

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : PENERAPAN HUKUM FOURIER UNTUK MENENTUKAN  
KONDUKTIVITAS PANAS BATUAN

Nama : Sulistiyo

NIM : J401951354

Telah lulus ujian Tugas Akhir pada tanggal : 17 September 2002

Semarang, 20 September 2002

Mengetahui,

Jurusan Fisika

Ketua



Tim Penguji

Ketua



Drs. R. Gernowo, MSi  
NIP. 131 087 435

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENERAPAN HUKUM FOURIER UNTUK MENENTUKAN  
KONDUKTIVITAS PANAS BATUAN

Nama : Sulistiyo

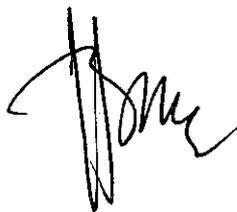
NIM : J401951354

Telah disetujui dan layak untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Fisika  
Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.

Semarang, 8 Juli 2002

Menyetujui,

Pembimbing I



Ir. Hernowo D.S., MT

NIP. 131 601 938

Pembimbing II



Drs. M. Irham N., MT

NIP. 131 993 337

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

📖 ***“Hai orang-orang yang beriman ta’atilah Allah dan ta’atilah Rasul-Nya dan ulil amri (pemimpin) di antara kalian. Kemudian jika kalian berbeda pendapat tentang sesuatu, maka kembalikanlah ia kepada Allah dan Rasul-Nya, jika kalian benar-benar beriman kepada Allah dan hari akhir.....”***

(Q.S. An Nisaa’ : 59)

📖 ***“Hai orang-orang yang beriman, sukakah kalian Aku tunjukkan suatu perniagaan yang dapat menyelamatkan kalian dari adzab yang pedih? (yaitu) kalian beriman kepada Allah dan Rasul-Nya dan berjihad di jalan Allah dengan harta dan jiwa kalian.....”***

(Q.S. Ash Shaf 10-12)

Aku peruntukkan skripsiku ini kepada :

- ⊕ **Ayah dan Ibu** terhormat
- ⊕ **Kakakku** tersayang
- ⊕ **Istriku** tercinta
- ⊕ **Dan teman-teman** seperjuangan

## KATA PENGANTAR

Sesungguhnya segala puji hanya bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala yang selalu memberikan rahmat, inayah dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi S-1 yang berjudul : ***“Penerapan Hukum Fourier untuk Menentukan Konduktivitas Panas Batuan”***. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah pada diri Rasulullah Shallallahu ‘Alaihi wa Sallam, keluarga, shahabat serta orang-orang yang mengikuti Beliau hingga hari akhir.

Skripsi ini untuk memenuhi persyaratan sebagai sarjana pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Drs. Mustafid, M.Eng, PhD selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir. Hernowo D.S., MT selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro dan sekaligus sebagai Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, saran dan masukan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. M. Irham N., MT selaku Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan masukan selama penyusunan skripsi ini.
4. Para dosen, laboran Jurusan Fisika Fakultas MIPA dan Ketua KSGF, Universitas Diponegoro Semarang yang memberikan izin tempat,

masukan, saran, motivasi dan kerjasama dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Bapak dan Ibu yang terhormat, Mas Edy, Ayukku Uwik, Ayuk Kus dan buat istriku tercinta Inayah, serta semua keluargaku yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama menempuh kuliah.
6. Teman-teman FISIKA '95 yang baik hati (Bambang, Farid, Edo, Ijal, Deasy, Eka, Himawan, Edi, Satriyo, Imam dan Imam, Mas'an, Diah, Fina, Suriyah, Irma, Atin, Asep, Deden, Touwil, Udin, Hadi dan Saleh).
7. Sobat-sobatku di Tabi'us Sunnah (Haris, Taufiq, Kholifah, Teguh, Kasmaid, Luthfi dan Arif).
8. Ikhwan-ikhwan semua yang tergabung dalam barisan Laskar Jihad Ahlus Sunnah wal Jama'ah yang telah berjuang fi sabilillah dan selamat berjuang.
9. Semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materiel yang tidak dapat kami sebutkan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangan. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis selalu menerima saran dan kritik yang membangun. Semoga skripsi ini berguna bagi penulis maupun pihak lain yang memerlukan. Amien

Semarang, September 2002

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                 | Halaman |
|---------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL .....             | i       |
| HALAMAN PENGESAHAN .....        | ii      |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....       | iii     |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....     | iv      |
| KATA PENGANTAR .....            | v       |
| DAFTAR ISI .....                | vii     |
| DAFTAR TABEL .....              | x       |
| DAFTAR GAMBAR .....             | xi      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....           | xii     |
| DAFTAR SIMBOL .....             | xiii    |
| INTISARI .....                  | xiv     |
| ABSTRACT .....                  | xv      |
| <br>                            |         |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>        |         |
| 1.1 Latar Belakang .....        | 1       |
| 1.2 Perumusan Masalah .....     | 2       |
| 1.3 Batasan Masalah .....       | 3       |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....     | 3       |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....    | 3       |
| 1.6 Sistematika Penulisan ..... | 4       |

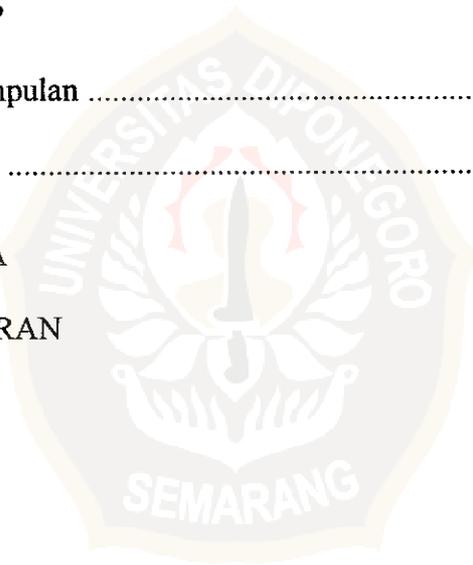
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Perpindahan Panas ( <i>Heat Transfer</i> ) .....                            | 6  |
| 2.1.1 Mekanisme Perpindahan Panas .....   | 6  |
| 2.1.2 Perpindahan Panas Konduksi .....  | 6  |
| 2.2 Hukum Fourier untuk Perpindahan Panas Konduksi .....                        | 8  |
| 2.3 Konduktivitas Panas .....   | 11 |
| 2.4 Perpindahan Panas pada Kondisi Tunak ( <i>Steady State</i> ) .....          | 15 |
| 2.4.1 Perpindahan Panas Kondisi Tunak Pada satu Lapis<br>Bidang Datar .....     | 15 |
| 2.4.2 Perpindahan Panas Kondisi Tunak Pada Beberapa<br>Lapis Bidang Datar ..... | 16 |
| 2.5 Konduktivimeter (Alat Konduktivitas Panas Batuan) .....                     | 18 |
| 2.5.1 Prinsip Kerja Alat .....  | 18 |
| 2.5.2 Diskripsi Alat .....  | 21 |
| 2.5.3 Penurunan Persamaan Konduktivitas Panas<br>Pada Alat .....                | 23 |

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Alat dan Bahan .....                       | 24 |
| 3.1.1 Alat Penelitian .....                    | 24 |
| 3.1.2 Bahan dan Material Penelitian .....      | 27 |
| 3.2 Lokasi, Waktu dan Langkah Penelitian ..... | 28 |
| 3.2.1 Lokasi Penelitian .....                  | 28 |
| 3.2.2 Waktu Penelitian .....                   | 29 |
| 3.2.3 Alur Penelitian .....                    | 29 |
| 3.3 Data dan Variabel .....                    | 30 |
| 3.3.1 Data Sampel Batuan Uji .....             | 30 |
| 3.3.2 Data Pengukuran Temperatur .....         | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 3.4 Cara Kerja Penelitian .....                        | 31 |
| 3.5 Pengolahan Data .....                              | 32 |
| 3.6.1. Perhitungan Temperatur .....                    | 32 |
| 3.6.2. Perhitungan Konduktivitas Panas Batuan .....    | 32 |
| <br>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN                        |    |
| 4.1 Batuan Beku ( <i>Volcanic Rocks</i> ) .....        | 33 |
| 4.2 Batuan Sedimen ( <i>Sedimentary Rocks</i> ) .....  | 34 |
| 4.3 Batuan Metamorf ( <i>Metamorphic Rocks</i> ) ..... | 35 |
| <br>BAB V PENUTUP                                      |    |
| 5.1 Kesimpulan .....                                   | 41 |
| 5.2 Saran .....  | 42 |
| <br>DAFTAR PUSTAKA                                     |    |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN                                      |    |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.1 Nilai konduktivitas panas batuan beku ( <i>igneous rocks</i> )<br>hasil pengukuran dibandingkan dengan referensi .....         | 33 |
| Tabel 4.2 Nilai konduktivitas panas batuan sedimen ( <i>sedimentary rocks</i> )<br>hasil pengukuran dibandingkan dengan referensi .....  | 34 |
| Tabel 4.3 Nilai konduktivitas panas batuan metamorf ( <i>metamorphic rocks</i> )<br>hasil pengukuran dibandingkan dengan referensi ..... | 36 |

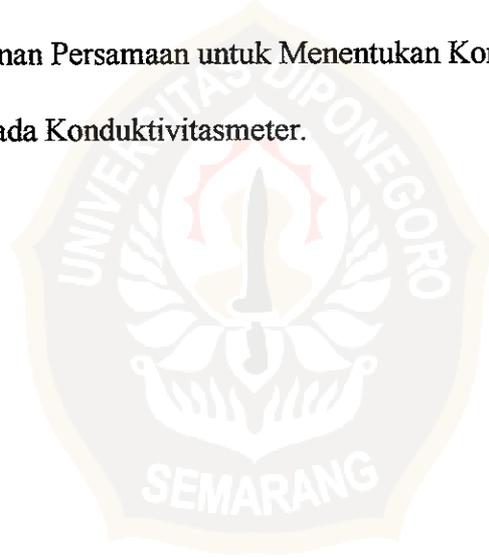


## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Perpindahan panas pada bahan secara konduksi .....  | 10 |
| Gambar 2.2  | Arah perpindahan panas terhadap temperatur .....  | 11 |
| Gambar 2.3  | Pengaruh temperatur pada konduktivitas panas<br>bermacam-macam logam .....                                      | 13 |
| Gambar 2.4  | Pengaruh temperatur pada konduktivitas panas<br>berbagai cairan .....   | 13 |
| Gambar 2.5  | Pengaruh temperatur pada konduktivitas panas<br>beberapa macam gas .....  | 14 |
| Gambar 2.6  | Panas konduksi yang melintasi bahan dengan perbedaan<br>temperatur antara $T_1$ dan $T_2$ .....                 | 15 |
| Gambar 2.7  | Konduksi panas pada bahan yang berlapis-lapis dengan<br>tiga konduktivitas panas batuan yang berbeda-beda ..... | 17 |
| Gambar 2.8  | Prinsip kerja alat konduktivitas panas batuan .....   | 19 |
| Gambar 2.9  | Proses hantaran panas pada alat konduktivitas panas batuan .....  | 19 |
| Gambar 2.10 | Skema alat pengukur konduktivitas panas batuan .....  | 21 |
| Gambar 3.1  | Alat uji laboratorium untuk mengukur konduktivitas<br>Panas batuan .....  | 25 |
| Gambar 3.2  | Langkah Penelitian .....  | 29 |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Data Sampel Batuan Uji.
- Lampiran B. Data Hasil Pengukuran Temperatur  $T_C$ ,  $T_2$ ,  $T_1$ , dan  $T_H$  beserta Rata-ratanya.
- Lampiran C. Perhitungan Konduktivitas Panas Batuan.
- Lampiran D. Perbandingan Konduktivitas Panas Batuan Eksperimen dengan Konduktivitas Panas Batuan Referensi.
- Lampiran E. Konduktivitas Panas Berbagai Batuan.
- Lampiran F. Penurunan Persamaan untuk Menentukan Konduktivitas Panas Batuan ( $\lambda_r$ ) pada Konduktivitasmeter.



## DAFTAR SIMBOL

- $Q$  : laju perpindahan panas konduksi;
- $A$  : luas bidang permukaan hantaran panas;
- $q$  : fluks perpindahan panas;
- $T$  : temperatur pengukuran;
- $\Delta T$  : perbedaan temperatur;
- $\lambda$  : konduktivitas panas (*thermal conductivity*);
- $\frac{dT}{dy}$  : gradien penurunan temperatur terhadap sumbu  $y$ ;
- $\lambda_r$  : konduktivitas panas batuan;
- $\lambda_c$  : konduktivitas panas udara;
- $\lambda_b$  : konduktivitas panas logam;
- $d$  : tebal sampel batuan;
- $l$  : tebal sampel logam;
- $\delta$  : tebal celah bidang kontak antara logam dan sampel batuan;
- $T_H$  : temperatur antara reservoir panas dan logam atas;
- $T_1$  : temperatur antara logam atas dan sampel batuan;
- $T_2$  : temperatur antara sampel batuan dan logam bawah;
- $T_c$  : temperatur antara logam bawah dan reservoir dingin;
- $t$  : waktu pengukuran.