
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2008/2009 Academic Session
*Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2008/2009*

April/Mei 2009

ESA 351/3 – Aircraft Equipment & Instrumentation
Instrumentasi & Peralatan Pesawat

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES

ARAHAN KEPADA CALON

Please ensure that this paper contains **ELEVEN (11)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.

Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

Each questions must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

1. (a) Based on the task they perform, the aircraft's instrument are divided into three categories. Please mention these 3 categories of aircraft instrument and explain their objectives, their location and their sub components/ equipments belonging to each category above.

Berdasarkan tugas yang dilakukan, instrumentasi pesawat di dalam kokpit pesawat dibahagi kepada 3 bahagian. Sila sebutkan 3 bahagian tersebut serta terangkan kegunaan tiap-tiap bahagian, serta lokasi/posisi dan komponen peralatan yang termasuk pada tiap-tiap bahagian tersebut di dalam kokpit pesawat terbang.

(50 marks/markah)

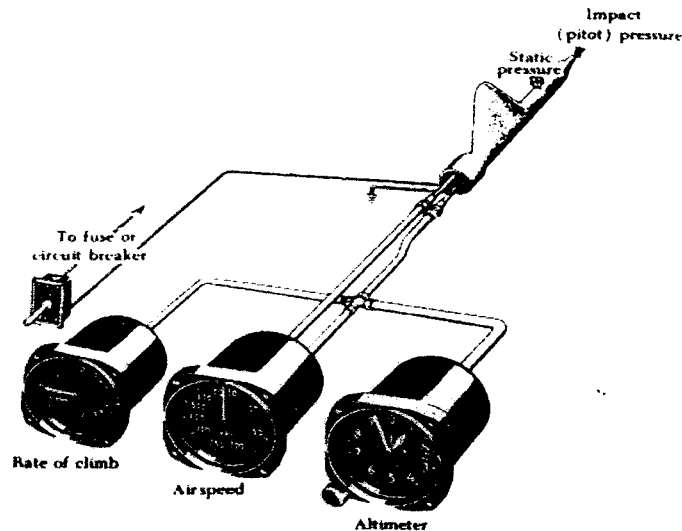
- (b) Please mention the components of the aircraft instrument and draw them and their connection in form of the block diagram.

Sila sebutkan komponen-komponen instrumentasi pesawat terbang serta gambarkan komponen tersebut dan hubungkait satu sama lain dalam bentuk gambarajah blok.

(50 marks/markah)

2. A simplified pitot-static system used on a passenger aircraft is showed in **Figure 1**. To understand the work mechanism of the system, please answer following questions:

*Sebuah sistem pitot-statik yang dipermudahkan bagi sebuah pesawat penumpang ditunjukkan dalam **Gambarajah 1**. Untuk memahami kaedah sistem ini berfungsi, sila jawab soalan-soalan berikut:*



Pitot-static system.

Figure 1: System Pitot-Static
Gambarajah 1: Sistem Pitot-Statik

- (a) Please mention 5 components of aircraft instrument system used in the aircraft?

Sebutkan 5 komponen sistem instrumentasi pesawat terbang?

(10 marks/markah)

- (b) Please name the components used in the pitot-static system shown in the **Figure 1**?

*Sebutkan nama komponen-komponen yang digunakan pada sistem pitot-statik pada **Gambarajah 1**?*

(10 marks/markah)

- (c) What flight parameters are measured by the static port and the pitot tube?

Apakah parameter yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot?

(10 marks/markah)

- (d) Explain, how can the airspeed of aircraft be determined from above flight parameters that have been sensed by probes above?

Terangkan bagaimana halaju pesawat boleh dihitung dari kedua-dua parameter penerbangan yang telah diukur oleh pengesan di atas?

(20 marks/markah)

- (e) Where must both probes be located on the aircraft and why are they located there?

Di manakah kedudukan kedua-dua pengesan ini di pesawat terbang dan kenapa ia di tempatkan di sana?

(20 marks/markah)

- (f) There are 3 flight indicators on the instrument panel as shown in **Figure 1**: airspeed indicator ASI, vertical speed indicator VSI and altimeter ALT. Please describe in detail the principle/the work mechanism of these flight indicators so that they can display the flight parameter airspeed V_A , the altitude H_p , and the vertical speed H_{dot} although the pitot system measures the static and total air pressure.

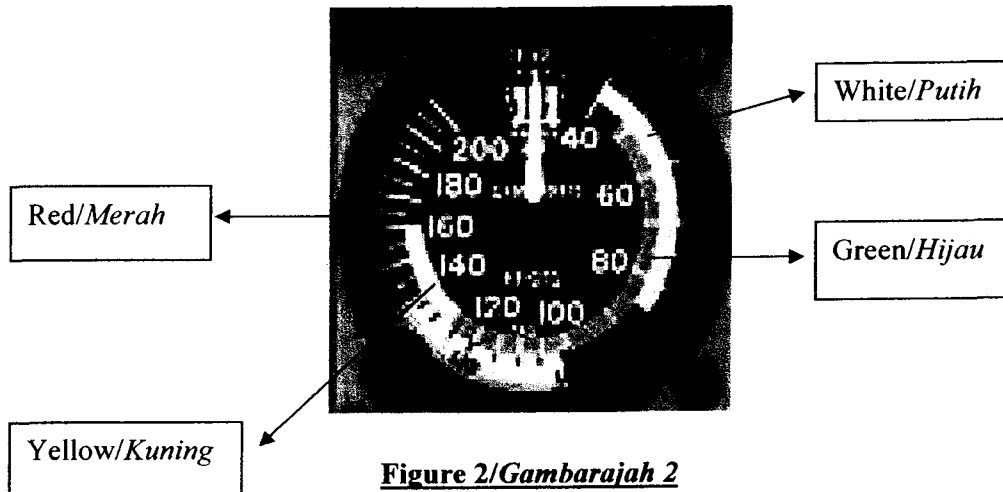
Terdapat tiga penunjuk penerbangan pada panel instrumentasi seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 1: iaitu penunjuk halaju ASI (airspeed indicator), petunjuk halaju menegak VSI (vertical speed indicator) dan penunjuk ketinggian ALT (altimeter). Sila jelaskan secara terperinci prinsip/mechanisma ketiga-tiga petunjuk penerbangan ASI, VSI dan ALT ini berfungsi sehingga ianya boleh menunjukkan parameter penerbangan halaju V_A , ketinggian H_p dan halaju menegak H_{dot} walaupun parameter yang diukur oleh sistem pitot adalah tekanan udara statik dan tekanan udara keseluruhan.

(30 marks/markah)

3. (a) **Figure 2** shows an airspeed indicator. It is divided into several speed areas coloured by the colour white, green, yellow and marked by the read line. Please explain the meaning of these speed regimes

Gambarajah 2 adalah sebuah petunjuk halaju pesawat terbang. Ianya dibahagikan dalam beberapa kawasan halaju yang ditandai oleh warna putih, hijau, kuning dan garis merah. Terangkan apa makna kawasan-kawasan halaju tersebut?

(20 marks/markah)



- (b) Please mention important airspeed references at the above speed indicator.

Sila sebutkan beberapa rujukan penting untuk halaju pesawat terdapat pada petunjuk halaju di atas.

(20 marks/markah)

- (c) The airspeed indicator ASI displays to the pilot the airspeed $V_A = 105$ knot and the altimeter (ALT) the altitude $H_p = 6000$ feet. From the air pressures measured by the static port and pitot tube, the air data computer can determine indicated airspeed V_{ias} , calibrated airspeed V_{cas} , equivalent airspeed V_{eas} , true airspeed V_{tas} , and mach number Ma . These parameter are needed by flight control computer FCS, flight management system FMS, etc. (Using **Figure 3, 4, and 5**), please calculate the flight parameter V_{ias} , V_{cas} , V_{tas} , V_{eas} , and Ma for $V_A = 105$ knot and $H_p = 6000$ feet.

Petunjuk halaju udara pesawat terbang ASI menunjukkan halaju udara $V_A = 105$ knot dan petunjuk ketinggian (ALT) menunjukkan ketinggian $H_p = 6000$ kaki kepada juruterbang. Daripada data tekanan udara yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot, komputer data udara boleh menentukan parameter penerbangan berikut : halaju udara tertunjuk, V_{ias} , halaju udara diperbetul V_{cas} , halaju udara yang disamakan, V_{eas} , halaju udara sebenar, V_{tas} , dan nombor Mach, Ma yang diperlukan oleh subsistem kapal terbang seperti sistem komputer kawalan penerbangan, FCS, sistem pengurusan penerbangan, FMS dan sebagainya. Dengan menggunakan gambarajah yang dilampirkan (lihat **Gambarajah 3, 4 dan 5**) kirakan parameter penerbangan di atas ($V_{ias}, V_{cas}, V_{eas}, V_{tas}, Ma$) untuk $V_A = 105$ knot dan $H_p = 6000$ kaki.

(60 marks/markah)

INDICATED AIRSPEED V_{IAS}	CALIBRATE AIRSPEED V_{CAS}
70	71.5
80	81.5
90	91.0
100	100.5
110	110.5
120	120.0
130	129.5
135	134.5

Figure 3/Gambarajah 3.

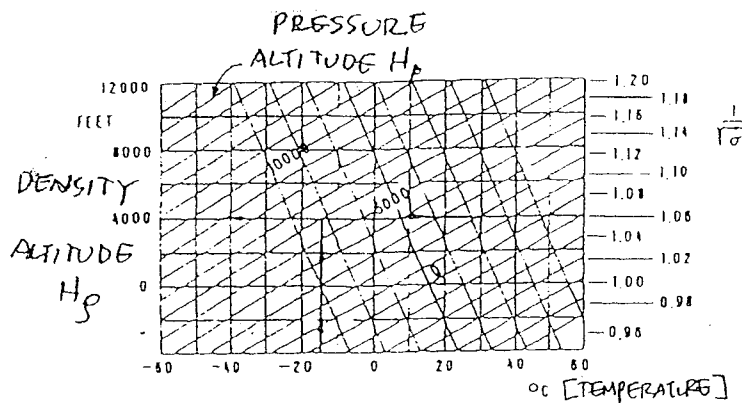


FIG. 3 : $\frac{1}{\sqrt{\sigma}}$ - DETERMINATION

Figure 4/Gambarajah 4

altitude H (km)	Temperature		Pressure p (N/m ²)	Density ρ (kg/m ³)	Speed of Sound a (m/s)	Medi. Viscosity ν · 10 ⁵ (m ² /s)	Comparison of		Altitude H (km)
	l (°C)	T (K)					Pressure p/p ₀	Density ρ/ρ ₀	
0	15,00	288,15	101 325,00	1,22500	340,294	1,46072	1,000000	1,000000	0
0,5	11,75	284,90	95 460,83	1,16727	338,369	1,51949	0,942125	0,952872	0,5
1,0	8,50	281,65	89 874,55	1,11164	336,434	1,58130	0,886993	0,907463	1,0
1,5	5,25	278,40	84 555,96	1,05807	334,487	1,64635	0,834503	0,863728	1,5
2,0	2,00	275,15	79 495,18	1,00649	332,529	1,71483	0,784556	0,821624	2,0
2,5	-1,25	271,90	74 682,49	0,95658	330,559	1,78698	0,737059	0,781109	2,5
3,0	-4,50	268,65	70 108,50	0,909121	328,578	1,86303	0,691917	0,742140	3,0
3,5	-7,75	265,40	65 764,03	0,863228	326,584	1,94324	0,649041	0,704576	3,5
4,0	-11,00	262,15	61 640,18	0,819129	324,579	2,02790	0,608341	0,668677	4,0
4,5	-14,25	258,90	57 728,27	0,776774	322,560	2,11730	0,569734	0,634101	4,5
5,0	-17,50	255,65	54 019,85	0,736115	320,529	2,21177	0,533134	0,600910	5,0
5,5	-20,75	252,40	50 506,74	0,697105	318,485	2,31167	0,498453	0,569065	5,5
6,0	-24,00	249,15	47 180,96	0,659696	316,428	2,41738	0,465640	0,538528	6,0
6,5	-27,25	245,90	44 034,78	0,623843	314,358	2,52932	0,434590	0,509260	6,5
7,0	-30,50	242,65	41 060,68	0,589500	312,273	2,64794	0,405237	0,481225	7,0
7,5	-33,75	239,40	38 251,36	0,556623	310,175	2,77372	0,377512	0,454386	7,5
8,0	-37,00	236,15	35 599,75	0,525167	308,063	2,90721	0,351342	0,428707	8,0
8,5	-40,25	232,90	33 098,98	0,495089	305,935	3,04890	0,326661	0,404154	8,5
9,0	-43,50	229,65	30 742,39	0,466347	303,793	3,19967	0,303404	0,380692	9,0
9,5	-46,75	226,40	28 523,55	0,438900	301,636	3,35997	0,281506	0,358285	9,5
10,0	-50,00	223,15	26 436,20	0,412706	299,463	3,53063	0,260905	0,336902	10,0
10,5	-53,25	219,90	24 474,31	0,387725	297,274	3,71247	0,241543	0,316510	10,5
11,0	-56,50	216,65	22 632,04	0,363918	295,069	3,90641	0,223361	0,297076	11,0
11,5	-56,50	216,65	20 916,17	0,336327	295,069	4,22688	0,206427	0,274552	11,5
12,0	-56,50	216,65	19 330,38	0,310828	295,069	4,57364	0,190776	0,253737	12,0
12,5	-56,50	216,65	17 864,83	0,287262	295,069	4,94884	0,176312	0,234500	12,5
13,0	-58,50	216,65	16 510,38	0,265483	295,069	5,35482	0,162945	0,216721	13,0
13,5	-58,50	210,85	15 258,63	0,245355	295,069	5,79411	0,150591	0,200290	13,5
14,0	-58,50	210,85	14 101,78	0,226753	295,069	6,26943	0,139174	0,185105	14,0
14,5	-58,50	210,85	13 032,84	0,209502	295,069	6,78375	0,128622	0,171071	14,5
15,0	-58,50	210,85	12 044,55	0,193673	295,069	7,34026	0,118870	0,159101	15,0

ASI-TABLE

Figure 5/Gambarajah 5

4. (a) Please mention 3 aircraft instruments using the gyroscope:-

Sila sebutkan 3 jenis instrument pesawat terbang yang menggunakan giroskop.

(25 marks/markah)

- (b) Please explain the following gyroscope characteristics:

Sila terangkan apa yang dimaksudkan dengan sifat giroskop:

- (i) Stability

Kestabilan

- (ii) Precession

Keliukan

(35 marks/markah)

- (c) Please explain and draw the working principle of following instruments.

Sila terangkan dan lukis prinsip kerja instrument berikut.

- (i) The artificial horizon.

"Artificial horizon" yang bekerja berdasarkan sifat kestabilan giroskop.

- (ii) The turn and slip indicator.

Petunjuk pesongan dan gelinciran yang bekerja berdasarkan sifat keliukan giroskop.

(40 marks/markah)

5. A pilot is flying a twin engine propeller aircraft from Medan to Langkawi via Penang with the true airspeed $V=250$ knot (without wind) at the altitude $h = 6000$ feet, where the distance from Medan to Penang is 143 nm and from Penang to Langkawi is 75 nm . The flight route is Medan MDN - Pulau Pinang VPG - LANGKAWI VPL, see **Figure 6**. Before the flight, a navigation log describing the waypoints (VOR-stations) speed, altitude, distance between way points, time, must be filled in because it provides the pilot the information on the flight route and how this route must be flown.

*Seorang juruterbang menerbangkan sebuah pesawat berkipas dua enjin dari Medan ke Langkawi melalui Pulau Pinang dengan halaju $V = 250$ knot (tanpa angin) pada ketinggian $h = 6000$ kaki, di mana jarak dari Medan ke Pulau Pinang ialah 143 nm dan dari Pulau Pinang ke Langkawi ialah 75 nm. Jadual penerbangan adalah Medan MDN - Pulau Pinang VPG - LANGKAWI VPL, lihat **Gambarajah 6**. Sebelum penerbangan dimulakan, sebuah log pandu arah yang menyatakan "waypoint-waypoint" (stesen-stesen VOR berserta frekuensinya) halaju, ketinggian, jarak di antara dua "way point" yang berbeza, masa, perlu dipenuhi kerana ianya memberi maklumat rangka/laluan penerbangan serta bagaimana laluan penerbangan tersebut mesti dilalui.*

- (a) Please fill in the navigation log (see **Figure 7**) and what kind of chart is used by pilot for flying from Langkawi to Medan.

*Isikan log pandu arah (lihat **Gambarajah 7**) dan apakah jenis carta yang digunakan oleh juruterbang untuk melakukan penerbangan di atas.*

(40 marks/markah)

- (b) How much time is required for flying from Langkawi to Medan?

Berapakah masa yang diperlukan untuk penerbangan dari Langkawi ke Medan?

(20 marks/markah)

- (c) Please mention and explain 3 kinds of short-range navigation.

Sila sebutkan dan terangkan 3 jenis pandu arah jarak pendek.

(20 marks/markah)

- (d) What kind of short-range navigation used in problem 5(a) and 5(b).

Apakah jenis pandu arah pendek yang digunakan pada soalan 5(a) dan 5(b)?

(20 marks/markah)

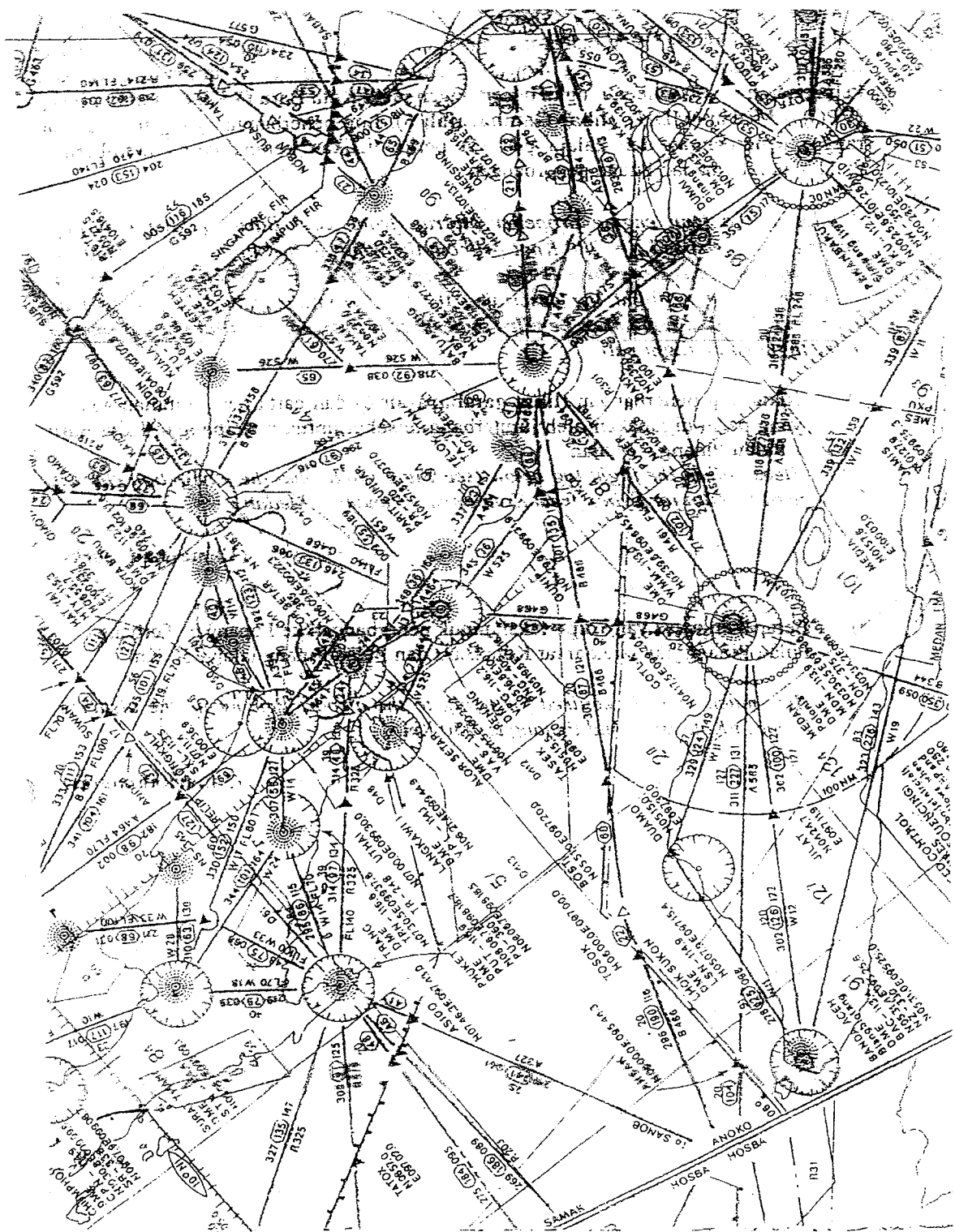


Fig. 5 : Navigation location chart.

Figure 6/Gambarajah 6

