

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UKUR KECEPATAN ANGIN BERDASARKAN PERUBAHAN SUHU UNTUK PENERJUNAN

Mhammad Fajar¹, Heni Puspita²
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Nurtanio Bandung

ABSTRAK

Salah satu alat yang sangat penting dalam dunia penerbangan adalah anemometer. Anemometer berfungsi untuk mengukur kecepatan angin sehingga mutlak diperlukan dalam penerjunan. Pada umumnya, anemometer menggunakan sensor berupa 4 buah *wind cup* yang berputar ketika angin bertiup, sehingga anemometer mudah rusak dan tidak mudah dibawa-bawa (tidak portable).

Setelah mempelajari teori-teori yang mendukung makad iperoleh hasil rancang anemometer yang diinginkan. Dari berbagai sensor suhu yang tersedia, dipilih IC tipe LM35 karena mempunyai kelebihan. *Output*nya berubah 10 mV jika suhu berubah sebesar 1 derajat celcius. Ketika angin bertiup, maka tegangan *output* sensor akan berubah sesuai dengan kecepatan angin. Setelah diolah beberapa rangkaian penguat-operasi maka akan diperoleh tegangan yang nilainya berbanding lurus dengan kecepatan angin.

Hasil uji-fungsi membuktikan bahwa prototipe anemometer telah bekerja dengan baik. Sebagai indikator, menggunakan voltmeter yang dirancang untuk tegangan maksimum 8 volt. Voltmeter dikalibrasi dalam satuan knot dengan menggunakan sepeda motor. Anemometer dapat mengukur kecepatan angin sampai sekitar 40 knot (64km/jam). Jika kecepatan angin mencapai 15 knot maka LED khusus akan menyala dengan berubah-ubah warna yang menyatakan bahwa penerjunan tidak boleh dilaksanakan.

PENDAHULUAN

Dalam dunia penerbangan alatukur kecepatan angin sangat diperlukan terutama karena menyangku keselamatan, baik keselamatan pesawat maupun keselamatan manusia. Sebagai contoh, pilot pesawat yang akan mendarat (*landing*) di landasan pacu (*runway*) suatu bandara atau pangkalan udara harus mengetahui terlebih dahulu kecepatan angin (danarahnya) di sekitar bandara tersebut. Kalau tidak, maka kecelakaan pesawat bisa terjadi. Atau pasukan yang akan

terjun bisa mendarat di tempat yang jauh dari sasaran dan bahkan dapat terjadinya cedera sewaktu mendarat.

Kecepatan dan arah angin bisa diketahui dengan melihat sudut yang dibentuk dan arah *wind sock* yang bisa dilihat oleh pilot jika terbang rendah, tetapi cara ini sudah tidak efektif lagi walau pun masih tetap digunakan. Dengan perkembangan teknologi, *wind sock* diganti oleh alat ukur kecepatan dan arah angin yang elektromekanis. Alat ukur kecepatan dan arah angin merupakan dua alat

yang berbeda yang kadang-kadang dijadikan satu. Dengan alat ini, petugas *Air Traffic Control (ATC)* tidak usah melihat keluar *runway* seperti pada *wind sock*, tetapi cukup melihat indikator di depan tempat duduknya.

Alat ukur kecepatan angin (*Anemometer*) ini mempunyai kelemahan. Karena ada bagian yang berputar (susunan 4 buah *wind cup*) maka *anemometer* ini cepat rusak. Selain itu tidak *portable* sehingga sulit dibawa ketempat lain, misalnya ketempat dimana penerjunan akan dilakukan.

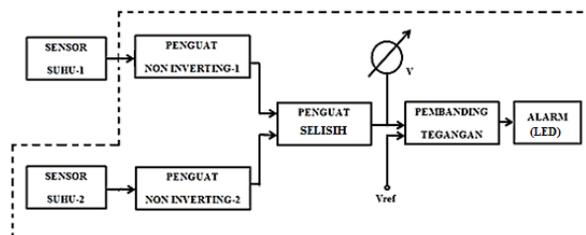
Perumusan Masalah

Masalahnya ialah bagaimana merancang dan membuat alat ukur kecepatan angin yang tak mengandung komponen berputar dan bisa dibawa kemana-mana (*Portable*), khususnya untuk penerjunan.

Perancangan Sistem

1. Diagram Blok

Indikator alat ini harus menunjukkan kecepatan angin (dalam knot) ketika angin bertiup dan jatuh pada sensornya. Selain itu, mulai dari kecepatan angin tertentu maka alarm akan berbunyi. Agar portable, seluruh rangkaian harus berada dalam satu kotak (box) dan dicatu dengan baterai. Diagram blok alat ukur kecepatan angin nampak pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok Alat ukur kecepatan angin berdasarkan perubahan suhu

2. Prinsip Kerja

Diagram blok terdiri dari 2 buah sensor suhu, 2 buah penguat DC non inverting, sebuah penguat selisih yang outputnya dihubungkan dengan voltmeter, sebuah pembanding tegangan, rangkaian alarm, dan pencatu daya (tidak tergambar).

Kedua sensor suhu ditempatkan terpisah, yaitu sensor 2 berada dalam kotak kemasan sedangkan sensor 1 berada diluar untuk mengindra kecepatan angin. Pada keadaan awal sewaktu angin belum bertiup, kedua output sensor mengeluarkan tegangan yang hampirsama sesuai dengan suhu pada waktu itu. Ketika angin bertiup, suhu sensor 1 menjadi lebih dingin sehingga tegangan outputnya akan lebih rendah dari pada output sensor 2. Agar mudah diolah, masing-masing tegangan output diperkuat terlebih dahulu oleh penguat DC non inverting. Selisih dari kedua tegangan ini kemudian diperkuat oleh penguat selisih sehingga bisa diukur oleh volt meter. Jadi ketika angin bertiup, voltmeter akan menunjukkan angka (tegangan) tertentu yang dikalibrasi dalam satuan knot.

Semakin kuat angin bertiup maka akan semakin besar simpangan jarum

maka diperlukan rangkaian tambahan, yaitu pembanding tegangan (IC-6). Dengan rangkaian ini, tegangan output penguat diferensial dibandingkan dengan tegangan referensi (bisa diubah-ubah dari 0V sampai dengan 6.8V). Jika tegangan output penguat diferensial lebih besar dari tegangan referensi maka indikator LED-2 akan menyala berkedip dengan berubah-ubah warna.

Percobaan Rangkaian

Diagram lengkap alat ukur kecepatan angin terdiri dari pencatu daya, sensor-1, sensor-2, penguat non inverting 1, penguat non inverting 2, penguat selisih, pembanding tegangan dan rangkaian alarm. Percobaan rangkaian dilaksanakan dengan menggunakan *breadboard* agar komponen-komponen dapat dimanfaatkan lagi dalam perakitan.

Langkah pertama ialah mencoba rangkaian pencatu daya. Tegangan yang diperlukan adalah 9V dan 6V dengan menggunakan baterai 9V (untuk memperoleh tegangan 9V) dan penstabil tegangan 6V (untuk memperoleh tegangan 6V). Berdasarkan hasil pengukuran, tegangan yang diperoleh adalah 9.3V dan 6V. Jadi, rangkaian pencatu daya sudah memenuhi syarat untuk mencatu seluruh rangkaian.

Langkah kedua ialah mencoba sensor 1 dan sensor 2. Pada suhu 28°C, tegangan output kedua sensor menunjukkan tegangan sekitar 0,28V. Ketika sensor dipegang dengan tangan, suhu (tegangan output) menjadi naik,

sedangkan jika didinginkan (dengan kipas angin) suhu (tegangan output) menjadi turun. Jadi, kedua rangkaian sensor berfungsi dengan baik.

Langkah ketiga ialah mencoba rangkaian penguat non inverting 1 dan penguat non inverting 2. Penguat non inverting 1 mendapat masukan dari output sensor 1, sedangkan penguat non inverting 2 mendapatkan masukan dari output sensor 2. Pada suhu 28°C, kedua output penguat non inverting menunjukkan tegangan yang hampir sama, yaitu sekitar 0.36V. Tegangan output sensor 1 bisa diubah-ubah dengan menggunakan potensiometer P1 dari 0.3V sampai 0.36V. Kemudian, sensor 1 didinginkan dengan menggunakan kipas angin. Ternyata output penguat non inverting 1 menjadi < 0.36V (turun) sedangkan output penguat non inverting 2 tetap 0.36V. Jadi, kedua rangkaian penguat non inverting telah berfungsi dengan baik.

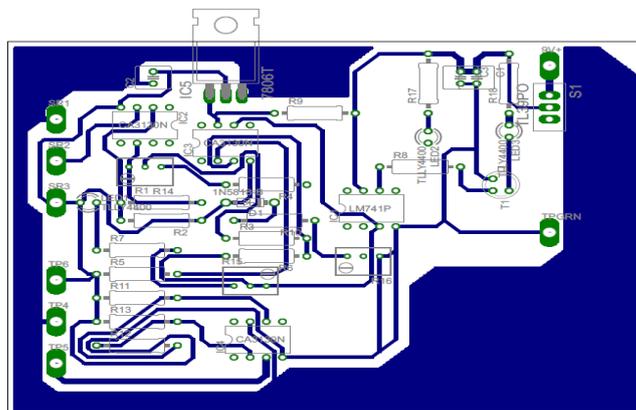
Langkah keempat ialah mencoba rangkaian penguat selisih. Inverting inputnya mendapat masukan dari output penguat non inverting-1, sedangkan non inverting inputnya mendapat masukan dari output penguat non inverting 2. Jika kedua sensor mengindra suhu yang sama maka tegangan output penguat selisih mendekati 0 volt. Tetapi jika sensor suhu 1 mengindra suhu yang lebih rendah dari sensor 2, maka tegangan output penguat selisih akan naik semakin rendah suhu yang diindra oleh sensor 1, akan semakin tinggi

tegangan yang ditunjuk oleh volt meter yang dipasang pada output penguat selisih. Hal ini membuktikan bahwa rangkaian penguat selisih telah berfungsi dengan baik.

Langkah terakhir ialah mencoba rangkaian pembanding tegangan dan alarm. Diinginkan alarm akan berbunyi jika sensor 1 mengindra angin dengan kecepatan tertentu (tegangan output penguat selisih mencapai nilai tertentu). Input pembanding tegangan (non inverting input) mendapa tmasukn dari output penguat selisih. Tegangan input ini dibandingkan dengan tegangan referensi yang bisa diubah-ubah dari 0 volt sampai 6.8 V dengan menggunakan potensiometer P3. Untuk percobaan, tegangan referensi distel pada tegangan 3V. Pada keadaan awal, yaitu ketika kedua sensor mengindra suhu yang sama, buzzer (alarm) belum berbunyi. Kemudian, sensor 1 didinginkan dengan kipas angin. Jarak kipas angin dengan sensor suhu 1 di ubah-ubah untuk mendapatkan kecepatan angina yang berbeda. Pada jarak tertentu, alarm berbunyi yang menyatakan bahwa rangkaian pembanding tegangan dan alarm telah berfungsi dengan baik. Hasil dari percobaan rangkaian-rangkaian diatas membuktikan bahwa seluruh rangkaian dapat bekerja dengan baik sehingga perakitan sudah bisa dilaksanakan.

Perancangan dan Pembuatan PCB

Sebagian besar komponen akan dirakit pada PCB (Print Circuit Board) sehingga PCB harus dirancang dan dibuat terlebihdahulu. Langkah pertama ialah menggambar dan menyusun komponen-komponen dengan ukuran sebenarnya pada kertas putih. Kemudian buatlah garis-garis (jalur) penghubung antar komponen sesuai dengan gambar 3 (diagram rangkaian lengkap). Tata letak komponen dan tata jalur (nampa katas) dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Tata letak komponen dan tata jalur (Nampak atas)

Tata letak komponen dan tata jalur ini akan bermanfaat sebagai pemandu dalam perakitan. Tata jalur (tanpa gambar komponen) yang dibalik dapat digunakan sebagai pola dalam membuat PCB (rancangan PCB) Untuk memperoleh PCB yang sudah dilengkapi dengan lubang-lubang komponen, penulis telah membuat sendiri tetapi dengan memanfaatkan toko yang khusus membuat PCB.

Perakitan

Perakitan (penyolderan) komponen pada PCB dilaksanakan dengan bantuan (panduan). *Integrated Circuit* (IC) tidak disolder langsung pada PCB, tetapi dengan menggunakan soket IC. Dengan menggunakan soket, IC terhindar dari kerusakan sewaktu disolder dan bila diperlukan akan mudah diganti. Komponen-komponen lain diluar PCB dihubungkan melalui kabel-kabel penghubung. Komponen-komponen tersebut adalah sensor 1 (melalui jack earphone stereo), potensiometer P1, potensiometer P3, saklar daya (sw), indikator daya (LED-1), indikator 15 knot (LED 2) meter movement (M), dan baterai 9V (melalui baterai holder).

Pembuatan Prototipe (Pengemasan)

Komponen-komponen dipasang pada kotak bekas multimeter yang meter movementnya masih baik. Sensor 1 (IC-1) direkatkan dalam pipa logam (dijin-jing). Sensor 1 dihubungkan dengan kotak melalui kabel isi tiga dengan menggunakan plug earphone stereo. Tampilan prototipe alat pengukur kecepatan angin nampak pada gambar 3



Gambar 3 Tampilan prototipe alat pengukur kecepatan angin

Kesimpulan

Dari kegiatan tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa rancangan dan prototipe dari alat pengukur kecepatan angin berdasarkan perubahan suhu untuk penerjunan telah berhasil dibuat dengan keterangan sebagai berikut :

1. Alat pengukur menggunakan sensor suhu (IC LM35) untuk mengukur kecepatan angin sehingga tidak mengandung komponen yang berputar. Kecepatan angin akan mengubah suhu yang diindra oleh sensor tersebut menjadi tegangan.
2. Kecepatan angin dapat dibaca dengan melihat skala yang ditunjuk oleh jarum (pointer) alat ukur (voltmeter) setelah dikalibrasi.
3. Alat dilengkapi dengan alarm (LED) untuk mengetahui bahwa angin sudah mencapai kecepatan tertentu (15knot).
4. Alat ini dicatu dengan baterai 9V (tipe 6F22) sehingga bisa dibawa-bawa (portabel), termasuk untuk penerjunan ditempat yang tidak ada jaringan listrik.

Saran

Selain untuk penerjunan, alat pengukur kecepatan angin dapat juga digunakan didaerah/ tempat yang sering dilanda badai sebagai pendetek sidini. Untu kitu alarm distel pada batas kecepatan angin tertentu, misalnya 30 atau 40 knot.

Daftar pustaka

1. Agung Nugroho Adi, 2010, Mekanika, Graha Ilmu, Yogyakarta.
2. Delton T. Horn, Ahli bahasa Tim Exercise UI, 1998, Teknik Merancang Rangkaian Dengan IC (Designing IC Circuit with Experiments), PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
3. Elektor, ahli bahasa Inggris Hartono 1986, 301 Rangkaian Elektronika (301 Circuit), PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
4. Elektron, ahli bahasa Inggris Hartono, 1989, 303 Rangkaian Elektronika (303 Circuit) PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
5. Fitzgerald A.E. Higginbotham David E, Grabel Arvin, ahli bahasa pantun silaban, Ph.D, 1984, Dasar-dasar Elektro teknik (Basic Electrical Engineering), Penerbit Erlangga, Jakarta.
6. Loveday George, Ahli bahasa seryawan, 1988, Intisari Elektronika (Essential Electronics), PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
7. Marston. R.M, 1978, 110 Integrated Circuit Project From the Home Constructor, Butterworth & Co, London.
8. Shunaman Fred, 1978, How to use test Instruments in Electronics Servicing, TAB Books, Blue Ridge Sammit, USA.
9. Techical Information Center, 1978, Motorola CMOS Integrated Circuit, Motorola jnk, USA.
10. _____, _____, Proyek-proyek menggunakan IC-CA 3130 (50 Projects Using IC-CA 3130), Yayasan Pembina Pendidikan dan Hobi Elektronika "Binatronika"