

**TUGAS AKHIR  
BIDANG KONVERSI ENERGI**

**MIKROFON SEBAGAI ALAT UKUR FLUKTUASI  
TEKANAN PADA ALIRAN LAPISAN BATAS  
PERMUKAAN SAYAP**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Tahap Sarjana

Oleh :

**BOY SANDY SIRAIT**  
NBP: 02 171 075



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG, 2007**

## ABSTRAK

*Dalam dinamika fluida, informasi mengenai fluktuasi tekanan adalah hal penting untuk diketahui khususnya pada aliran lapisan batas permukaan sayap. Dengan mengetahui besarannya maka aliran fluida tersebut dapat digolongkan menjadi tiga rezim aliran yakni laminar, transisi, dan turbulen. Untuk mendeteksi nilai tekanan tersebut, digunakanlah sebuah alat ukur yaitu mikrofon. Electret condenser microphone (ECM) merupakan salah satu jenis mikrofon yang dipakai dalam menentukan fluktuasi tekanan pada aliran lapisan batas pada permukaan sayap. Mikrofon ini dioperasikan dengan menggunakan sebuah ampliflier dan dynamic signal analyzer. Mikrofon diletakkan di permukaan sayap NACA 0010 dan diuji di dalam sesi uji terowongan angin (wind tunnel) Laboratorium Dinamika Fluida Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan kecepatan aliran udara dan sudut serang sayap. Parameter yang akan diukur adalah sinyal time domain, RMS (Root Mean Square), power spectrum, respon frekuensi, dan coherence. Hasil yang didapatkan menampilkan bahwa mikrofon mampu mengukur fluktuasi tekanan dimana setiap kenaikan kecepatan aliran udara dan sudut serang sayap mengakibatkan naiknya intensitas turbulensi. Oleh karena itu, alat ini layak digunakan sebagai alat ukur fluktuasi tekanan aliran lapisan batas.*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia dinamika fluida khususnya bidang aerodinamika, informasi mengenai fluktuasi tekanan pada permukaan sayap merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui, khususnya fluktuasi tekanan pada permukaan aliran lapisan batas permukaan sayap. Pada aliran lapisan batas permukaan sayap, kondisi aliran dapat dibedakan menjadi tiga rezim aliran yakni aliran laminar, transisi dan turbulen. Rezim-rezim aliran tersebut merupakan hal yang sudah diketahui melalui penelitian dan eksperimen oleh beberapa ahli pada bidang dinamika fluida. Untuk mengetahui dan menggolongkan rezim aliran tersebut maka parameter yang akan diketahui adalah tekanan. Tekanan yang terjadi dipermukaan sayap akan diukur dengan menggunakan sebuah alat yang berfungsi menangkap dan mengukur gelombang suara dan tekanan dari aliran yang mengenai sayap dengan memakai alat bantu lainnya seperti *dynamic signal analyzer*. Fluktuasi tekanan merupakan suatu topik yang membutuhkan kajian mendalam. Rezim aliran yang terjadi pada fluida dapat menimbulkan berbagai fenomena, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Dua hal yang sangat berpengaruh adalah gaya angkat (*lift*), gaya seret (*drag*) dan sudut serang. Salah satu pengaruhnya adalah turbulensi yang terjadi di sekitar sayap yang dapat meningkatkan gaya seret.

Alat yang akan dipakai untuk mengukur fluktuasi tekanan tersebut yakni mikrofon. Salah satu jenis mikrofon yang digunakan adalah *Electret condenser microphone* untuk mengkaji dan menganalisa aliran fluida yakni aliran laminar, aliran transisi dan aliran turbulen. Kemampuan mikrofon untuk merasakan perubahan yang sangat cepat memungkinkan menghasilkan data yang akurat dan presisi sehingga penganalisaan aliran fluida udara dapat dilakukan dengan baik.

### 1.2 Perumusan Masalah

Tugas akhir ini membahas bagaimana respon mikrofon terhadap aliran fluida pada permukaan sayap NACA 0010. Jenis mikrofon yang digunakan adalah *Electret*

*condenser microphone* yang diletakkan pada permukaan sayap pada jarak yang berbeda. Pengujian dilakukan di dalam terowongan angin dengan menggunakan dua mikrofon yakni sebagai mikrofon pertama dan mikrofon kedua, lalu diuji pada kecepatan 3,7 m/s – 13,7 m/s dengan berbagai sudut serang ( $\alpha$ ) yaitu  $-5^\circ$ ,  $-3^\circ$ ,  $-1^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $1^\circ$ ,  $3^\circ$ ,  $5^\circ$  dengan mendapatkan nilai power spektrum dan *time domain*, sedangkan nilai *coherence* dan frekuensi respon pada sudut serang  $-5^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ . Untuk melihat tampilan sinyal keluaran dari mikrofon maka dibutuhkan sebuah alat yaitu *Dynamic Signal Analyzer* (DSA) yang berfungsi untuk menganalisis sinyal dinamik aliran fluida pada permukaan sayap dengan menampilkan grafik *power spectrum* dan *time domain*, *swept sine* dan *coherence*.

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menerapkan mikrofon sebagai alat ukur fluktuasi tekanan pada aliran lapisan batas permukaan sayap.
2. Mengetahui efek kecepatan aliran udara dan sudut serang ( $\alpha$ ) sayap terhadap fluktuasi tekanan lapisan batas yang diukur dengan mikrofon.

### 1.4 Manfaat

Dengan melakukan pengujian dapat diketahui fluktuasi tekanan yang terjadi pada berbagai kecepatan aliran udara dan sudut serang sayap dengan menggunakan mikrofon pada permukaan sayap NACA 0010, dan dari hasil pengujian dapat diketahui juga aliran dengan tegangan geser yang rendah (laminar) dan tegangan geser yang tinggi (turbulen).

### 1.5 Sistematika Penulisan

Tahapan-tahapan penulisan dalam penulisan tugas akhir ini dibahas dalam beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

- Bab 1 Pendahuluan, berisi tentang latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah dan sistematika penulisan tugas akhir.
- Bab 2 Tinjauan Pustaka, membahas mengenai teori dan materi yang berhubungan dengan mikrofon, karakteristik serta distribusi kecepatan aliran pada sayap dan intensitas turbulensi.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Mikrofon mampu mengukur fluktuasi tekanan aliran lapisan batas pada permukaan sayap NACA 0010.
2. Kenaikan kecepatan aliran udara dan sudut serang mengakibatkan naiknya fluktuasi tekanan.
3. Fluktuasi tegangan pada time domain menunjukkan kemampuan mikrofon membaca perubahan kecepatan fluida dalam 250 ms, mikrofon menunjukkan bahwa fluktuasi terbesar pada sudut serang  $-3^\circ$ .
4. Nilai RMS maksimum terdapat pada sudut serang  $-3^\circ$  dengan nilai 0,035828 Volt pada mikrofon pertama dan 0,029145 Volt pada mikrofon kedua.
5. Letak mikrofon yang berbeda jarak dari ujung sayap mempengaruhi pembacaan nilai fluktuasi tegangan.
6. Didapatkan kemiripan respon sinyal pada kedua mikrofon jenis *electret condenser microphone* yang digunakan dalam pengujian.

#### 5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut mengenai pengukuran fluktuasi tekanan aliran lapisan batas pada permukaan sayap NACA 0010 dengan menggunakan mikrofon, maka disarankan :

1. Jumlah pemakaian mikrofon yang digunakan lebih banyak dan diletakkan pada berbagai posisi di permukaan sayap agar mendapatkan detail kondisi aliran lapisan batas.
2. Semua instrumen yang berhubungan dengan penggunaan mikrofon dipastikan dalam keadaan baik.
3. Pastikan benda uji yaitu sayap NACA 0010 mempunyai permukaan atas yang halus agar hasil pengujian yang didapatkan lebih akurat.
4. Usahakan mikrofon mendapatkan redaman dari suara berisik (*noise*).

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. White F.M., 1998, *Mekanika Fluida*, Jilid 1, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. White, F. M., 1998, *Mekanika Fluida*, Jilid 2, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta
3. Blevin, R. D., 1984, *Applied Fluid Dynamics Handbook*, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York
4. Cebeci, T., Smith, A. M. O., 1974, *Analysis of Turbulent Bounday Layers*, Academic Press, New York.
5. Kral D. Linda, 1999 *Active Flow Control Technology*, Washington University, St. Louis, Missouri.
6. Baumann, M., Sturzebecher. D., Nitsche, W, 1999, *Active Control of TS-Instabilities on an Unswept Wing*, Vieweg Verlag Braunschweig, Germany.
7. G.B. Grosjaean. C, Lee G.B., Hong. W, Tai Y.C., Ho C.M., 2000, *Micro Baloon Actuator for Aerodinamic Control*, Mechanical and Aerospace Engineering University of California, Los Angeles.
8. Daugherty R, Franzini. B Joseph, Finnemore John, 1989, *Fluid Mechanics with Engineering Aplication*, McGraw-Hill Book Co, Singapore.
9. Sturzebecher. D., Nitsche W, 2003, *Active Cancellation of Tollmien-Schlichting Instabilities on a Wing Using Multi-Channel Sensor Actuator Systems*, Jour. of Heat and Fluid Flow, Berlin.
10. Bayazitoglu Yildiz, Ozisik N, 1988, *Element of Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Co, Singapore.
11. Dinata, UGS, 2002, *Coupled Multiple-Channel Active Cancellation of Tollmien-Schlichting Instabilities on a Swept Sensor-Actuator Matrix*, Berlin.
12. Schlichting, H., Gersten, K., 1999, *Boundary Layer Theory*, Bochum.
13. [www.mytrectic.com/mic](http://www.mytrectic.com/mic)
14. [www.brainz90.karoo.net/electra2.htm](http://www.brainz90.karoo.net/electra2.htm)
15. [www.hy-line.de/hersteller/obo/index.html](http://www.hy-line.de/hersteller/obo/index.html)
16. <http://fdrc.iit.edu>