

SELF HEATED SENSOR PTC SEBAGAI DETEKTOR SUDUT VEKTOR ALIRAN UDARA

Lazuardi Umar, Rahmondia N. Setiadi, Marzuarman

*Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. Prof. Dr. Muchtar Lutfi Sp. Baru Pekanbaru 28293
Email: lazuardi@unri.ac.id*

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan detektor sudut vektor aliran udara menggunakan sensor PTC (*positive temperature coefficient*). Elemen sensor terbungkus hermetis dalam rumahan *stainless steel* yang dirangkai seri menggunakan tahanan $R_s = 100\Omega$ pada tegangan konstan 15V. Dimensi detektor berbentuk cakram silinder dari bahan Teflon dengan diameter $\phi = 1,25$ inci dan tinggi 1,5 inci. Vektor aliran ditentukan dari konfigurasi tiga elemen sensor yang ditempatkan pada bidang medan aliran asimetris berbentuk sudut 0° , 120° , dan 240° . Pengujian sifat identik dan disipasi daya termal dilakukan dengan mengukur kurva arus tegangan, $I(U)$ sensor pada variasi suhu lingkungan dengan kecepatan aliran udara $v = 0$ m/s. Suhu lingkungan diukur mempergunakan sensor suhu PT100. Pengaruh sudut aliran udara terhadap tegangan keluaran masing-masing sensor disimulasikan pada kecepatan udara 2,0 m/s, 3,2 m/s dan 4,6 m/s, sementara pengolahan isyarat dilakukan dengan implementasi algoritma berbasis mikrokontroler ATmega8535. Dari pengujian diperoleh bahwa detektor sudut vektor ini mampu mengukur sudut dari 0° sampai 360° dalam 8 arah sudut vektor dan menampilkan suhu lingkungan.

Kata kunci: *Self-heated*, sensor PTC, sudut vektor aliran, mikrokontroler, algoritma

Daftar Pustaka

1. ATMEL Corporation. 2006. Datasheet
2. Campbell Scientific - Wind Direction, 1998. Datasheet
3. Feustel, O.; Schmidt, W.: 1982. Sensorhalbleiter und Schutzelemente, Auswahlkriterien und Berechnungshinweise for Thermistoren und edelgasgefillte Überspannungsableiter. Vogel Verlag.
4. Park Sekwang, Seunghyun Kim, Sunghyun Kim, Yongduk Kim, 2003. A thermal flow direction sensor was fabricated using MEMS technology, Sensors and Actuators B 91, 347–352
5. Raouf Ismail, 1999, Air velocity measurement using thermistor, Cambridge AssuSense, Inc., Shirley, MA USA.
6. Vaisala WMT700 WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensors. 2010. Datasheet
7. Wilmers Meßtechnik Germany, 2003. Datasheet

SELF HEATED SENSOR PTC SEBAGAI DETEKTOR SUDUT VEKTOR ALIRAN UDARA

Lazuardi Umar, Rahmondia N. Setiadi, Marzuarman

*Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. Prof. Dr. Muchtar Lutfi Sp. Baru Pekanbaru 28293
Email: lazuardi@unri.ac.id*

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan detektor sudut vektor aliran udara menggunakan sensor PTC (*positive temperature coefficient*). Elemen sensor terbungkus hermetis dalam rumah *stainless steel* yang dirangkai seri menggunakan tahanan $R_s = 100\Omega$ pada tegangan konstan 15V. Dimensi detektor berbentuk cakram silinder dari bahan Teflon dengan diameter $\phi = 1,25$ inci dan tinggi 1,5 inci. Vektor aliran ditentukan dari konfigurasi tiga elemen sensor yang ditempatkan pada bidang medan aliran asimetris berbentuk sudut 0° , 120° , dan 240° . Pengujian sifat identik dan disipasi daya termal dilakukan dengan mengukur kurva arus tegangan, $I(U)$ sensor pada variasi suhu lingkungan dengan kecepatan aliran udara $v = 0$ m/s. Suhu lingkungan diukur mempergunakan sensor suhu PT100. Pengaruh sudut aliran udara terhadap tegangan keluaran masing-masing sensor disimulasikan pada kecepatan udara 2,0 m/s, 3,2 m/s dan 4,6 m/s, sementara pengolahan isyarat dilakukan dengan implementasi algoritma berbasis mikrokontroler ATMega8535. Dari pengujian diperoleh bahwa detektor sudut vektor ini mampu mengukur sudut dari 0° sampai 360° dalam 8 arah sudut vektor dan menampilkan suhu lingkungan.

Kata kunci: *Self-heated*, sensor PTC, sudut vektor aliran, mikrokontroler, algoritma

I. Pendahuluan

Pengukuran arah sudut aliran udara mempergunakan *wind direction sensor* telah banyak dipergunakan seperti untuk memonitor arah aliran udara pada suatu daerah tertentu. Aplikasi sensor ini dikombinasikan dengan anemometer dipergunakan utamanya untuk monitoring kecepatan angin di stasiun cuaca dan airport, mengontrol aliran udara di mesin pengering hasil-hasil pertanian perikanan.

Dewasa ini terdapat berbagai metode pengukuran sudut aliran udara seperti metode termal, mekanis (rotor) atau ultrasonik dengan harga yang relatif mahal. **Park et al [2003]** mendesain suatu sensor termal berbasis teknologi MEMS untuk mendeteksi arah aliran udara mempergunakan struktur baru dari bahan Pt. Beberapa sensor arah aliran udara lainnya mempergunakan suatu kontak sikat yang membagi arah angin menjadi 8 atau 19 sektor titik kompas dan mempergunakan potensiometer untuk memodelkan arah aliran. Tegangan yang jatuh pada potensiometer bervariasi secara langsung pada arah angin. Jika angin berubah, sumbu lidah angin berubah dan mengubah tahanan potensiometer [**Wilmers, 2000: Campbell Scientific, 1998**].

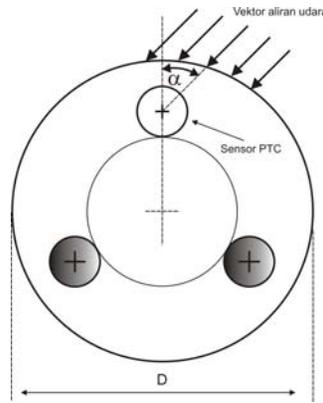
Pada sensor lainnya, potensiometer diganti dengan magnet yang terletak pada sumbu pengindera. Perubahan arah angin akan memutar posisi magnet pada sumbu. Untuk mendeteksi perubahan sudut maka empat sensor efek Hall akan mengukur arah setiap detik dan mikrokontroler akan menghitung arah rata-rata pada periode ukur. **Vaisala [2000]** menawarkan sensor sudut aliran udara berdasarkan prinsip ultrasonic untuk mengukur arah dan kecepatan angin horizontal. Pengukuran dilakukan berdasarkan waktu transit yang diperlukan gelombang ultra menjalar dari satu transduser ke lainnya yang bergantung pada sudut arah aliran udara. Umumnya sensor seperti dijelaskan di atas memiliki kelebihan tingkat akurasi yang tinggi, robustness, handal namun memiliki kelemahan diantaranya adalah factor histerisis mekanis yang dapat terjadi pada sensor dengan bagian yang bergerak dan harga relative mahal.

Pengembangan sensor suhu positive temperature coefficient (PTC)-thermistor sebagai detektor arah aliran udara belum banyak ditemui pada literatur. Sensor ini memiliki kelebihan yaitu kekuatan, kehandalan, akurasi dan waktu pengujian yang singkat. Dimensi sensor yang mini memberikan fleksibilitas untuk pengukuran pada tempat kecil serta harga yang relatif murah jika dibandingkan sensor lainnya. Sensor PTC mempunyai beberapa fitur unik dibandingkan dengan sensor airflow tipe lainnya [**Raouf Ismail, 1999**] seperti sifat interchangeability dimana masing-masing sensor kompatibel dengan sensor lainnya.

Berdasarkan hal tersebut maka akan jelaskan suatu bentuk sistem deteksi mempergunakan sensor PTC pada mode *self heated* yang dapat mengukur sudut vektor aliran udara. Pengolahan sinyal yang diperoleh dari transduser PTC mempergunakan mikrokontroler ATMega8535 untuk kehandalan sistem pengukuran.

II. Prinsip Pengukuran Sudut Vektor Aliran Udara

Sudut aliran udara ditentukan dengan mempergunakan konfigurasi tiga elemen sensor pada suatu bidang aliran silindris pada medan aliran asimetris, seperti diperlihatkan pada gambar 1 berikut ini. Struktur medan aliran asimetris dua dimensi ini memungkinkan pada penelitian ini untuk mengukur tegangan setiap sensor PTC yang bergantung pada sudut vektor aliran udara α dan kecepatan aliran udara v yang datang.



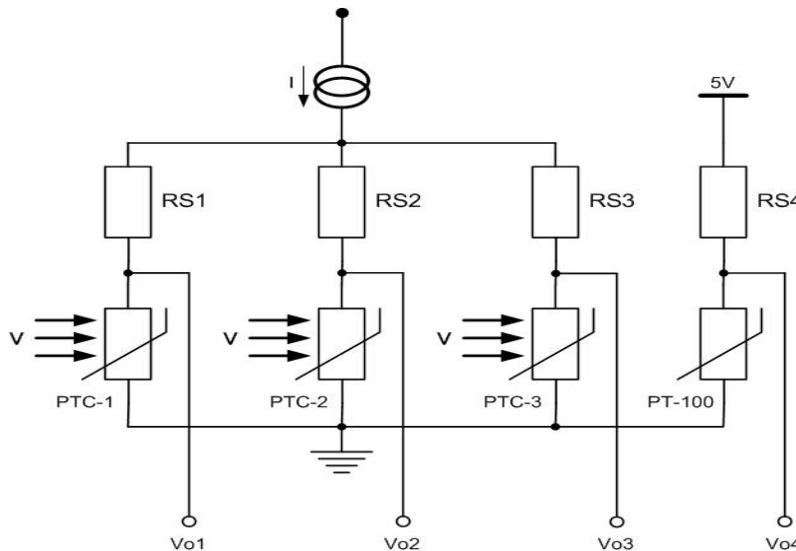
Gambar 1. Susunan tiga elemen sensor suhu PTC-thermistor ditempatkan pada sudut tertentu pada bidang alir silindris

Secara umum persamaan sensor dapat dimodelkan seperti persamaan berikut:

$$U_{PTC}(v, T, \alpha) = U_{0k}(v, T) + U_{1k} \cdot f(\alpha, \Delta\alpha_k) \tag{1}$$

dimana, $k = 1, 2, 3$ dan $\Delta\alpha_1 = 0^\circ, \Delta\alpha_2 = 120^\circ, \Delta\alpha_3 = 240^\circ$.

Umumnya aplikasi PTC thermistor adalah berdasarkan kondisi *steady state self-heated*. Jika tegangan catu konstan maka daya listrik yang melalui thermistor sensor adalah setara dengan panas yang terdisipasi dari permukaan sensor ke lingkungannya [Feustel, 1982]. Perubahan disipasi panas sensor akibat arah aliran udara diukur mempergunakan sumber arus atau tegangan konstan seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Rangkaian Kalibrasi Karakteristik Elektrik 3 Sensor PTC.

Besarnya tegangan keluaran V_0 masing masing sensor adalah:

$$V_{0i} = R_{PTC} \cdot I \quad \text{dengan } i = 1, 2 \text{ dan } 3 \tag{2}$$

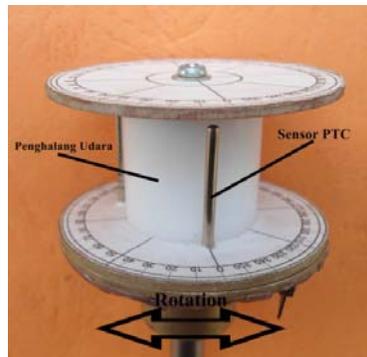
Pengukuran sudut vektor aliran udara dilakukan secara simultan mempergunakan prosedur optimasi dengan mengukur tegangan keluaran V_{01}, V_{02}, V_{03} dari ketiga elemen sensor serta tegangan keluaran sensor PT-100 untuk mengukur suhu lingkungan V_{04} .

III. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dipergunakan sensor *positive temperature coefficient* (PTC) yang terbuat dari bahan semikonduktor Barium Titanate ($BaTiO_3$) dari perusahaan Firma Epcos-AG dengan tegangan kerja maksimum 18V. Dimensi sensor yang terbuat dari rumah stainless steel sangat cocok dipergunakan sebagai pendeteksi aliran udara.

A. Karakterisasi Detektor Pada Variasi Sudut Vektor Udara

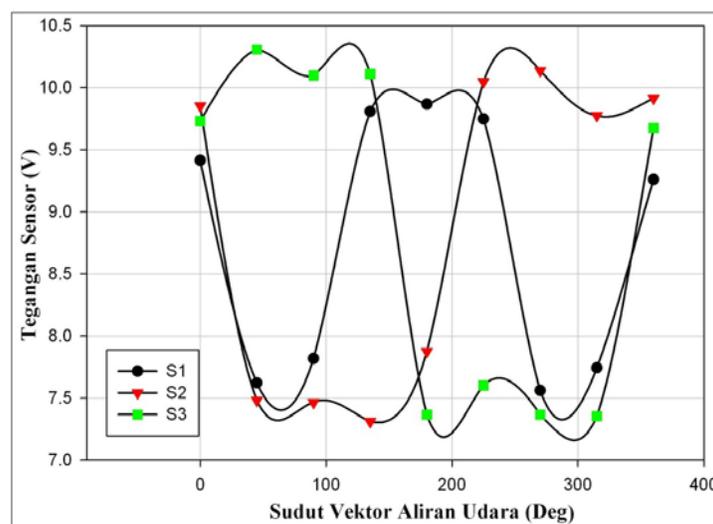
Detektor sudut vektor aliran udara terbuat dari cakram ukur dari bahan pertinaks berdiameter 2 inci dengan 3 elemen sensor PTC masing-masing pada sudut 0° , 120° , dan 240° . Pada bagian tengah cakram terdapat silinder Teflon dengan diameter 1,25 inci dan tinggi 1,5 inci yang berfungsi sebagai pelindung udara, lihat gambar 3. Sementara perubahan sudut arah aliran udara disimulasikan dengan memutar cakram ukur pada sudut yang bersesuaian, sensor kemudian di karakterisasi dengan mengukur kurva $I(U)$ nya.



Gambar 3. Dimensi cakram ukur untuk menentukan sudut vektor

Sensor PTC dirangkai seri menggunakan $R_s = 100\Omega$ dan sebuah sensor suhu PT100 yang berfungsi untuk mengukur suhu lingkungan. Ketiga sensor suhu PTC ini diberi sumber tegangan konstan U sebesar 15V. Perubahan tegangan jatuh pada ketiga sensor akan terukur. Masing-masing sensor mengalami disipasi daya yang berbeda disebabkan posisi dari sensor yang terhalang oleh pelindung udara. Hal ini akan mempengaruhi besar arus yang mengalir dan tegangan keluar dari sensor. Akibat perbedaan ini terjadi variasi amplitudo ketiga sinyal sensor dalam bentuk tegangan pada berbagai variasi sudut arah aliran udara.

Dari ketiga variasi tegangan jatuh sensor maka akan didapat hubungan antara sudut vektor aliran udara dengan perubahan tegangan dari ketiga sensor. Gambar 4 berikut memperlihatkan hasil pengukuran amplitudo tegangan keluaran sebagai fungsi dari sudut detector, diukur pada kecepatan aliran udara 4,6 m/s.



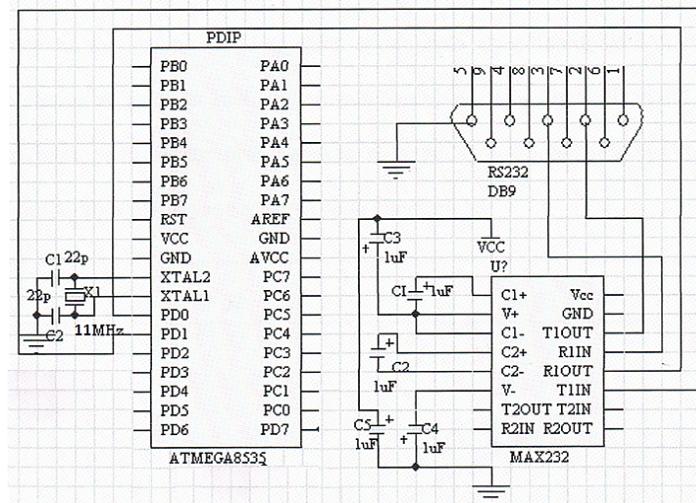
Gambar 4 Variasi amplitudo keluaran masing-masing sensor untuk setiap perubahan sudut. Sensor diukur pada kecepatan aliran udara sebesar $v = 4,6$ m/s

Data hasil pengukuran ini dibaca dan diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan ke PC melalui serial interface.

B. Rangkaian Mikrokontroler dan Komunikasi Serial ATmega 8535

Pada mikrokontroler ATmega 8535 terdapat 8 channel ADC internal yang terletak pada PORT A yang menjadi input untuk ketiga sensor PTC dan sensor PT100 yang berfungsi mengukur suhu lingkungan [Atmel, 2006]. Sinyal sensor berupa sinyal analog dikonversi dalam bentuk data digital oleh ADC mikrokontroler. Mikrokontroler membaca dan mengolah sinyal sensor yang telah dikonversi

kedalam data digital melalui serial interface menuju ke rangkaian RS232 (menggunakan IC MAX232), RS232 akan menghubungkan ke PC melalui hyperterminal dengan konektor DB9, lihat gambar 5 berikut ini.



Gambar 5 Skema Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535 dan Komunikasi Serial MAX232

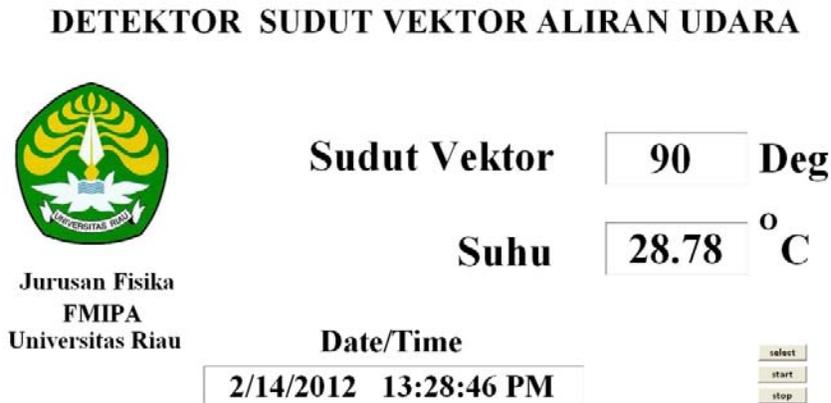
Sinyal sensor yang masuk pada ADC mikrokontroler yang memiliki resolusi sebesar 10 bit dikonversi ke dalam bilangan desimal oleh ADC dalam bentuk data digital (0 sampai 1023). Penentuan sudut dari aliran udara ditentukan dari data cuplikan ADC untuk sudut aliran udara yang bersesuaian seperti pada table 1 berikut.

Tabel 1. Pemrograman Penentuan Sudut Vektor Aliran Udara.

No.	Data Sensor 1	Data Sensor 2	Data Sensor 3	Sudut θ (°)
1.	> 500	> 500	> 500	0
2.	< 500	< 500	> 500 & < 570	45
3.	< 500	< 500	> 570	90
4.	> 500	< 500	> 500	135
5.	> 500	< 500	< 500	180
6.	> 500	> 500	< 500	225
7.	< 500	> 500 & < 540	< 500	270
8.	< 500	> 540	< 500	315

Berdasarkan tabel 1, pemrograman mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan perintah pemanggilan. Pada penelitian ini hanya dibuat 8 variasi arah aliran udara saja. Hasil pembacaan dari mikrokontroler yang ditampilkan melalui hyperterminal tersebut akan dihubungkan ke software Borland Delphi 7. Untuk dapat menghubungkan hyperterminal ke program Borland Delphi diperlukan komponen yang disebut Comport. Comport dipasang atau diinstall pada program Delphi dan akan muncul pada

program Delphi tersebut dengan nama CPortlib. Pada saat tombol *start* diklik maka koneksi serial akan dibuka dan mikrokontroler akan mengirim data ke display dan data akan tersimpan ke database melalui komunikasi serial kemudian akan muncul data pengukuran dari sudut vektor aliran udara dan suhu lingkungan, lihat gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Akhir Akuisisi Data

Sedangkan jika tombol *stop* pada display diklik maka komunikasi serial akan tertutup sehingga pengiriman data terhenti dan tombol *exit* pada display berfungsi untuk menutup program. Hasil pengukuran memberikan informasi sudut vektor aliran udara pada posisi 90° dengan suhu lingkungan sebesar $28,78^\circ\text{C}$. Data yang tersimpan pada database adalah berupa susunan nomor data pengukuran, arah sudut vektor aliran udara, suhu lingkungan dan waktu pengukuran.

4. KESIMPULAN

Pengukuran sudut vektor aliran udara telah berhasil mempergunakan cakram ukur di dalam struktur medan aliran asimetris dengan tiga elemen sensor suhu PTC identik. Perubahan tegangan elemen sensor terjadi akibat adanya perubahan sudut vektor aliran udara α dan kecepatan aliran udara v yang datang. Umumnya aplikasi sensor PTC adalah berdasarkan kondisi *steady state self-heated*. Masing-masing sensor mengalami disipasi daya yang berbeda disebabkan posisi dari sensor yang terhalang oleh pelindung udara. Hal ini akan mempengaruhi besar arus yang mengalir dan tegangan keluar dari sensor. Akibat perbedaan sudut arah aliran udara terjadi variasi amplitude ketiga sinyal sensor dalam bentuk tegangan keluaran yang akan dibaca dan diolah mikrokontroler untuk ditampilkan.

5. Ucapan Terimakasih

Penelitian ini telah terlaksana atas pembiayaan penelitian dana Hibah Bersaing tahun 2011 dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M) Ditjen Dikti Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Daftar Pustaka

- ATMEL Corporation. 2006. Datasheet
 Campbell Scientific - Wind Direction , 1998. Datasheet
 Feustel, O.; Schmidt, W.: 1982. Sensorhalbleiter und Schutzelemente, Auswahlkriterien und Berechnungshinweise for Thermistoren und edelgasgefillte Überspannungsableiter. Vogel Verlag.
 Park Sekwang, Seunghyun Kim, Sunghyun Kim, Yongduk Kim, 2003. A thermal flow direction sensor was fabricated using MEMS technology, Sensors and Actuators B 91, 347–352
 Raouf Ismail, 1999, Air velocity measurement using thermistor, Cambridge AssuSense, Inc., Shirley, MA USA.
 Vaisala WMT700 WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensors. 2010. Datasheet
 Wilmers Meßtechnik Germany, 2003. Datasheet