

**TUGAS AKHIR  
BIDANG KONVERSI ENERGI**

**ANALISIS KARAKTERISTIK  
ALIRAN LAPISAN BATAS PELAT DATAR  
DENGAN *HOT-WIRE* AKIBAT PENGARUH DINAMIK  
*TURBULENT GENERATOR***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Tahap Sarjana**

Oleh :

**ADI SEPRIA  
NBP: 02 171 083**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG, 2006**

## **ABSTRAK**

*Pengontrolan aliran dapat dilakukan dengan memodifikasi aliran dari laminar ke turbulen. Modifikasi aliran dapat dilakukan dengan penambahan sejumlah energi kepada aliran dengan menggunakan turbulent generator. Untuk mengidentifikasi respon aliran akibat pengaruh dinamik turbulent generator tersebut, dilakukan pengujian dalam terowongan angin dengan kecepatan aliran udara sekitar 3.4 m/s menggunakan alat ukur Hot-Wire. Pengujian dilakukan di atas sebuah pelat datar yang terbuat dari aluminium berdimensi 2000 x 450 x 6 mm. Pada permukaan pelat tersebut turbulent generator ditempatkan pada jarak 215 mm dari leading edge. Berdasarkan pengujian diketahui bahwa sensor memiliki respon yang baik dalam pengukuran kecepatan rata-rata dan fluktuasi kecepatan. Pengaruh turbulent generator terhadap aliran juga dapat diketahui melalui perubahan yang terjadi. Perkembangan pola aliran turbulen akibat turbulent generator pada arah vertikal mulai menghilang pada  $y = 30$  untuk  $x = 280$ ,  $y = 40$  untuk  $x = 330$ , dan  $y = 50$  untuk  $x = 380$  mm, dan 430 mm. Sedangkan pada arah vertikal masih mempunyai pengaruh yang cukup dominan hingga  $x = 430$  mm.*

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Dalam merancang sebuah sistem pengontrolan aliran fluida, tahap awal yang perlu dilakukan adalah proses identifikasi aliran. Identifikasi ini dilakukan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh dari pengontrol tersebut terhadap aliran. Kemudian berdasarkan hasil identifikasi tersebut dapat didesain suatu sistem pengontrolan.

Dalam melakukan proses identifikasi aliran ini, diperlukan dua komponen utama, yakni komponen pengontrol dan sensor untuk mendeteksi perubahan yang terjadi akibat pengontrol. Komponen pengontrol yang digunakan harus mampu memberikan perubahan terhadap kondisi aliran dan alat ukur harus mampu mengukur kecepatan rata-rata dan fluktuasi aliran pada daerah aliran lapisan batas, serta perubahan yang terjadi akibat pengontrolan tersebut.

#### 1.2 Perumusan Masalah

Untuk melakukan proses identifikasi, dilakukan pengujian dengan kasus sederhana, yakni pengujian pada pelat datar dengan menggunakan *turbulent generator* sebagai pengontrol. Identifikasi pengaruh *turbulent generator* terhadap aliran tersebut, dilakukan melalui pengujian dalam terowongan angin dengan kecepatan aliran udara sekitar 3,4 m/s. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sensor *Hot-Wire* tipe *Boundary-Layer Probe* sebagai alat ukur, multimeter dan *Dynamic Signal Analyzer* (DSA) untuk menampilkan komponen kecepatan rata-rata dan fluktuasi.

Pengujian dilakukan diatas sebuah pelat datar yang terbuat dari aluminium dengan variasi terhadap jarak dari *leading edge* ( $x$ ) dan ketinggian ( $y$ ). Pada tahap pertama, dilakukan pengujian tanpa *turbulent generator* untuk mengetahui kondisi tanpa pengaruh *turbulent generator* tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian menggunakan *turbulent generator*. Posisi *turbulent generator* ditetapkan pada daerah yang memperlihatkan pengaruh *turbulent generator*

terbesar. Posisi ini ditentukan dengan merubah jarak *turbulent generator* terhadap sensor hingga didapat pengaruh yang terbesar.

### **1.3 Tujuan**

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan respon sensor terhadap aliran, distribusi kecepatan rata-rata dan fluktuasi aliran lapisan batas berdasarkan *power spectrum*, dan *time-domain* pada pelat datar tanpa dan akibat pengaruh *turbulent generator*. Berdasarkan *power spectrum* dapat diketahui perubahan energi aliran dan dari *time-domain* diketahui fluktuasi tegangan sensor terhadap waktu.

### **1.4 Manfaat**

Melalui pengujian dapat diketahui pengaruh dari *turbulent generator* terhadap karakteristik aliran lapisan batas tersebut. Selain itu dapat ditentukan karakteristik dari *turbulent generator* untuk sistem pengontrolan aliran. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dikembangkan pengontrolan seperti pengontrolan separasi pada sayap pesawat. Dengan adanya pengontrolan separasi pada sayap pesawat, dapat dilakukan penghematan bahan bakar, karena sebagian besar energi yang digunakan oleh pesawat adalah untuk menciptakan gaya angkat dan melawan gaya seret pada bagian sayap pesawat tersebut.

### **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, dan perumusan masalah, serta sistematika penulisan tugas akhir.
- Bab 2 Tinjauan Pustaka, membahas mengenai teori dan materi yang berhubungan dengan konsep aliran lapisan batas, intensitas turbulensi, sensor, dan *turbulent generator* yang digunakan dalam pengujian.
- Bab 3 Metodologi, menjelaskan tentang skema dari pengujian, peralatan yang digunakan serta fungsi masing-masingnya, asumsi yang digunakan dalam pengambilan, dan pengolahan data.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada terowongan angin sebelum dan sesudah penggunaan *turbulent generator* dengan instrumentasi berupa sensor *Boundary-Layer Probe Hot-Wire Anemometer*. Sinyal yang ditangkap sensor diperbesar oleh amplifier yang terdapat pada sirkuit CTA. Kemudian data pengujian ditampilkan melalui multimeter digital dan *Dynamic Signal Analyzer (DSA)* model HP 35665A. Khusus untuk pengambilan data dengan DSA, data dapat disimpan pada sebuah disket untuk selanjutnya dipindahkan ke komputer. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan Matlab 7.0.1.

Hasil pada 4.2 dan 4.3 yang diperoleh dari pengujian berupa komponen rata-rata (statik) dan komponen fluktuasi (dinamik) sinyal sensor. Komponen rata-rata ini berupa voltase keluaran sensor yang diperoleh dari multimeter. Sedangkan komponen fluktuasi ditampilkan pada *dynamic signal analyzer*. Komponen fluktuasi yang diperoleh berupa grafik sinyal sensor *hot-wire* anemometer dalam bentuk grafik *power spectrum*, dan *time-domain*.

*Power spectrum* berasal dari data linear spektrum, untuk menghasilkan *power spectrum* dari data input, alat analisis mengkuadratkan data spektrum linear dengan penterjemahan yang kompleks, kemudian menjumlahkan nilai RMS untuk setiap titik sepanjang spektrum frekuensi. *Power spectrum* data memberikan nilai perkiraan nilai RMS yang baik untuk *noise* dan sinyal yang lain. *Power spectrum* ini menunjukkan sinyal dari sensor berupa pengaruh dari frekuensi fluida terhadap amplitudanya. Hasil pengukuran *power spectrum* memperlihatkan energi dari setiap komponen frekuensi pada setiap titik disepanjang frekuensi spektrum. Sedangkan *time-domain* diperoleh dari cuplikan data selama waktu tertentu yang mendeteksi perubahan voltase yang terbaca oleh sensor. Data dari *time-domain* tersebut digunakan untuk menentukan harga RMS pada setiap titik pengujian. Harga RMS pada tiap-tiap titik tersebut diplot pada grafik untuk menampilkan profil distribusi komponen fluktuasi dari kecepatan.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian karakteristik aliran lapisan batas diatas pelat datar akibat pengaruh *turbulent generator* yang dilakukan pada terowongan angin, diperoleh beberapa kesimpulan;

1. Alat ukur *boundary-layer probe* mampu mengukur distribusi kecepatan aliran udara hingga posisi yang sangat dekat kepermukaan dengan baik.
2. *Power spectrum* dan *time domain* pada pengujian dengan  $x = 280, 330, 380,$  dan  $430$  mm menunjukkan kecendrungan yang stabil sebelum penggunaan *turbulent generator*, yang diperlihatkan oleh amplitudo dan fluktuasi tegangan yang sangat kecil.
3. Penggunaan *turbulent generator* menyebabkan ketidakstabilan energi aliran pada pengujian dengan jarak  $280, 330, 380,$  dan  $430$  mm yang ditunjukkan oleh peningkatan amplitudo *power spectrum* dan fluktuasi voltase pada *time domain*.
4. Ketidakstabilan aliran akibat *turbulent generator* meningkat hingga  $y = 30$  untuk  $x = 280,$   $y = 40$  untuk  $x = 330,$  dan  $y = 50$  untuk  $x = 380$  mm, dan  $430$  mm.

#### 5.2 Saran

Hasil pengujian penelitian ini dapat menunjukkan bahwa penggunaan *turbulent generator* dapat digunakan untuk pengontrolan aliran, seperti penundaan terbentuknya aliran separasi pada daerah laminar.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Baumann, D., Sturzebecher, D., nitsche, W., 1999, **Active Control of TS-Instabilities on Unswept Wing**, In: **Laminar-Turbulent Transition**, *IUTAM Symposium*, Sedona, Springer Verlag (2000).
- [2] Bayazitoglu Yildiz, Ozisik N, *Element of Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Co, Singapore, 1988.
- [3] Blevin, R. D., 1984, *Applied Fluid Dynamics Handbook*, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York.
- [4] Brunn, H. H., 1995, *Hot-Wire Anemometry Principles and Signal Analysis*, Oxford University Press.
- [5] Cattafesta, L., Williams, D., Rowley, C., Alvi, F., **Review of Active Control of Flow Induced Cavity Resonance**, 33<sup>rd</sup> AIAA Fluid Dynamics Conference, Orlando, June.
- [6] Cebeci, T., Smith, A. M. O., 1974, *Analysis of Turbulent Boundary Layers*, Academic Press, New York.
- [7] Darsun, Okto Yudian, 2004, **Anemometer Kawat Panas Dua Channel Dengan Probe-X Kaji Experimental Aliran Swirling**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, FTUA.
- [8] Davies, J. T., 1974, *Turbulence Phenomena*, Academic Press Inc., New York.
- [9] F. Mish, 2001, **Mean Loading and Turbulence Scale Effects on the Surface Pressure Fluctuations Occurring on a NACA 0015 Airfoil Immersed in Grid Generated Turbulence**, Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.
- [10] Gad-el-hak, M., 1989, **The Art and Science of Flow Control**, Department of Aerospace and Mechanical Engineering, University of Notre Dame, Notre Dame.
- [11] Hendry Andi, Maizil, 2004, **Pengaruh Turbulator Terhadap Sinyal Sensor Hot-Wire pada Airfoil NACA 0010**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, FTUA.
- [12] Jefrinaldi, 2005, **Pengaruh Eksitasi Aktuator Slot Terhadap Aliran Lapisan Batas pada Pelat Datar Dengan Berbagai Sudut Flap**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, FTUA.