelaksanaan pengukuran setelah percobaan, maka diusulkan pemakaian flowmeter dengan prinsip mekanikal seperti flowmeter jenis orifice-plate.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- (1) U. Sumotarto & I Febijanto, "*INDIRECT MEASUREMENT OF GEOTHERMAL FLUIDS FLOWRATE AT GEOTHERMAL DIRECT UTILIZATION PROJECT FOR MUSHROOM CULTIVATION IN KAMOJANG GEOTHERMAL FIELD, WEST JAVA*", Prosiding ESDAL 2001, pp TSDA-51~56
- (2) J. Baumoel, "*CLAMP-ON TANSIT-TIME UTRA SONIC FLOWMETER*"
- (3) Irhan F, Laporan Teknis "*METODOLOGI PENGUKURAN ENERGI PANAS BUMI PADA SISTEM HEAT EXCHANGER BUDIDAYA JAMUR DENGAN PEMANFAATAN PANAS BUMI DI LAPANGAN PANAS BUMI KAMOJANG, KABUPATEN BANDUNG, JAWA BARAT*"