

PEMBUATAN *PROTOTYPE* ALAT *OVERHEAT WARNING* *EXHAUST GAS TEMPERATURE (EGT)*

Hari Handika Prasestia¹, Ema²

Program Studi Avionika Fakultas Teknik

Universitas Nurtanio Bandung

ABSTRAKSI

Perkembangan teknologi penerbangan dari masa ke masa mengalami perkembangan yang sangat pesat. Transportasi udara berorientasi pada keselamatan dan keamanan penerbangan. Di pesawat terbang terdapat 4 sistem *instrument* yaitu : *flight instrument*, *engine instrument*, *navigation instrument* dan *auxiliary*. Pada *engine instrument* terdapat *exhaust gas temperature*. Alat *overheat warning EGT* merupakan suatu indikator yang menunjukkan suhu dari batas maksimal yang telah ditentukan. Sistem deteksi yang digunakan adalah untuk mendeteksi suhu panas yang berlebih dari yang ditentukan, dengan menggunakan sensor *thermocouple*. Indikatornya bernama *Exhaust Gas Temperature*.

Overheat warning EGT ini sebagai peringatan kepada *pilot* dan *copilot* bahwa suhu pada *engine* telah melebihi batas yang telah ditentukan, agar *pilot* dan *copilot* dapat mengambil suatu tindakan dan penanggulangan. *EGT* dapat memberikan informasi *temperature* pada *engine* serta menampilkan *warning* yang diindikasikan berupa lampu dan indikator *pointer*.

Pembuatan *prototype overheat warning EGT* menggunakan sensor *thermocouple type K*, *arduino nano* menampilkan indikator yang menyerupai *pointer* dan juga dengan menampilkan LED berwarna merah sebagai *warning* pada saat *overheat warning* terjadi. *Overheat warning* terjadi ketika suhu pada sensor mencapai batas yang telah ditentukan yaitu $> 500^{\circ}\text{C}$ atau $> 932^{\circ}\text{F}$.

Dalam pembuatan alat ini penulis mendapatkan kesimpulan, bahwa alat ini berfungsi dengan baik dan dapat menampilkan *warning temperature* berupa LED dan indikator *pointer*. Dengan masih ada kekurangan pada alat ini semoga kedepannya dapat dikembangkan lebih baik lagi serta dapat menambah alat yang ada di lab avionika dan dapat dipelajari mahasiswa secara langsung.

Latar

Perkembangan teknologi penerbangan dari masa ke masa mengalami perkembangan yang sangat pesat. Transportasi udara baik untuk sipil maupun militer memegang peranan yang

Belakang

sangat penting. Hal ini ditinjau dari berbagai segi, salah satunya adalah waktu transportasi yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan armada atau sarana transportasi lainnya,

yaitu transportasi darat dan laut. Transportasi udara berorientasi pada keselamatan dan keamanan penerbangan. Oleh karenanya, pesawat terbang baik yang *fixed wing* maupun *rotary wing* diupayakan memiliki faktor *safety* yang baik disamping faktor-faktor lainnya. Untuk itu diperlukan peralatan dan perlengkapan yang mendukung keamanan pesawat terbang tersebut serta pemeliharaan yang teratur dan berkala sesuai dengan prosedur yang ditetapkan. Di pesawat terbang terdapat 4 sistem *instrument* yaitu: *flight instrument*, *engine instrument*, *navigation instrument* dan *auxiliary instrument*. Pada *engine instrument* terdapat *exhaust gas temperature* (EGT). EGT adalah suatu faktor yang kritis dalam operasi suatu *motor turbin* dan yang dimaksud faktor kritis adalah kondisi dari *motor turbine* dalam keadaan bahaya, sehingga sangat penting untuk mengetahui *temperature gas* dalam *engine* selama *engine* tersebut bekerja.

Apabila EGT naik sampai 770°C atau 1418°F, maka akan menyebabkan kerusakan yang serius pada komponen-komponen dari *engine*. Dengan alasan diatas, maka EGT indikator dipasangkan untuk dapat memonitor *temperature* dari *exhaust gas*. Dalam mempelajari sistem EGT secara langsung pada pesawat memerlukan waktu serta izin yang sulit,

selain itu untuk menambah alat *overheat warning* EGT dilaboratorium avionik Fakultas Teknik oleh karena itu, penulis mempunyai ide untuk membuat “**Pembuatan Prototype alat Overheat Warning Exhaust Gas Temperature (EGT)**”.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dalam tugas akhir ini masalah yang penulis rumuskan adalah bagaimana membuat alat *prototype overheat warning Exhaust Gas Temperature* (EGT) dengan menggunakan sensor *thermocouple type K* dan dapat ditampilkan di indikator. Serta merakit komponen-komponen elektronika agar dapat diaplikasikan menjadi sebuah indikator yang dapat menampilkan *warning temperature* dan dapat dipelajari mahasiswa secara langsung.

Maksud Penulisan

Maksud penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk lebih memahami cara kerja dari *overheat warning* yang terdapat pada pesawat dengan membuat simulasinya.

Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah menghasilkan pembuatan *prototype overheat warning Exhaust Gas Temperature* (EGT) yang dapat memberikan informasi *temperature* pada

engine serta menampilkan *warning* yang diindikasikan berupa lampu indikator dan *pointer* serta dapat dipelajari oleh mahasiswa di Fakultas Teknik.

Deskripsi Masalah

Di setiap pesawat pasti memiliki sebuah *engine instrument* salah satunya yaitu *instrument exhaust gas temperature* (EGT) yang memiliki sebuah sistem berupa *overheat warning system*. Sistem tersebut akan memberikan informasi kepada pilot yang berada di *flight deck* berupa suara dan cahaya. Ini adalah suatu isyarat yang berarti tanda dari *turbine engine* dalam masalah yang sangat serius, panas *engine* tersebut melampaui batasan maksimum. Jadi sangat penting untuk mengetahui *temperature gas* buangan dari *engine* yang bekerja.

Kegunaan *exhaust gas temperature* (EGT) sangat penting untuk menjaga komponen-komponen *engine* dari kerusakan dan juga dapat menghindarkan tindakan yang mengakibatkan kejadian yang tidak diinginkan. Karena *exhaust gas temperature* (EGT) ini mengukur panas yang ada pada *engine* yang dapat memberi peringatan ke pilot agar dapat mengambil tindakan yang tepat. Apabila terjadi kelebihan suhu panas pada *engine* dimana panas tersebut telah mencapai limit maksimalnya.

Pada “Pembuatan *Prototype* alat *Overheat Warning Exhaust Gas Temperature* (EGT)” yang akan penulis buat adanya perbedaan dengan aslinya dimana alat yang saya buat ini hanya mampu mengukur panas maksimum yaitu 0°C-500°C atau 932°F. Sementara pada pesawat dapat mengukur panas maksimal yaitu 0°C-770°C atau 0°F-1418°F tergantung dari pada tipe *engine* yang digunakan pada pesawat, Penulis mengambil contoh dari pesawat Casa 212 dan tipe *engine* Garret. Dikarenakan kesulitan untuk mencapai panas yang sama pada pesawat umumnya.

Tinjauan Pustaka

***Exhaust Gas Temperature* (EGT)**

EGT adalah panas udara gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar pada *combustion chamber*. Kalau di kendaraan bermotor bisa disebut sebagai panasnya knalpot mobil/motor. EGT ini diukur dengan menggunakan *thermocouple/EGT probe* yang bisa mendeteksi panas sampai temperature tertentu. Idealnya EGT *probe* ini dipasang di *engine* pada posisi keluaran gas/udara setelah *combustion chamber*, namun berdasarkan analisis pabrik *engine*, posisi ini tidak efisien karena EGT *probe* yang terpasang tidak bertahan lama untuk menahan ekspansi panas sampai ribuan temperature derajat celcius. Dengan

pertimbangan ini umumnya EGT *probe* ini dipasang pada posisi setelah *high pressure* (HP) *turbine* dan *low pressure* (LP) *Turbine Inlet*.

Exhaust Gas Temperature (EGT) Indikator

Indikator pada *exhaust gas temperature* bisa mempergunakan tipe *moving coil* atau *moving magnet*. *Coil* tersebut apabila mendapat arus listrik dari hasil perbedaan temperatur antara *hot-junction* dan *cold junction* bergerak berputar membawa *pointer* dan untuk mengimbangi gerakan ini dipergunakan dua buah *phosphor bronze spring* (*control spring*) agar supaya *pointer* berhenti menunjuk pada posisi tertentu apabila kedua gaya yang berlawanan antara *coil* dan *spring* dalam keadaan seimbang, dan *spring* ini juga berguna sebagai penghantar arus ke *coil*, skala penunjukan berkisar antara 0° C-1000° C atau 0° F-1832° F. Contoh indikator *Exhaust Gas Temperature* ada pada gambar 1 adalah tipe *moving coil*.



Themocouple Type K

Thermocouple type K dapat

berfungsi pada sebagian besar alat yang menggunakan sensor panas karena berbahan nikel dan dapat menghambat korosi dengan baik. Ini adalah jenis sensor paling umum yang memberikan rentang suhu terluas. Karena keandalan dan ketepatan termokopel tipe K digunakan secara *intensif* pada suhu 2282°F atau 2250° C. Jenis termokopel ini harus dilindungi dengan tabung pelindung logam atau keramik yang sesuai, terutama dalam mengurangi terkenanya atmosfer. *Thermocouple Type K* dapat dilihat pada



Gambar 2. *Thermocouple Type K*

gambar 2.

Arduino Nano

Arduino merupakan *board* sistem minimum mikrokontroler yang mempunyai sifat *open source*. *Board* Arduino ini menggunakan IC mikrokontroler AVR yang merupakan produk dari Atmel.

Pada Arduino Nano digunakan IC mikrokontroler ATmega 328 (Arduino Nano 3.x) atau ATmega 168 (Arduino Nano 2.x). Selain

Gambar 1. Indikator EGT

bersifat *open source* arduino juga memiliki bahasa

pemrograman sendiri berupa bahasa C. Arduino Nano memiliki DC *power jack*,



Gambar 3. Arduino Nano

port USB Mini-B yang digunakan untuk *upload source code* program ke dalam mikrokontroler. Gambar arduino nano dapat dilihat pada gambar 3.

IC LM358 N

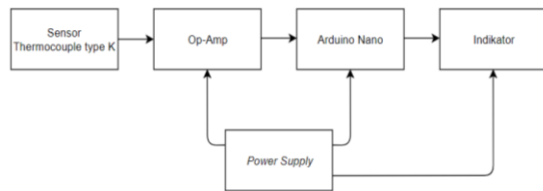
LM358 adalah IC penguat operasional ganda (*dual operational amplifiers / Op-Amps*). Komponen elektronika ini terdiri atas dua penguat operasional yang tinggi (*high-gain*) dengan kompensator frekuensi yang independen (berdiri sendiri) dan frekuensinya 1khz, dirancang untuk beroperasi cukup dari satu catu daya tunggal. Dapat juga menggunakan catu daya terpisah selama perbedaan tegangan antara kedua catu daya antara 3V hingga 32V dan VCC setidaknya 1,5 Volt lebih tinggi dibanding tegangan masukan modabersama (*input common-mode voltage*). Masukan dari arus rendah (*low supply current drain*) bersifat independen dari besarnya tegangan catu daya. Bentuk IC LM358 N dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Bentuk IC LM358N

Blok Diagram

Blok diagram adalah diagram dari sebuah sistem, di mana bagian utama atau fungsi yang diwakili oleh blok dan dihubungkan dengan garis yang menunjukkan hubungan dari blok. Blok diagram banyak digunakan didunia rekayasa dalam desain *hardware, desai elektronik, software desain* dan aliran



Gambar 6. Blok Diagram EGT

diagram. Blok diagram *overheat warning* EGT dapat dilihat pada gambar 5.

Wiring Diagram

Wiring Diagram berfungsi untuk memberikan pemahaman tentang fungsi dan cara kerja dari suatu instalasi secara rinci, menggambarkan rangkaian dalam bentuk simbol beserta sambungannya. *Wiring Diagram* ini untuk mempermudah dalam mengikuti alur sebenarnya dalam sebuah rangkaian sebagai peta dari sistem kelistrikan.

Wiring

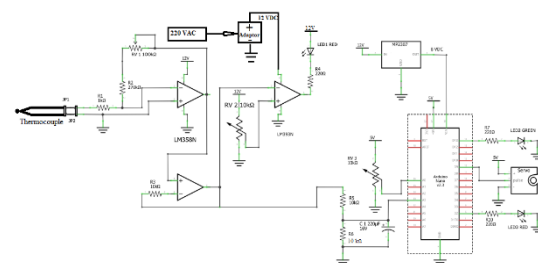


diagram *overheat warning Exhaust Gas Temperature* (EGT) dapat dilihat pada gambar 6.

Prinsip Kerja

Pada rangkaian alat ini terdapat sumber tegangan awal dari PLN sebesar 220 Volt AC yang kemudian diserahkan oleh adaptor menjadi tegangan DC. Pada alat ini membutuhkan 2 tegangan input yang dimana digunakan untuk dua rangkaian yaitu rangkaian Op-Amp dan rangkaian indikator. Rangkaian Op-Amp membutuhkan tegangan input DC sebesar 12 Volt DC, selanjutnya pada rangkaian indikator di butuhkan tegangan input DC sebesar 8 Volt DC yang mana tegangan 12 Volt DC terlebih dulu diturunkan oleh modul *stepdown* MP2307.

Pada rangkaian alat ini terdapat sensor suhu berupa sensor *thermocouple type K* yang dimana hasil pengukuran suhu *thermocouple* saat panas yang di terima oleh sensor dapat merubah resistansi, maka tegangan ikut berubah dan tegangan merupakan *output* dari sensor.

Perubahan tegangan yang dihasilkan *thermocouple* masih terlalu kecil sehingga di perkuat menggunakan IC Op-Amp LM358 N. Penguatan tegangan di IC LM358 N terjadi 2 kali penguatan karena dalam satu IC LM358 N terdapat 2 Op-Amp, serta keluaran dari Op-Amp ini diteruskan ke IC LM393 N dimana IC ini

berfungsi sebagai komparator atau sebagai *set point* dan diteruskan juga ke pin A3 pada arduino nano yang dimana akan di proses sebagai keluar untuk ditampilkan pada *pointer*.

Setelah keluaran akhir dari IC LM358 N terus dibaca oleh IC LM393 N, dimana IC LM393 N berfungsi sebagai komparator atau pembanding. Jadi tegangan yang keluar dari IC LM358 N dibandingkan dengan nilai *set point*. *Set point* diatur dari trimpot yang mana pada *set point* ini diatur pada suhu 500°C atau 932°F, sehingga ketika suhu mencapai 500°C atau 932°F maka LED merah akan aktif. Terdapat juga resistor 220 Ω yang berfungsi sebagai pembagi arus pada LED.

Selanjutnya keluaran akhir dari IC LM358 N di kirim ke arduino nano melalui port A3 dimana *port A3* sebagai pin analog. Sebelum masuk ke port A3 dirangkaian ini diberi resistor sebagai pembagi tegangan (*Voltage Divider*) dan kapasitor sebagai filter atau menguraing *riple* tegangan yang masuk ke *port* analog A3. Terus tegangan analog dari IC LM358 N diproses di arduino nano untuk memberikan sinyal yang menggerakkan servo, dimana servo tersebut sebagai indikator *pointer*.

Pada arduino nano pengoperasiannya menggunakan tegangan 8 Volt DC, maka

tegangan 12 Volt DC dari adaptor di turunkan dengan modul *stepdown* MP2307 yang dimana berfungsi sebagai penurun tegangan dari 12 Volt ke 8 Volt dan arduino nano hanya menggunakan 5 Volt yang dihubungkan ke *port* VIN. Di arduino nano terdapat komponen mikrokontroler ATmega 328 sebagai komponen utama pada rangkaian indikator ini dimana fungsinya sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang penggunaannya harus diisi program terlebih dahulu agar alat dapat berfungsi. Pemrograman ini memberikan data yang di perlukan indikator dimana indikator terdapat penunjukan angka yang dimana setiap angka menunjukan perkalian 100°C atau 212°F (1 x 100°C). Jadi setiap jarum *pointer* menuju angka yang ada pada indikator berarti angka itu di kali dengan 100°C atau 212°F. Suhu panas yang di ukur oleh sensor sama dengan penunjukan suhu pada *pointer*.

Untuk komponen servo langsung dihubungkan pada *port* D9 dan dihubungkan ke *port pulse* dari servo. Servo mendapat tegangan dari arduino nano sebesar 5 Volt DC yaitu pada *port* +5V, serta dihubungkan ke *ground*. Pada saat *thermocouple* di panaskan, keluran dari *thermocouple* akan diproses pada arduino nano yang dimana hasil data dari

arduino dikirim ke servo agar dapat menunjukkan hasil pembacaan dari sensor.

Terdapat dua LED berwarna hijau dan merah serta dua resistor. Dimana LED berwarna hijau dihubungkan pada *port* D13 yang akan aktif pada saat pembacaan suhu dari 0°C - < 500°C, dan LED berwarna merah dihubungkan pada *port* D2 yang akan aktif pada saat pembacaan suhu mencapai 500°C atau 932°F. Untuk resistor berfungsi sebagai pembagi arus untuk masuk ke LED.

Pada rangkaian indikator terdapat trimpot yang dihubungkan pada *port* A0. Dimana fungsi trimpot pada rangkaian ini adalah sebagai pengatur batas maksimum atau *set point* yang diinginkan untuk mengaktifkan LED berwarna merah.

Pengemasan Alat EGT

Setelah semua komponen sudah terpasang pada PCB, lalu PCB dimasukan pada sebuah *box* yang terbuat dari akrilik. Indikator diletakan di bagian depan agar mudah terlihat, *switch* "on/off" berada di bagian belakang dan sensor *thermocouple* terletak pada bagian samping dari *box*



yang dapat dilihat pada gambar 7.

Kesimpulan

Dalam pembuatan *prototype* alat *overheat warning* EGT (*Exhaust Gas Temperature*) penulis mendapatkan

Gambar 7. Komponen Yang Telah Di Kemas Ke Dalam Box

kesimpulan, yaitu :

1. Alat yang berupa *prototype* alat *overheat warning* EGT (*Exhaust Gas Temperature*) dengan menggunakan sensor *thermocouple type K* dan dapat ditampilkan di indikator telah berhasil dibuat dengan baik.
2. Pada alat ini dapat menampilkan *warning temperature* yang diindikasikan berupa lampu dan indikator serta dapat dipelajari mahasiswa secara langsung.

Daftar Pustaka

1. Daryanto, 2010. *Keterampilan Elektronika*, Teknik Elektronika: Bandung, Satu Nusa.
2. Daryanto, 2011. *Dasar-Dasar Kelistrikan Otomotif*. Jakarta: PT. Prestasi Pustakarya.
3. Dedy, Rusmadi. 2007. *Mengenal Komponen Elektronika*. Bandung: Pionir Jaya.
4. Mochamad Fajar Wicaksono, S.Kom., M. Kom, 2017. *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Penerbit Informatika
5. <http://nandang-smart.blogspot.co.id/2009/11/egt-margin.html> diakses pada 1 april 2018.
6. <http://instrumentandavionics.blogspot.co.id/2015/11/exhaust-gas-temperature-indicatorbasic.html> diakses pada 01 april 2018.
7. <https://flijellanzella.wordpress.com/2014/02/24/engine-instrument/> diakses 07 November 2017.
8. <http://teknikelektronika.com/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip-kerjanya/> diakses 07 November 2017.
9. <https://maniacinstrument.wordpress.com/2012/06/06/berbagai-tipe-thermocouple/> diakses pada 07 November 2017.
10. <http://alatukur.co.id/product/digital-thermometer-k-type-tm-902c/> diakses pada 03 April 2018.

