

ARTIKEL PENELITIAN DOKTOR MUDA

Nomor Kontrak : 065/J.16/PL/IV/2006

Rancangan dan Pembuatan Alat Ukur Temperatur Tekanan dan Aliran Udara untuk Keperluan Laboratorium

OLEH:

Adek Tasri



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS ANDALAS
DIBIYAI DENGAN DANA DIPA-RUTIN UNAND 2006
PADANG 2006

LAPORAN PENELITIAN DOKTOR MUDA
Nomor Kontrak : 050/J.16/Dik/IV-2004

1. Judul Penelitian : Rancangan dan Pembuatan Alat Ukur Temperatur Tekanan dan Aliran Udara untuk Keperluan Laboratorium
2. Bidang Ilmu : Dinamika Fluida/Konversi Energi/Teknik Mesin
3. Peneliti
- a. Nama Lengkap : Adek Tasri, PhD
b. Pangkat/Gol : Asisten Ahli/IIIb
c. NIP : 132 003 110
d. Jabatan Fungsional : -
e. Jabatan Struktural : -
f. Mata kuliah diasuh : 1. Mekanika Fluida I
2. Mekanika Fluida II
3. Teknik Pengukuran
4. Anggota Peneliti : -
5. Lama Penelitian : 160 hari
6. Biaya yang diperlukan : 2 juta rupiah

Padang, 10 Oktober 2006
Peneliti

Adek Tasri, PhD
NIP : 132 003 110

Pembantu Dekan
Fakultas Teknik
Universitas Andalas

a/n Ketua Jurusan Teknik Mesin
Sekretaris Jurusan Mesin

DR.-Ing. Uyung Gatot SD
NIP: 132 008 658

Dedison Gasni, MT
NIP: 132 093 879

Rancangan dan Pembuatan Alat Ukur Temperatur, Tekanan dan Aliran Udara untuk Keperluan Laboratorium

Adek Tasri

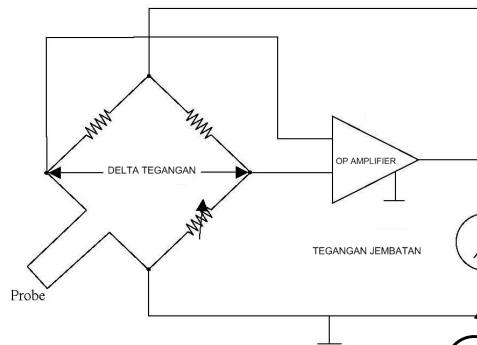
Jurusan Mesin Universitas Andalas

ABSTRAK

Sebuah rangkaian elektronik hotwire anemometer yang terdiri atas tiga segmen yaitu segmen pengkonversi dari tegangan ke kecepatan, segmen perata-rata dan segmen Analog to Digital Converter (ADC) dibuat dalam kegunaan ini. Unjuk kerja rangkaian diuji dengan membandingkan hasil pengukuran kecepatan pada aliran diatas plat datar dalam terowongan angin dengan hasil kalung numerik sebagai benchmark. Ditemukan, secara kualitatif, kesesuaian yang baik antara hasil pengukuran dengan benchmark pada daerah aliran seragam diluar lapisan batas, alat ukur gagal mengukur dengan akurat pada daerah transisi dari lapisan batas ke aliran bebas.

PENDAHULUAN

Hot wire anemometer diperkenal pada tahun 1940-an oleh Kovasnay [1] dan Corsin [2] dalam bentuk rangkaian arus konstan. Mulai saat itu hot wire telah menjadi alat ukur besaran kecepatan dan besaran-besaran turbulen yang populer dan mengalami perkembangan yang pesat dalam material maupun dalam rancangan rangkaian nya. Perkembangan rangkain hot wire yang paling menonjol terjadi pada awal tahun 60-an dimana dengan penemuan IC Operasional Amplifier yang stabil, rangkaian arus konstan diganti dengan rangkaian temperatur konstan, sehingga kegagalan yang sering terjadi dalam mengkompesasi inertia termal pada rangkaian arus konstan dapat diatasi. Disamping itu proses kalibrasi dapat dilakukan pada kondisi yang sama degan kondisi operasi yaitu temperatur konstant, hal ini tidak dapat dipenuhi oleh rangkain arus konstan dimana kalibrasi dilakukan pada temperatur konstan tapi peralatn dioperasikan pada arus konstan sehingga timbul kesalahan pengukuran.



Gambar 1. Rangkaian temperatur konstan

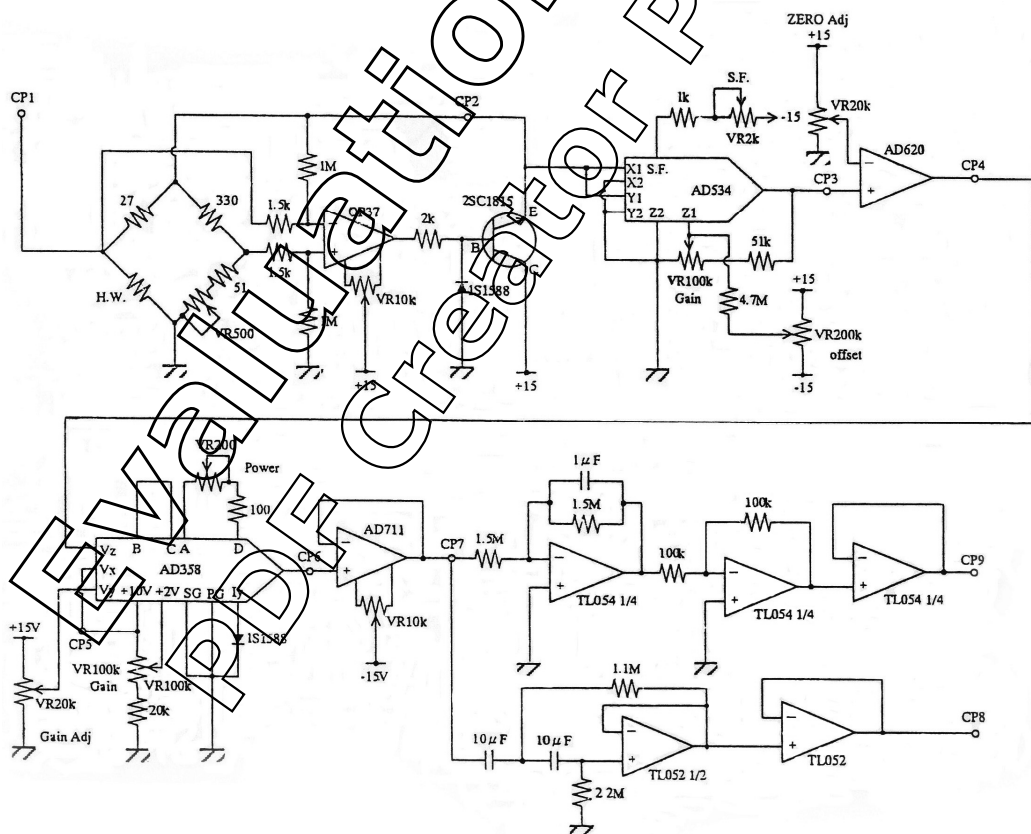
Sebuah rangkaian hot wire anemometer dalam bentuk rangkaian temperatur konstan diperlihatkan dalam Gambar 1. Pengukuran kecepatan aliran dengan rangkaian ini didasarkan pada sifat fisik hot wire (probe) dimana hambatan hot wire sebanding dengan temperaturnya. Rangkaian jembatan pada Gambar 1 di set dengan mengatur hambatan dari tahanan variabel sehingga nilai tahanan hot wire (probe) berada pada nilai yang diinginkan selama operasi. Servo amplifier menjaga delta tegangan berharga nol, dengan mengatur tegangan jembatan sehingga arus yang melewati jembatan berubah untuk menjaga temperatur probe tetap konstan dengan demikian tahanan probe juga konstan. Karena tahanan kedua kaki bagian atas jembatan sama dan tidak berubah selama operasi, maka tegangan pada kedua kaki bagian bawah jembatan juga harus sama dan tidak berubah agar delta tegangan berharga nol. Jika probe diletakkan dalam aliran fluida, aliran fluida akan mendinginkan probe, agar temperatur (atau tahanan) probe konstan, tegangan jembatan harus dinaikan untuk menaikkan arus dalam jembatan, sehingga makin cepat aliran makin tinggi tegangan jembatan. Tegangan jembatan selanjutnya perlu dikonversikan menjadi kecepatan aliran.

Rangkaian pengkonversi dari tegangan jembatan ke kecepatan telah banyak di buat dan dipublikasikan, Perry [3] satu diantara publikasi yang paling populer. Namun, rangkaian tersebut idealnya harus sangat spesifik tergantung pada kegiatan pengukuran yang diinginkan seperti kecepatan respon yang diinginkan dan kecepatan aliran yang diukur. Sehingga merancang dan membuat sendiri rangkaian adalah solusi terbaik dari segi teknik maupun harga.

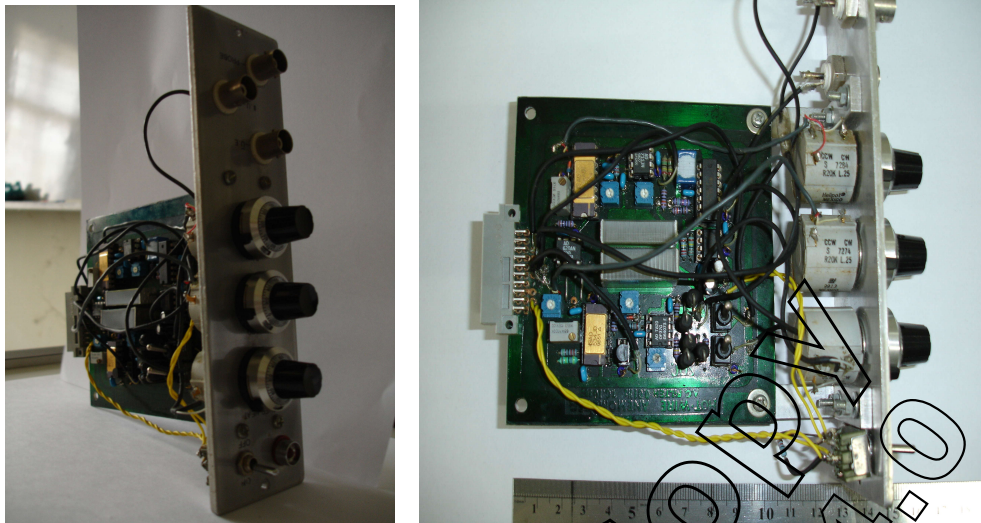
Rangkaian pengkonversian tersebut dirancang dan dibuat dalam kegiatan ini. Rangkaian juga dilengkapi dengan rangkaian perata-rata dari besaran kecepatan sesaat yang terukur oleh probe. Rangkaian penting lain yang juga dibuat adalah rangkaian ADC untuk penerjemah data analog menjadi data digital sehingga dapat di baca dan diolah di PC.

RANGKAIAN ELEKTRONIK HOT WIRE

Rangkaian yang dirancang didasarkan pada rangkaian Hot wire yang dikembangkan oleh, *Fluid Dynamics Laboratory, Toyo Hashi University, Japan*. Gambar lengkap rangkaian disajikan pada Gambar 2.



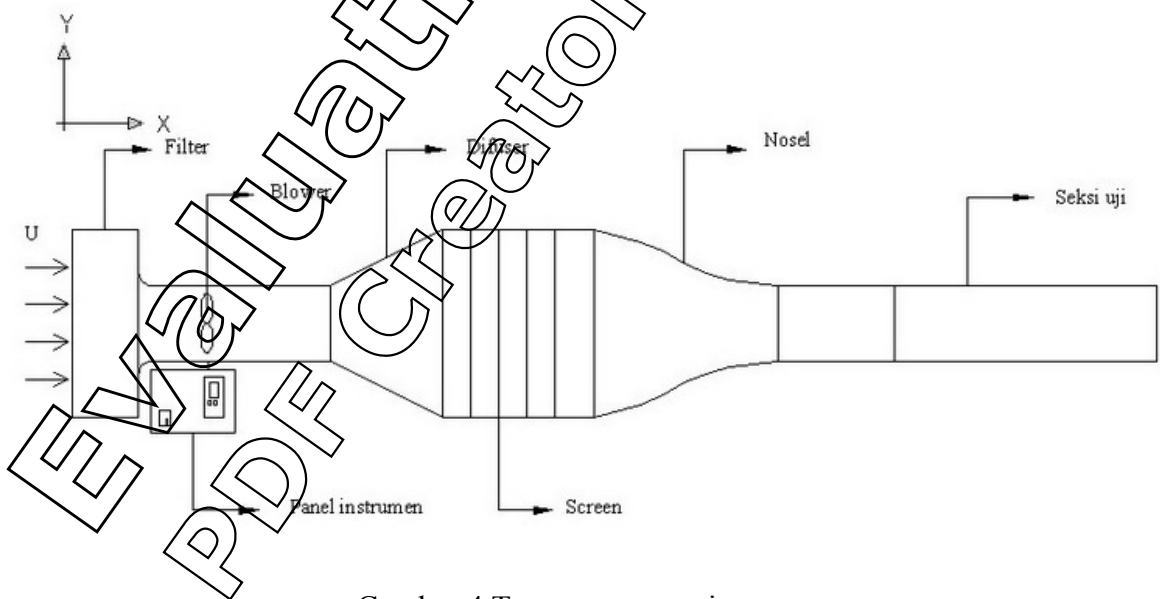
Gambar 2. Rangkaian elektronik Hot wire



Gambar 3. Sirkuit Elektronik Hot wire yang dibuat dalam kegiatan ini

PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan mengukur aliran di atas palar datar di dalam terowongan angin dengan seksi uji berukuran 450 x 450 x 3000 mm (Gambar 4)



Gambar 4 Terowongan angin

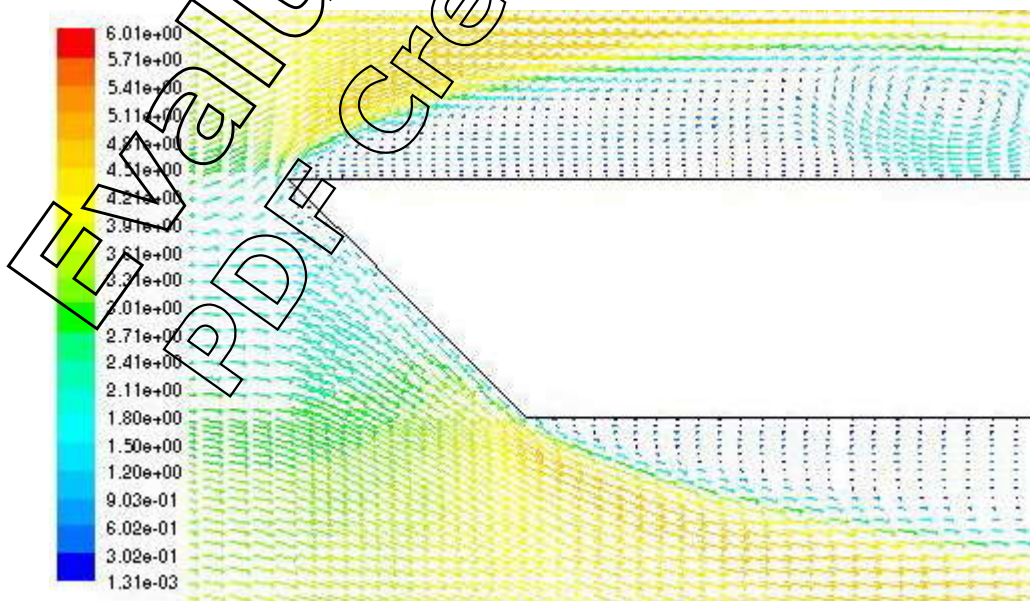
Pelat datar yang digunakan dalam pengujian ini terbuat dari bahan flexi glass dengan ketebalan 3mm. Sisi ujung pelat dibuat tajam dengan kemiringan 45° (Gambar 5) untuk menghindari dari sirkulasi aliran pada permukaan pelat. Lebar pelat dipilih 45mm untuk menghindari pengaruh lapisan batas dinding terowongan angin.

Kecepatan aliran bebas 3,4 m/det. Pengukuran dilakukan pada daerah laminar, daerah sejauh 0,7m dari ujung pelat dipilih sebagai daerah pengukuran dalam pengujian ini.

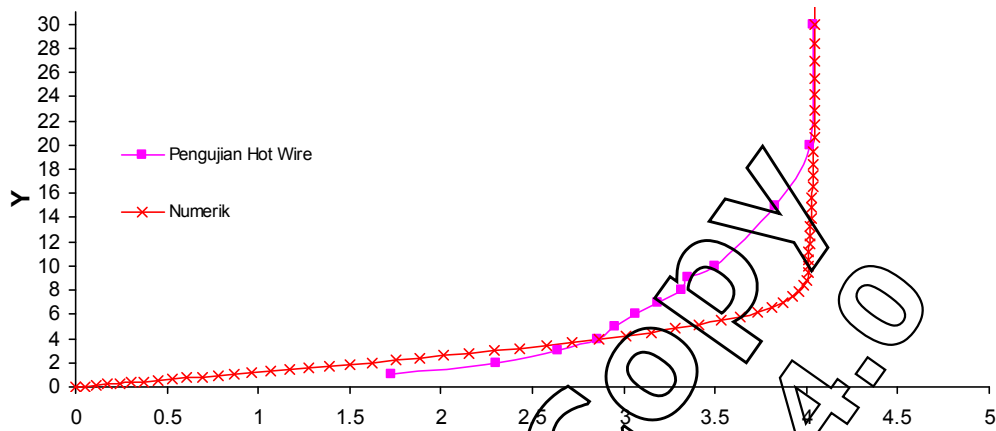


Gambar 5. Sisi ujung pelat dibuat tajam dengan kemiringan 45°

Hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil simulasi numerik yang dipilih sebagai *Benchmark*. Simulasi dilakukan dengan menyelesaikan persamaan momentum dengan menggunakan metode volume hingga pada 150.000 elemen yang terdiri atas campuran elemen segi tiga dan segi empat. Algoritme SIMPLE dari Patankar dan Spalding [4] digunakan pada persamaan koreksi tekanan dan modifikasi momentum interpolasi dari Rhie dan Chow [5] digunakan untuk mengkopel kecepatan dan tekanan. Distribusi variabel aliran dalam elemen didekati sampai ketelitian dua derajat berdasarkan persamaan Taylor. Distribusi vektor kecepatan dan perbandingan hasil pengukuran dengan hasil numerik diperlihatkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Vektor kecepatan disekitar ujung pelat datar



Gambar 7. Kecepatan dalam arah horizontal pada jarak 0,7 m dari ujung plat. Y adalah jarak horizontal dari permukaan pelat

Terlihat bahwa hot wire dapat mengukur kecepatan dengan baik pada daerah aliran bebas diatas daerah lapisan batas. Pada daerah di sekitar transisi dari daerah lapisan batas ke daerah aliran bebas terjadi kesalahan pengukuran yang cukup besar. Penyebab kesalahan ini diduga disebabkan oleh kesalahan pemasangan hot wire pada batang penyangga. Untuk meminimal kesalahan tersebut diperlukan peralatan mekanik yang masih belum tersedia di Jurusan Mesin saat ini. Beberapa penyebab lain masih perlu dipertimbangkan. Pada daerah didalam lapisan batas ada kesesuaian yang baik antara numerik dengan hasil pengukuran.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang didapat dari kegiatan ini:

1. Rangkaian bekerja dengan baik pada daerah aliran seragam diluar lapisan batas.
2. Terjadi kesalahan pengukuran yang cukup besar di daerah transisi dari lapisan batas ke aliran bebas.

PUSTAKA

- [1] Kovasnay L, 1948, Some improvement in Hot-wire anemometry, Hung. Acta Phys. Vol 1, 25-51.
- [2] Corsin S, 1947, Extended application of hot wire anemometer, Rev. Scient. Instrum. Vol. 18, 469-471.
- [3] Perry E, 1982, Hot wire anemometry, Clarendon Press, London
- [4] Patankar, S.V. and Spalding, D.B., 1972. A calculation procedure for heat, mass and momentum transfer in three dimensional parabolic flows, Int. J. Heat and Mass Transfer, Vol. 15, 1787-1806.
- [5] Rhie, C.M. and Chow, W.L., 1983. Numerical study of the turbulent flow past an airfoil with trailing edge separation, AIAA Journal, Vol. 21, 1523-1532.

Evaluation
PDF Creator Plus 4.0