

# ANALISIS KESALAHAN PENUNJUKAN INDIKATOR TEKANAN BAHAN BAKAR DITINJAU DARI KERUSAKAN TRANSDUCER PADA PESAWAT SOCATA TB-10 DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA CURUG-TANGERANG

**Bela Firmantoyo<sup>(1)</sup>, Sihono<sup>(2)</sup>**

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia

**ABSTRAK:** Pesawat latih jenis Socata TB-10 adalah salah satu jenis pesawat motor piston (engine) yang digunakan oleh Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Pesawat ini mulai digunakan untuk pelatihan terbang bagi taruna-taruni STPI Jurusan Penerbang sejak bulan Agustus 1997. Selama pengoperasian pesawat Socata TB-10 dalam kurun waktu tertentu terdapat kesalahan penunjukan indikator tekanan bahan bakar pada seluruh pesawat Socata TB-10 yang ada pada Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug-Tangerang. Kesalahan penunjukan ini baik low pressure, high pressure pada posisi baik run up, climbing cruising dan landing. Untuk menunjang analisis kesalahan penunjukan indikator tekanan bahan bakar diperlukan beberapa teori yakni sistem bahan bakar pesawat TB-10, sistem penunjukan tekanan bahan bakar, transducer, sensitivitas transducer. Untuk memecahkan permasalahan tersebut diperlukan pengujian kalibrasi terhadap komponen transducer bahan bakar. Pengujian ini dilakukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Kalibrasi Instrumentasi dan Metrologi (KIM-LIPI). Berdasarkan uji kalibrasi transducer dan hasil analisis, penyebab kesalahan penunjukan indikator tekanan bahan bakar ditinjau dari kerusakan transducer tekanan bahan bakar adalah nilai sensitivitas ketiga transducer yang diuji memiliki nilai sensitivitas lebih besar dari nilai sensitivitas yang diperbolehkan (standard). Sehingga mengakibatkan perubahan tegangan keluar yang tidak sesuai sehingga mengakibatkan kesalahan penunjukan indikator tekanan bahan bakar pada pesawat Socata TB-10 milik Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug-Tangerang.

**Kata Kunci:** Kesalahan penunjukan indikator, Motor piston Socata TB-10, tekanan bahan bakar, transducer, sistem kalibrasi

**ABSTRACT:** *Trainer aircraft type Socata TB-10 is one of the types of aircraft piston engine (engine) used by Indonesian Civil Aviation Institute. The aircraft began to be used for flight training for cadets STPI Airmen Department since August 1997. During operation of the Socata TB-10 aircraft within a certain time there is a mistake appointing fuel pressure indicator on all Socata TB-10 aircraft that existed at Indonesian Civil Aviation Institute Curug-Tangerang. This designation errors either low pressure, high pressure in the run-up both positions, climbing cruising and landing. To support error analysis designation fuel pressure indicator required some theories that the aircraft fuel system TB-10, the designation system fuel pressure, transducer, transducer sensitivity. To solve these problems required transducer calibration test of the fuel components. Testing was conducted at the Indonesian Institute of Sciences Research Center Instrumentation Calibration and Metrology (KIM-LIPI). Based transducer calibration test and results analysis is, the cause of the error designation fuel pressure indicator in terms of damage to the fuel pressure transducer is rated third transducer sensitivity tested had a sensitivity value greater than the allowed value sensitivity (standard). Resulting voltage change corresponding outgoing errors resulting in the appointment of a fuel pressure indicator on the Socata TB-10 aircraft owned by Indonesian Civil Aviation Institute Curug-Tangerang.*

**Keyword:** *Error indicating indicator, Socata piston engine TB-10, fuel pressure, transducer, calibration system*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Asas bermanfaat uji kalibrasi sebagai sistem perawatan yang sering diabaikan oleh para teknisi pesawat udara membuat terhambatnya proses pelatihan terbang terutama komponen utama yang wajib di jaga referensi nilainya. Unit Bengkel Pesawat Udara adalah salah satu Unit di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia yang mempunyai tugas pokok antara lain sebagai pendukung bidang perawatan pesawat dalam proses pelatihan terbang.

Dengan perawatan periodik atau perawatan berjadwal banyak kendala saat pelaksanaannya, dampak positif yang sering dilupakan mengakibatkan kerusakan bertahap yang akan terjadi, seperti halnya kontaminasi bahan bakar, penggantian filter bahan bakar yang terlambat dan inspeksi perawatan pada booster pump tidak tuntas. Jikalau dilakukan dengan tepat waktu dan tuntas perawatan akan menghasilkan umur panjang pesawat, menekan biaya perawatan sekaligus melancarkan pelatihan terbang. Pesawat Socata TB-10 terdiri dari beberapa sistem adapun yang dibatasi peneliti ini adalah sistem operasi dari bahan bakar. Kinerja sistem ini sangat sederhana dengan menggunakan pergeseran variable resistor kemudian mendapat nilai ukur berupa harga tegangan listrik (*disebut: analog signal*) dapat terbaca dengan menggunakan instrumen mechanical (*direct-indicator*) akan mengukur dan mengindikasikan sejumlah bahan bakar yang ada dalam tangki pesawat, dan terdapat alat sensor lain yang mengukur besaran tekanan bahan bakar yang disuplai menuju mesin kemudian diteruskan ke indicator tekanan bahan bakar (*pressure indicator*) berasal dari sumber pompa (*booster pump*) selanjutnya hasil nilai tersebut oleh indikator fuel pressure akan dapat terbaca melalui instrumen fuel pressure berupa nilai analog, dan jika ditampilkan ke digital perlu adanya alat transduser sebagai pengubah ke digital signal.

Dari data yang tercatat pada *aircraft logbook* di *Engineering Shop* diketahui bahwa telah terjadi 15 (lima belas) kali kesalahan penunjukan indikator bahan bakar. Kesalahan penunjukan indikator ini yakni tidak sesuai posisi jarum penunjuk pada indikator tekanan bahan bakar. Kesalahan

penunjukan ini baik *low pressure*, *high pressure* pada posisi baik *run up*, *climbing cruising* dan *landing*. Dampak jika tekanan bahan bakar berlebih (*over pressure*) mengakibatkan *rich condition* pada mesin pesawat yang diakibatkan *over pressure*. Sedangkan apabila *low pressure* akan mengakibatkan *lean condition*.

### B. Pembatasan Masalah

Dari beberapa identifikasi masalah di atas, maka masalah yang ada serta keterbatasan waktu yang tersedia, maka penulis membatasi masalah tersebut pada permasalahan yaitu Apakah faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan penunjukan indikator tekanan bahan bakar Pesawat Socata TB-10 akibat dari kerusakan transducer.

### C. Perumusan Masalah

Dari pembatasan masalah di atas dapat dirumuskan beberapa masalah yang timbul dalam analisis penyimpangan pada penyebab kerusakan transducer ini :

1. Pengujian kalibrasi terhadap beberapa komponen transducer untuk mengetahui penyebab kerusakan transducer.
2. Menghitung nilai sensitivitas transducer standard serta nilai sensitivitas transducer yang diuji
3. Mengetahui nilai tekanan yang masuk (input) dan nilai sinyal yang keluar (output) dari transducer bahan bakar dari hasil penelitian kalibrasi.
4. Mengetahui nilai sensitivitas transducer bahan bakar dari hasil penelitian kalibrasi.

## II. LANDASAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR

### A. Landasan Teori

#### 1. Sistem Bahan Bakar Pesawat Socata TB-10

Sistem bahan bakar pada pesawat TB-10 mempunyai fungsi untuk menyimpan bahan bakar, untuk mensuplai ke mesin (*engine*) dengan aliran bahan bakar secara teratur dan terus menerus. Sistem bahan bakar pesawat Socata TB-10 meliputi:

##### a. Penyimpanan (*Storage*)

Pada pesawat Socata TB-10 menggunakan tangki bahan bakar tipe integral yakni mempunyai dua tangki bahan bakar yang terpisah masing-masing pada tiap-tiap sayap pesawat. Total kapasitas 55.5 US Gal (210 liter), 53.9 US Gal (204 liter) yang terpakai.

b. Suplai bahan bakar

Sistem suplai bahan bakar adalah sub sistem dari sistem bahan bakar yang memasok mesin dengan bahan bakar yang diperlukan untuk operasi. Komponen utama sistem suplai bahan bakar yaitu:

- 1) Pompa Pendorong (*Booster Pump*)
- 2) Penyaring (*filter*)
- 3) Katup Pemilih Bahan Bakar (*Fuel selector valve*)

c. Sistem indikasi

Fungsi utama sistem indikasi adalah untuk memberikan pilot informasi tentang tekanan bahan bakar dan jumlah bahan bakar. Sistem indikasi meliputi :

- 1) Indikator tekanan bahan bakar
- 2) Indikator tekanan
- 3) Tank selector valve indicator
- 4) Gages

d. Sistem Bahan Bakar Socata TB-10

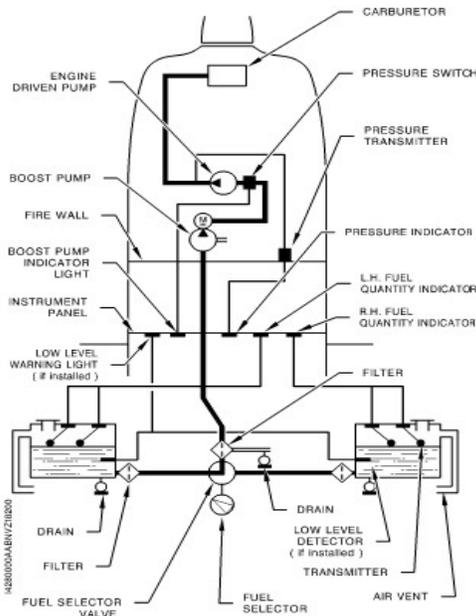


Figure 7.13 - FUEL SYSTEM

Gambar 1 Fuel System

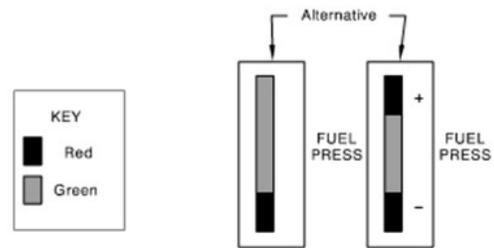
2. Instrumen Pesawat Terbang

Indikasi merupakan nilai ukur yang memerlukan proses kerja pengukuran dari sebuah objek yang diukur. Seperti kecepatan, jarak, ketinggian, arah, temperature, tekanan, rpm dapat diukur melalui proses dari mulai sensing detecting measuring sampai indicating dan pengukuran ini ditampilkan pada kokpit berbentuk komparasi nilai. Sedangkan

instrument pesawat (*aircraft instrument*) adalah suatu alat penunjukan yang dihasilkan secara mandiri maupun terintegrasi tergantung kebutuhan yang sarannya membantu pilot dalam mengukur ataupun membaca keadaan selama penerbangan.

a. Instrument Tekanan Bahan bakar (Fuel Pressure)

Berikut ini adalah contoh penunjukan indikator tekanan bahan bakar pada tipe dari Qualitative display yang penunjukannya menggunakan simbol atau gambar dapat dilihat pada gambar berikut.



(Sumber : Pilot's Operating Handbook Revisi 7, 1989 hal 7.34)

Gambar 2 Fuel indicator TB-10

3. Transducer

Menurut *Webster's new Collegiate Dictionary* mendefinisikan transducer adalah sebuah alat yang digerakan oleh power dari salah satu sistem dan menyalurkan power tersebut menjadi bentuk yang lain ke sistem selanjutnya. Sedangkan menurut *W. Bolton* arti transducer sering juga disebut sebagai sensor yang mana transducer merupakan komponen dari sebuah sistem mengubah bentuk besaran satu menjadi bentuk besaran yang lain (*analog ke digital signal*) Arti sensor adalah sebuah elemen yang menghasilkan sinyal yang berhubungan dengan jumlah yang di ukur. Komponen utama transducer adalah sensing elemen dan transduction elemen.

Menurut *W. Bolton* sensitivitas transducer merupakan "*The sensitivity is the Relationship indicating how much output you get per unit input, i.e. output/input*". Yang dimaksudkan bahwa sensitivitas merupakan hubungan indikasi seberapa besar nilai output terhadap input yang diberikan (  $output/input$  ). Menentukan rumusan nilai sensitivitas transducer adalah sebagai berikut;

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{full scale output (mV)}}{\text{input supply voltage (V)}}$$

### B. Kerangka Berpikir

Indikator tekanan bahan bakar pesawat Socata TB-10 berfungsi sebagai alat penunjuk atau instrument untuk mengetahui serta mengamati tekanan bahan bakar yang disuplai ke mesin pesawat secara terus menerus. Dari data yang tercatat pada *aircraft logbook* di *Engineering Shop* diketahui bahwa telah terjadi 15 (lima belas) kali kesalahan penunjukan indikator bahan bakar tersebut selama tahun 2014 hingga bulan Juli 2015.

Kesalahan penunjukan ini yakni tidak sesuai posisi jarum penunjuk pada indikator tekanan bahan bakar yang diakibatkan kerusakan pada berbagai komponen yakni 2 (dua) kali kerusakan *booster pump* (pompa pendorong), 3 (tiga) kali kerusakan *fuel pump* (pompa bahan bakar) dan 10 (sepuluh) kali kerusakan transducer (dapat dilihat pada lampiran 8 tabel 64), Dari uraian diatas dijelaskan bahwa kerusakan sering terjadi pada komponen transducer yakni dengan 10 (sepuluh) kali terjadi kerusakan yang mengakibatkan kesalahan penunjukan pada indikator tekanan bahan bakar pada pesawat Socata TB-10, uraian permasalahan di atas penulis mengungkapkan hipotesa sebagai berikut karena nilai besaran tekanan bahan bakar yang masuk tidak sesuai sehingga akan mengakibatkan perubahan nilai sinyal yang keluar (*output signal*). Hal ini akan mempengaruhi nilai sensitivitas transducer yang tidak sesuai sehingga mengakibatkan kesalahan penunjukan indikator tekanan bahan bakar pesawat TB-10 milik Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia.

Untuk memecahkan rumusan masalah yang terjadi maka penulis mempunyai kerangka pikiran sebagai berikut: dengan melakukan pengujian kalibrasi terhadap komponen transducer tekanan bahan bakar. Pengujian kalibrasi terhadap komponen transducer dimaksudkan untuk memperoleh data hasil uji kalibrasi besar nilai tekanan bahan bakar yang masuk ke transducer serta signal yang keluar (*output signal*).

Dari hasil data uji tersebut kemudian menganalisis besaran nilai sensitivitas transducer yang di uji dengan membandingkan

nilai sensitivitas standard transducer yang ada tercantum dalam spesifikasi transducer bahan bakar.

## III. METODELOGI PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode observasi (pengamatan langsung). Dalam observasi ini ditentukan daerah penelitian yaitu Unit Bengkel Pesawat Udara Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug Tangerang dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Kalibrasi Instrumentasi dan Metrologi (KIM-LIPI). Daerah penelitian tersebut ditentukan melalui beberapa alasan yaitu:

1. Unit Bengkel Pesawat Udara Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug Tangerang memiliki Pesawat Socata TB-10 yang digunakan sebagai pesawat latih bagi taruna penerbang.
2. Unit Bengkel Pesawat Udara STPI Curug memiliki sarana yang diperlukan bagi terlaksananya atau tercapainya penulisan Penelitian ini.
3. KIM-LIPI memiliki sarana yang diperlukan guna melakukan penelitian pengujian kalibrasi transducer tekanan bahan bakar.

Data ini berupa catatan keluhan dari pilot tentang kesalahan penunjukan pada indikator tekanan bahan bakar yang tercatat dalam *Aircraft Log Book*. Pengambilan data ini dilaksanakan pada bulan Oktober tahun 2014 di Bengkel Pesawat Udara STPI Curug Tangerang. Selain itu data pendukung lainnya juga diperoleh hasil uji kalibrasi berbagai komponen transducer tekanan bahan bakar di Lembaga Ilmu Pengetahuan Pusat Penelitian Kalibrasi Instrumentasi berupa. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober tahun 2014 sampai Bulan Februari tahun 2015.

Beberapa komponen transducer yang akan di uji penulis mengambil dari beberapa komponen yang sudah tidak digunakan lagi, diperoleh dari gudang Bengkel Pesawat Udara STPI Curug Tangerang.

### B. Obyek Penelitian

Untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi, diperlukan data penelitian yang selanjutnya akan diolah dan dianalisis untuk memperoleh solusi terhadap permasalahan yang dihadapi. Untuk mendapatkan hasil sebaik-baiknya maka diperlukan suatu

prosedur atau cara yang spesifik sebagai teknik untuk memecahkan masalah tersebut yaitu:

### 1. Teknik Pengumpulan Data

Adalah teknik pengumpulan data yang relevan terhadap tujuan penelitian, maka penulis melaksanakan pengumpulan data sebagai berikut:

#### a. Studi kepustakaan,

Yaitu pengambilan referensi data teoritis yang diambil dari buku-buku yang berhubungan dengan keperluan penulisan. Dalam hal ini buku-buku panduan perawatan pesawat Socata TB-10 dan Pilot Operating Handbook pesawat Socata TB-10, Wiring Diagram pesawat Socata TB-10, Transducer Interfacing Handbook, Electrical Control System in Mechanical and Electrical engineering 3<sup>rd</sup>, serta pengambilan data dari sumber internet.

#### b. Studi Lapangan

Yaitu penulisan yang dilakukan penulis dengan mengamati langsung ke objek penelitian. Adapun teknik-teknik yang dilakukan di lapangan dalam rangka memperoleh data antara lain:

- 1) Pengamatan, yaitu teknik pengumpulan data, sehingga penyusun mengadakan aktifitas pengamatan langsung pada obyek penelitian. Dalam proses pengumpulan data ini, penulis melakukan pengambilan data ini bulan Juli tahun 2014 sampai bulan Februari tahun 2015 di beberapa indikator tekanan bahan bakar.
- 2) Dokumentasi, yaitu teknik pengumpulan data dengan mencatat berbagai informasi dengan objek penelitian dari dokumen-dokumen pesawat udara berupa Aircraft Maintenance Log Book, Wiring Diagram pesawat Socata TB-10 dan Pilot Operating Handbook pesawat Socata TB-10.
- 3) Teknik instrumentasi dan Pengukuran, yaitu teknik pengumpulan data dengan melakukan pengujian kalibrasi terhadap komponen yang akan dikalibrasi. Dalam hal ini pengujian kalibrasi komponen transducer tekanan bahan bakar. Hasil pengujian kalibrasi komponen transducer tekanan bahan bakar dapat dilihat pada lembar lampiran halaman 59 sampai 61. Beberapa alat yang digunakan dalam proses pengujian kalibrasi transducer sebagai berikut;

- a) Millivoltmeter Digital
- b) *Power Supply*
- c) *Pressure Standard atau Balance*

### 2. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan sebagai acuan pelaksanaan analisis data maka dengan menggunakan Metode Kalibrasi dalam Penyesuaian Tekanan sesuai Indikasi Standard sebagai hasil untuk menentukan penyimpangan indikasi. Dengan cara atau metode pengolahan data yang digunakan dalam mengolah data yang ada dengan cara memberikan tekanan standard pada transducer tekanan bahan bakar.

Sehingga dapat mengetahui nilai output tegangan keluar transducer bahan bakar pada tekanan standard tertentu (lihat lampiran 7 halaman 63). Dari data hasil output tegangan kita dapat menganalisis mengetahui nilai sensitivitas transducer tersebut dihitung dengan cara sebagai berikut;

#### a. Menghitung nilai rata-rata

Menghitung nilai rata-rata dari hasil uji kalibrasi komponen transducer dengan 3 (tiga) kali pengambilan data dari transducer yang diuji

#### b. Menghitung nilai sensitivitas transducer

Menghitung sensitivitas dari hasil perhitungan nilai rata-rata pengujian kalibrasi terhadap komponen transducer tekanan bahan bakar. Rumus untuk menentukan nilai sensitivitas transducer adalah seperti yang terlihat dalam rumus persamaan I pada landasan teori bab II.

## IV. PEMBAHASAN

### A. Analisis Teoritis

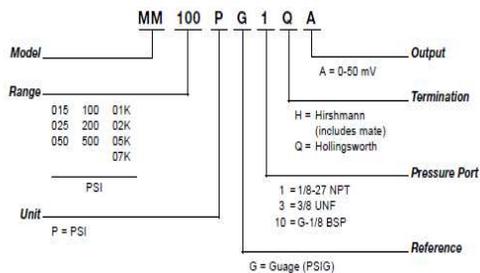
Pada saat mesin pesawat dinyalakan *fuel booster pump* pada posisi ON maka, *fuel booster pump* akan memompa fuel yang berasal dari tangki bahan bakar. Posisi *fuel selector valve* akan menentukan tangki yang akan dialirkan ke *fuel booster pump* dengan melalui *filter* sebelumnya. Kemudian, bahan bakar dari *fuel booster pump* akan dialirkan ke *pressure switch* lalu ke *engine driven pump*. *Engine driven pump* akan meningkatkan/memperbesar tekanan bahan bakar sebelum masuk ke karburator.

Pada saat tekanan masuk akan menekan diafragma transducer menyebabkan perubahan pada *strain gauge* yang menempel pada

diafragma. Sehingga, mengakibatkan terjadinya gaya karena tekanan masuk diberikan. Akibatnya, terjadi perubahan tegangan dalam mV/V (sensitivitas transducer). Perubahan output tegangan yang terjadi akan dialirkan menuju indikator. Sehingga, di indikator akan menunjukkan seberapa besar tekanan yang masuk ke indikator.

Input tegangan yang masuk ke transducer sebesar 5 Vdc karena sebagai syarat bekerjanya transducer.

Sebelum mesin menyala tekanan yang masuk ke transducer sebesar 0 psi akan menghasilkan nilai tegangan keluar sebesar  $0,0 \pm 2.5$  mVdc, *zero output* transducer yang memiliki nilai  $0,0 \pm 2.5$  mVdc). Sedangkan saat tekanan masuk maksimum sebesar 15 psi maka output signal yang dihasilkan memiliki jangkauan sebesar  $50 \pm 1$  mVdc (dilihat dari spesifikasi *full scale output* transducer yang memiliki nilai  $50 \pm 1$  mVdc



Gambar 3 Spesifikasi Code Number Pressure Transducer

### B. Uji Kalibrasi Terhadap Sampel

Untuk mengolah data-data maka penulis melakukan uji kalibrasi terhadap komponen transducer tekanan bahan bakar yang dilakukan KIM-LIPI, sebanyak 3 (tiga) kali pengambilan data dari 3 (tiga) pengujian transducer yang berbeda.

Sebelum melakukan uji kalibrasi maka harus mengetahui spesifikasi dari transducer tersebut.

Proses uji kalibrasi transducer bahan bakar yang dilakukan di KIM-LIPI dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini;



Gambar 4 Proses Pengujian Kalibrasi Transducer

Data hasil uji kalibrasi transducer dengan 3 (tiga) kali pengambilan data pada 3 (tiga) transducer yang berbeda dengan data komponen sebagai berikut;

#### Transducer 1

Pressure Transducer, Tidak Tercantum

Input Pressure ( 0 s/d 15 ) psi

Output Signal ( 0 s/d 50 ) mV

#### Transducer 2

Pressure Transducer, Tidak Tercantum

Input Pressure ( 0 s/d 15 ) psi

Output Signal ( 0 s/d 50 ) mV

#### Transducer 3

Pressure Transducer: 11158-017934

Input Pressure ( 0 s/d 15 ) psi

Output Signal ( 0 s/d 50 ) mV

### C. Hasil Uji Kalibrasi Transducer

Uji transducer 1, Pada proses uji transducer pertama hasil data diperoleh dengan melakukan 3 pengambilan data pengujian dengan rentang tekanan 0 psi, 3 psi, 6 psi, 9 psi, 12 psi, 15 psi. Sedangkan rentang output signal sebesar 0 mV, 10 mV, 20 mV, 30 mV, 40 mV, 50 mV (didapat dari output maksimum signal sebesar 50 mV dibagi tekanan maksimum 15 psi) sehingga didapatkan nilai rentang tersebut.

Dari hasil uji terhadap komponen transducer yang pertama didapat bahwa saat tekanan masuk standard yang diberikan sebesar 0 psi, signal tegangan keluar standard seharusnya sebesar  $0,0 \pm 2,5$  mVdc (dapat dilihat dari spesifikasi transducer lampiran 7, *zero output* standard). Namun saat pengambilan data pertama kedua dan ketiga, nilai signal tegangan keluar yang dihasilkan sebesar 3,12 mV, 3,12 mV , 3,13 mV.

Pada saat tekanan masuk maksimum diberikan sebesar 15 psi, signal tegangan keluar seharusnya  $50 \pm 1$  Vdc (dapat dilihat dari spesifikasi transducer lampiran 7, *full scale output* standard). Namun saat pengambilan data pertama, kedua dan ketiga nilai signal tegangan keluar yang dihasilkan sebesar 53,32 mV, 53,31 mV, 53,52 mV. Untuk tekanan masuk saat 3 psi, 6 psi, 9 psi 12 psi.

Uji tranduser 2, Pada uji kalibrasi transducer kedua hasil data diperoleh dengan melakukan 3 pengambilan data pengujian dengan rentang tekanan 0 psi, 3 psi, 6 psi, 9 psi, 12 psi, 15 psi dan rentang output signal sebesar 0 mV, 10 mV, 20 mV, 30 mV, 40 mV, 50 mV (didapat dari output maksimum signal sebesar 50 mV dibagi tekanan maksimum 15 psi) sehingga didapatkan nilai rentang tersebut.

Dari hasil uji terhadap komponen transducer yang kedua didapat bahwa saat tekanan masuk standard yang diberikan sebesar 0 psi, signal tegangan keluar standard seharusnya sebesar  $0,0 \pm 2,5$  mVdc (dapat dilihat dari spesifikasi transducer lampiran 7, *zero output* standard). Namun saat pengambilan data pertama kedua dan ketiga, nilai signal tegangan keluar yang dihasilkan sebesar 4,49 mV, 4,44 mV, 4,45 mV.

Sedangkan saat tekanan masuk maksimum diberikan sebesar 15 psi, signal tegangan keluar seharusnya  $50 \pm 1$  Vdc (dapat dilihat dari spesifikasi transducer lampiran 7 halaman 63). Namun saat pengambilan data pertama, kedua dan ketiga nilai signal tegangan keluar yang dihasilkan sebesar 54,62 mV, 54,62 mV, 54,78 mV. Untuk tekanan masuk saat 3 psi, 6 psi, 9 psi 12 psi.

Uji tranduser 3, Pada uji kalibrasi transducer ketiga hasil data diperoleh dengan melakukan 3 pengambilan data pengujian dengan rentang tekanan 0 psi, 3 psi, 6 psi, 9 psi, 12 psi, 15 psi dan rentang output signal sebesar 0 mV, 10 mV, 20 mV, 30 mV, 40 mV, 50 mV (didapat dari output maksimum signal sebesar 50 mV dibagi tekanan maksimum 15 psi) sehingga didapatkan nilai rentang tersebut.

Dari hasil uji terhadap komponen transducer yang ketiga dapat dilihat bahwa pada saat tekanan masuk standard yang diberikan sebesar 0 psi, signal tegangan keluar standard

seharusnya sebesar  $0,0 \pm 2,5$  mVdc (dapat dilihat dari spesifikasi transducer lampiran 7 halaman 63, *zero output* standard). Namun pada saat pengambilan data yang pertama kedua dan ketiga nilai signal tegangan keluar yang dihasilkan sebesar 4,2 mV, 4,13 mV, 4,13 mV.

Sedangkan saat tekanan masuk maksimum diberikan sebesar 15 psi, signal tegangan keluar seharusnya  $50 \pm 1$  Vdc (dapat dilihat dari spesifikasi transducer lampiran 7 halaman 63, *full scale output* standard). Namun saat pengambilan data pertama, kedua dan ketiga nilai signal tegangan keluar yang dihasilkan sebesar 53,96 mV, 53,96 mV, 53,81 mV. Untuk tekanan masuk saat 3 psi, 6 psi, 9 psi 12 psi.

### C Pengolahan Data dan Analisis Data

Setelah hasil data uji kalibrasi diperoleh maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata dari hasil kalibrasi dengan 3 (tiga) kali pengambilan data dengan transducer berbeda-beda sebagai berikut;

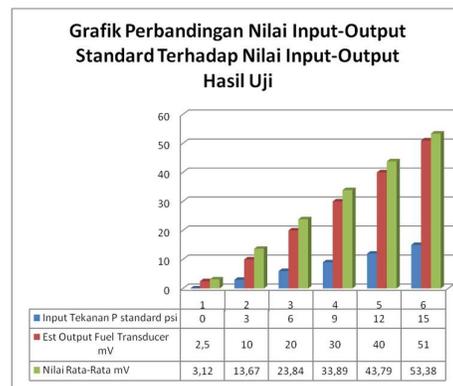
#### 1. Menghitung nilai rata rata

Menghitung nilai rata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

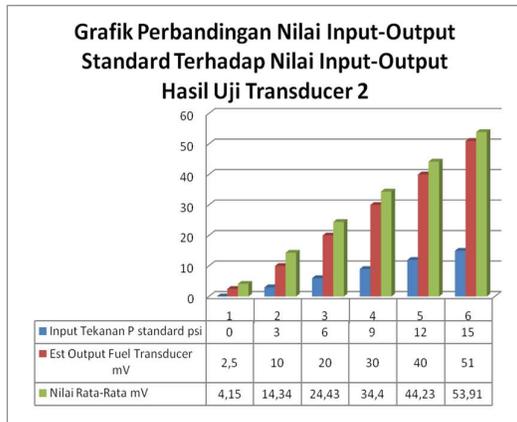
$$\text{nilai rata } (\bar{x}) = \frac{\sum x_i}{n}$$

Di mana  $\bar{x}$  adalah nilai rata (mv),  $\sum x_i$  adalah jumlah data (mv),  $n$  adalah banyaknya data yang diuji (mv)

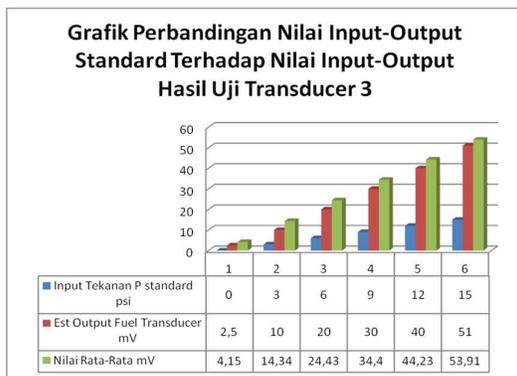
Dari hasil ke 3 (tiga) uji kalibrasi tranduser didapat Grafik Perbandingan Nilai Input-Output Uji Transducer 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5 Grafic hasil Perbandingan input-output tranduser 1



Gambar 6 Grafik hasil Perbandingan input-output transducer 2



Gambar 7 Grafik hasil Perbandingan input-output transducer 3

## 2. Menghitung Nilai Sensitifitas Transducer

### a. Menghitung sensitifitas standar transducer

Untuk menghitung nilai sensitivitas standar transducer dapat ditentukan berdasarkan spesifikasi transducer dengan nilai *full scale output* transducer sebesar  $50 \pm 1$  mVdc dan input voltage transducer dilihat dari nilai *excitation voltage* sebesar 5 Vdc.

Jika diketahui nilai untuk Full scale output = 49 mV, Input supply voltage = 5 Vdc. Maka nilai sensitivitas sensor transducer dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:

$$\text{sensitivity} = \frac{\text{full scale output (mV)}}{\text{input supply voltage (V)}}$$

$$\text{sensitivity} = \frac{49 \text{ mV}}{5 \text{ V}}$$

$$\text{sensitivity} = 9,8 \text{ mV/V}$$

Selanjutnya menentukan nilai sensitivitas transducer dalam jangkauan tekanan jika diketahui nilai range input pressure sebesar 0-15 psi, nilai sensitivity transducer sebesar 9,8 mV/V maka dapat ditentukan dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut;

$$\text{sensitivity} = \frac{\text{sensitivity transducer} \left(\frac{\text{mV}}{\text{V}}\right)}{\text{input pressure (psi)}}$$

$$\text{sensitivity} = \frac{9,8 \text{ mV/V}}{15 \text{ psi}}$$

$$\text{sensitivity} = \frac{0,653 \frac{\text{mV}}{\text{V}}}{\text{psi}}$$

Sehingga dari hasil perhitungan maka diperoleh transducer dengan *full scale output* sebesar nilai 49 mV memiliki nilai sensitivitas transducer sebesar 0,653 mV/V/psi. Dapat dikatakan bahwa pada saat 1 psi tekanan yang diberikan untuk setiap 1 volt tegangan masuk yang dihasilkan sehingga menghasilkan tegangan keluar sebesar 0,653 mV.

Untuk nilai sensitivitas sensor transducer dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 1 sebagai berikut;

$$\text{sensitivity} = \frac{\text{full scale output (mV)}}{\text{input supply voltage (V)}}$$

$$\text{sensitivity} = \frac{51 \text{ mV}}{5 \text{ V}}$$

$$\text{sensitivity} = 10,2 \text{ mV/V}$$

Selanjutnya menentukan nilai sensitivitas transducer dalam jangkauan tekanan jika diketahui nilai *range input pressure* sebesar 0-15 psi Sedangkan nilai sensitivity transducer sebesar 10,2 mV/V maka dapat ditentukan dengan menggunakan rumus persamaan 1 sebagai berikut;

$$\text{sensitivity} = \frac{\text{sensitivity transducer} \left(\frac{\text{mV}}{\text{V}}\right)}{\text{input pressure (psi)}}$$

$$\text{sensitivity} = \frac{10,2 \text{ mV/V}}{15 \text{ psi}}$$

$$\text{sensitivity} = \frac{0,68 \frac{\text{mV}}{\text{V}}}{\text{psi}}$$

Dengan demikian maka, hasil perhitungan sensitivitas standar transducer maka dapat disimpulkan bahwa untuk *full scale output* nilai 49 mV sampai 51 mV memiliki nilai sensitivitas range antara 0,653 mV/V/psi sampai 0,68 mV/V/psi.

b. Menghitung sensitifitas transduser 1  
Maka nilai sensitivitas sensor transduser dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \text{sensitivity} &= \frac{\text{full scale output (mV)}}{\text{input supply voltage (V)}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{53,38\text{mV}}{5\text{ V}} \\ \text{sensitivity} &= 10,676 \text{ mV/V} \end{aligned}$$

Selanjutnya menentukan nilai sensitivitas transduser dalam jangkauan tekanan jika diketahui nilai range input pressure sebesar 0-15 psi, Sedangkan nilai sensitivity transduser sebesar 10,676 mV/V maka dapat ditentukan dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \text{sensitivity} &= \frac{\text{sensitivity transducer}(\frac{\text{mV}}{\text{V}})}{\text{input pressure (psi)}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{10,676 \text{ mV/V}}{15 \text{ psi}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{0,711 \frac{\text{mV}}{\text{V}}}{\text{psi}} \end{aligned}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa pada saat 1 psi tekanan yang diberikan untuk setiap 1 volt tegangan masuk yang dihasilkan sehingga menghasilkan tegangan keluar sebesar 0,711 mV.

c. Menghitung sensitifitas transduser 2  
Nilai sensitivitas transduser dapat diketahui dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \text{sensitivity} &= \frac{\text{full scale output (mV)}}{\text{input supply voltage (V)}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{54,67\text{mV}}{5\text{ V}} \\ \text{sensitivity} &= 10,934 \text{ mV/V} \end{aligned}$$

Selanjutnya menentukan nilai sensitivitas transduser dalam jangkauan tekanan jika diketahui nilai range input pressure sebesar 0-15 psi (dilihat dari tabel hasil pengujian transduser dilihat dari tabel 7 dengan demikian dapat menggunakan rumus berikut;

$$\begin{aligned} \text{sensitivity} &= \frac{\text{sensitivity transducer}(\frac{\text{mV}}{\text{V}})}{\text{input pressure (psi)}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{10,934 \text{ mV/V}}{15 \text{ psi}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{0,728 \frac{\text{mV}}{\text{V}}}{\text{psi}} \end{aligned}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa pada saat 1 psi tekanan yang diberikan untuk setiap 1 volt tegangan masuk yang dihasilkan sehingga menghasilkan tegangan keluar sebesar 0,728 mV.

d. Menghitung sensitifitas transduser 3  
Selanjutnya nilai sensitivitas transduser dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \text{sensitivity} &= \frac{\text{full scale output (mV)}}{\text{input supply voltage (V)}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{53,91\text{mV}}{5\text{ V}} \\ \text{sensitivity} &= 10,782 \text{ mV/V} \end{aligned}$$

Selanjutnya menentukan nilai sensitivitas transduser dalam jangkauan tekanan jika diketahui nilai range input pressure sebesar 0-15 psi, Jika diketahui nilai maksimum tekanan masuk sebesar dalam range 0-15 psi sebesar 15 psi dan nilai sensitivity transduser sebesar 10,782 mV/V sehingga;

$$\begin{aligned} \text{sensitivity} &= \frac{\text{sensitivity transducer}(\frac{\text{mV}}{\text{V}})}{\text{input pressure (psi)}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{10,782 \text{ mV/V}}{15 \text{ psi}} \\ \text{sensitivity} &= \frac{0,7188 \frac{\text{mV}}{\text{V}}}{\text{psi}} \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan sensitivitas transduser pertama, transduser kedua, transduser ketiga maka dapat disimpulkan bahwa ketiga transduser yang diuji di Lembaga ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Kalibrasi Instrumentasi dan Metrologi (KIM-LIPI) dalam kondisi rusak.

Dikarenakan nilai sensitivitas ketiga transduser yang diuji memiliki nilai sensitivitas transduser lebih dari spesifikasi dari sensitivitas standard seperti yang ditunjukkan pada tabel 11 di atas sehingga mengakibatkan perubahan tegangan yang besar terjadi pada sensor transduser yang mengakibatkan kesalahan penunjukan indikator tekanan bahan bakar.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan hasil analisis pada penulisan ini, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa:

1. Nilai rata-rata dari hasil uji untuk transducer uji 1 pada saat tekanan 0 psi dan 50 psi diberikan menghasilkan tegangan keluar sebesar 3,12 mV dan 53,38 mV seharusnya tegangan keluar yang dihasilkan sebesar  $0 \pm 2,5$  mVdc dan  $50 \pm$  mVdc, untuk transducer uji 2 menghasilkan tegangan keluar sebesar 4,46 mV dan 54,67 mV seharusnya tegangan keluar yang dihasilkan sebesar  $0 \pm 2,5$  mVdc dan  $50 \pm$  mVdc, untuk transducer uji 3 menghasilkan tegangan keluar sebesar 4,15 mV dan 53,91 mV seharusnya tegangan keluar yang dihasilkan sebesar  $0 \pm 2,5$  mVdc dan  $50 \pm$  mVdc, sehingga berdasarkan hasil nilai rata-rata ketiga transducer yang diuji memiliki nilai tegangan keluar lebih besar dari tegangan keluar standard maka dapat dikatakan kondisi ketiga transducer yang diuji dalam kondisi rusak berdasarkan nilai rata-rata tegangan keluar.
2. Berdasarkan dari perhitungan nilai sensitivitas transducer uji 1 mempunyai nilai sensitivitas 0,711 mV/V/psi, transducer uji 2 mempunyai nilai sensitivitas 0,728 mV/V/psi dan transducer uji 3 mempunyai nilai sensitivitas 0,7188 mV/V/psi melebihi nilai sensitivitas standard transducer antara 0,653 mV/V/psi sampai 0,68 mV/V/psi maka dapat dikatakan kondisi ketiga transducer dalam kondisi rusak berdasarkan nilai sensitivitas transducer. (terbakar)

### B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang ada penulis memberikan saran sebagai berikut;

1. Penulis memberikan saran, apabila terdapat keluhan terhadap kesalahan penunjukan tekanan bahan bakar yang tidak sesuai penunjukan indikator. Sebelum menentukan transducer itu rusak atau tidaknya sebaiknya melakukan pengujian nilai output tegangan yang dihasilkan transducer.
2. Mengingat keterbatasan waktu yang ada penulis hanya menganalisis kerusakan transducer berdasarkan nilai output tegangan yang keluar dan nilai sensitivitas transducer itu sendiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daniel H. Sheingold. Transducer Interfacing Handbook (Norwood, Massachusetts 02062 U.S.A),
- FAA, General Handbook, FAA, Oklahoma, 1972
- Socata Group Aerospetiale., Socata TB-10 Maintenance Manual, Socata Group Aerospetiale, France, 1995
- Socata Group Aerospetiale., Socata TB-10 Wiring Diagram Manual, Socata Group Aerospetiale, France, 1995
- Socata Group Aerospetiale., Socata TB-10 Pilot Operating Handbook, Socata Group Aerospetiale, France, 1995
- W. Bolton. Electrical Control System in Mechanical and Electrical engineering 3<sup>rd</sup> (Pearson Prentice Hall, 2003)