



**FINAL EXAMINATION / PEPERIKSAAN AKHIR**  
**SEMESTER 1 – SESSION 2018 / 2019**  
**PROGRAM KERJASAMA**

COURSE CODE : DDWE 1133  
KOD KURSUS

COURSE NAME : INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT/  
NAMA KURSUS : PENGALATAN DAN PENGUKURAN

YEAR / PROGRAMME : 1 DDWE  
TAHUN / PROGRAM

DURATION : 2 ½ HOURS / 2 ½ JAM  
TEMPOH

DATE : NOVEMBER 2018  
TARIKH

INSTRUCTION/ARAHAN :

1. This question paper consists of **FOUR (4)** questions.  
*Kertas soalan ini mengandungi EMPAT (4) soalan.*
2. Answer **ALL** questions.  
*Jawab SEMUA soalan.*

( You are required to write your name and your lecturer's name on your answer script )  
( Pelajar dikehendaki tuliskan nama dan nama pensyarah pada skrip jawapan )

NAME / NAMA	:	.....
I.C NO. / NO. K/PENGENALAN	:	.....
YEAR / COURSE TAHUN / KURSUS	:	.....
STUDENT'S SECTION SEKSYEN PELAJAR	:	.....
LECTURER'S NAME NAMA PENSYARAH	:	.....

This examination paper consists of 10 pages including the cover  
*Kertas soalan ini mengandungi 10 muka surat termasuk kulit hadapan*



**PUSAT PROGRAM KERJASAMA**

**PETIKAN DARIPADA PERATURAN AKADEMIK  
ARAHAN AM - PENYELEWENGAN AKADEMIK**

**1. SALAH LAKU SEMASA PEPERIKSAAN**

1.1 Pelajar tidak boleh melakukan mana-mana salah laku peperiksaan seperti berikut :-

- 1.1.1 memberi dan/atau menerima dan/atau memiliki sebarang maklumat dalam bentuk elektronik, bercetak atau apa jua bentuk lain yang tidak dibenarkan semasa berlangsungnya peperiksaan sama ada di dalam atau di luar Dewan Peperiksaan melainkan dengan kebenaran Ketua Pengawas; atau
- 1.1.2 menggunakan maklumat yang diperolehi seperti di atas bagi tujuan menjawab soalan peperiksaan; atau
- 1.1.3 menipu atau cuba untuk menipu atau berkelakuan mengikut cara yang boleh ditafsirkan sebagai menipu semasa berlangsungnya peperiksaan; atau
- 1.1.4 lain-lain salah laku yang ditetapkan oleh Universiti (seperti membuat bising, mengganggu pelajar lain, mengganggu Pengawas menjalankan tugasnya).

**2. HUKUMAN SALAH LAKU PEPERIKSAAN**

2.1 Sekiranya pelajar didapati telah melakukan pelanggaran mana-mana peraturan peperiksaan ini, setelah diperakukan oleh Jawatankuasa Peperiksaan Fakulti dan disabitkan kesalahannya, Senat boleh mengambil tindakan dari mana-mana satu yang berikut :-

- 2.1.1 memberi markah SIFAR (0) bagi keseluruhan keputusan peperiksaan kursus yang berkenaan (termasuk kerja kursus); atau
  - 2.1.2 memberi markah SIFAR (0) bagi semua kursus yang didaftarkan pada semester tersebut.
- 2.2 Jawatankuasa Akademik Fakulti boleh mencadangkan untuk diambil tindakan tatatertib mengikut peruntukan Akta Universiti dan Kolej Universiti, 1971, Kaedah-kaedah Universiti Teknologi Malaysia (Tatatertib Pelajar-pelajar), 1999 bergantung kepada tahap kesalahan yang dilakukan oleh pelajar.
- 2.3 Pelajar yang didapati melakukan kesalahan kali kedua akan diambil tindakan seperti di perkara 2.1.2 dan dicadang untuk diambil tindakan tatatertib mengikut peruntukan Akta Universiti dan Kolej Universiti, 1971, Kaedah-kaedah Universiti Teknologi Malaysia (Tatatertib Pelajar-pelajar), 1999.

- Q1. (a) Explain the meaning of accuracy and precision. Give an example to show the difference between the two terms.

*Terangkan maksud kejituan dan kepersisan. Berikan contoh untuk menunjukkan perbezaan di antara dua istilah tersebut.*

(4 marks/markah)

- (b) Figure Q1(a) shows a circuit used to calibrate an ammeter.  
(i) Explain briefly the meaning and purpose of calibration.  
(ii) Based on the circuit, explain how the calibration of the ammeter is carried out.

*Rajah Q1(a) menunjukkan litar yang digunakan untuk menentukur meter ampere.*

- (i) *Terangkan dengan ringkas maksud dan tujuan penentukuran.*  
(ii) *Berasaskan litar tersebut, terangkan bagaimana penentukuran meter ampere tersebut dilakukan.*

(4 marks/markah)

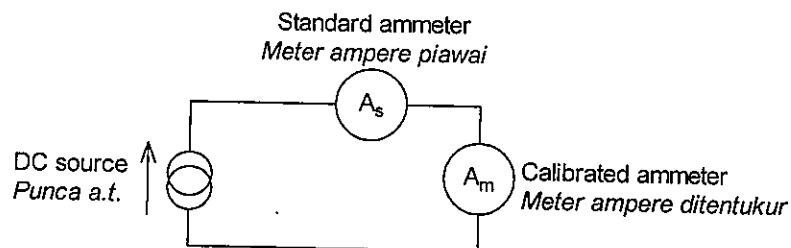


Figure Q1(a)/Rajah Q1(a)

- (c) A 100 V voltmeter is used to measure the voltage across a resistor. A 50 mA ammeter is used to measure the current through the resistor. Both meters have an accuracy of  $\pm 1\%$  full scale deflection. The voltmeter produces a reading of 70 V while the ammeter produces a reading of 40 mA. Calculate :  
(i) the value of the resistor.  
(ii) the percentage limiting error of the resistance.  
(iii) the power loss in the resistor.  
(iv) the limiting error of the power loss.

*Meter volt 100 V digunakan untuk mengukur voltan merintangi satu perintang. Meter ampere 50 mA pula digunakan untuk mengukur arus melalui perintang tersebut. Kedua-dua meter tersebut mempunyai kejituan  $\pm 1\%$  pesongan skala penuh. Meter volt menghasilkan bacaan 70 V sementara meter ampere menghasilkan bacaan 40 mA. Kirakan:*

- (i) nilai perintang.
- (ii) peratus ralat mengehend bagi rintangan tersebut.
- (iii) lesapan kuasa pada perintang.
- (iv) ralat mengehend bagi lesapan kuasa tersebut.

(9 marks/markah)

(d) The basic d'Arsonval meter movement can be converted to a dc voltmeter by connecting a multiplier,  $R_s$ , in series with the meter movement. A multi-range dc meter has the resistance of the moving coil,  $R_m = 150 \Omega$ , and full-scale deflection current,  $I_{sp} = 100 \mu\text{A}$ . The meter uses an Ayrton shunt with ranges of 1 V, 5 V and 10 V.

- (i) Sketch the voltmeter circuit.
- (ii) Calculate the volt meter sensitivity.
- (iii) Calculate the values of resistors required.

*Gerakan meter d'Arsonval boleh ditukarkan kepada meter volt a.t dengan menyambung pendarab,  $R_s$ , sesiri dengan gerakan meter tersebut. Meter a.t berbilang julat tersebut mempunyai rintangan gegelung,  $R_m = 150 \Omega$  dan arus pesongan skala penuh,  $I_{sp} = 100 \mu\text{A}$ . Meter tersebut menggunakan pirau Ayrton dengan julat 1 V, 5 V dan 10 V.*

- (i) *Lakarkan litar meter volt tersebut.*
- (ii) *Kirakan kepekaan meter volt tersebut.*
- (iii) *Kirakan nilai semua perintang yang diperlukan.*

(8 marks/markah)

Q2. (a) Figure Q2(a) shows a half-wave rectifier type ac meter with a range of 10 V. The diode has a forward resistance of  $50 \Omega$  while the parameters of the d'Arsonval movement are  $100 \mu\text{A}$ ,  $100 \Omega$ . It is required that  $I_{sh} = I_m$ .

- (i) What is the purpose of diode  $D_2$  and resistor  $R_{sh}$ ?
- (ii) Calculate the shunt resistance,  $R_{sh}$ .
- (iii) Calculate the multiplier resistance,  $R_s$ .
- (iv) Calculate the dc sensitivity of the meter.
- (v) Calculate the ac sensitivity of the meter.

*Rajah Q2(a) menunjukkan meter a.u. jenis penerus separuh-gelombang berjulat 10 V. Diod mempunyai rintangan ke depan  $50 \Omega$  sementara parameter gerakan d'Arsonval ialah  $100 \mu\text{A}$ ,  $100 \Omega$ . Dikehendakki supaya  $I_{sh} = I_m$ .*

- (i) Apakah tujuan diod  $D_2$  dan perintang  $R_{sh}$ ?
- (ii) Kirakan rintangan pirau  $R_{sh}$ .
- (iii) Kirakan rintangan pendarab  $R_s$ .
- (iv) Kirakan kepekaan a.t. meter.
- (v) Kirakan kepekaan a.u. meter.

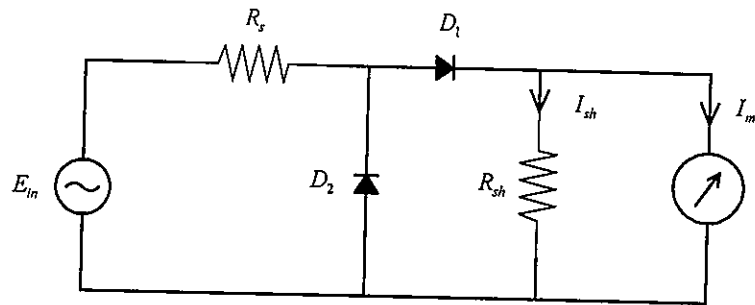


Figure Q2(a)/Rajah Q2(a)

(8 marks/markah)

- (b) The moving iron meter movement can be used as an ac meter.
  - (i) State the two types of the meter above and for one of the types, explain briefly its principle of operation.
  - (ii) State three advantages of the moving iron meter movement.

*Gerakan meter besi bergerak juga boleh digunakan sebagai meter a.u.*

- (i) Nyatakan dua jenis meter tersebut dan bagi salah satu daripadanya, terangkan dengan ringkas prinsip pengendaliannya.
- (ii) Nyatakan tiga kelebihan gerakan meter besi bergerak.

(4 marks/markah)

- (c) Explain briefly the difference between a digital instrument and a digital display instrument.

*Terangkan dengan ringkas perbezaan antara alatan digit dan alatan paparan digit.*

(4 marks/markah)

- (d) Figure Q2(d) shows the circuit of a dual slope analogue to digital converter. Given  $R = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $V_{ref} = 5 \text{ V}$  and the clock frequency is  $100 \text{ kHz}$ . The duration of the charging phase is  $1 \text{ ms}$ . The input is  $V_i = 1 \text{ V}$ .

- (i) Sketch the waveforms at the points labelled 2, 3 and 4.
- (ii) Determine the output of the integrator at the end of the charging phase.
- (iii) Determine the duration of the discharging phase.
- (iv) Determine the number of pulses received by the counter.

Rajah Q2(d) menunjukkan litar penukar analog ke digit dua cerun. Diberikan  $R = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $V_{ref} = 5 \text{ V}$  dan frekuensi jam ialah  $100 \text{ kHz}$ . Tempoh fasa pencasan ialah  $1 \text{ ms}$ . Masukan ialah  $V_i = 1 \text{ V}$ .

- (i) Lakarkan bentuk gelombang pada titik-titik yang dilabelkan 2, 3 dan 4.
- (ii) Tentukan keluaran pengamir pada akhir fasa pencasan.
- (iii) Tentukan tempoh fasa penyahcasan.
- (iv) Tentukan bilangan denyut yang diterima oleh pembilang.

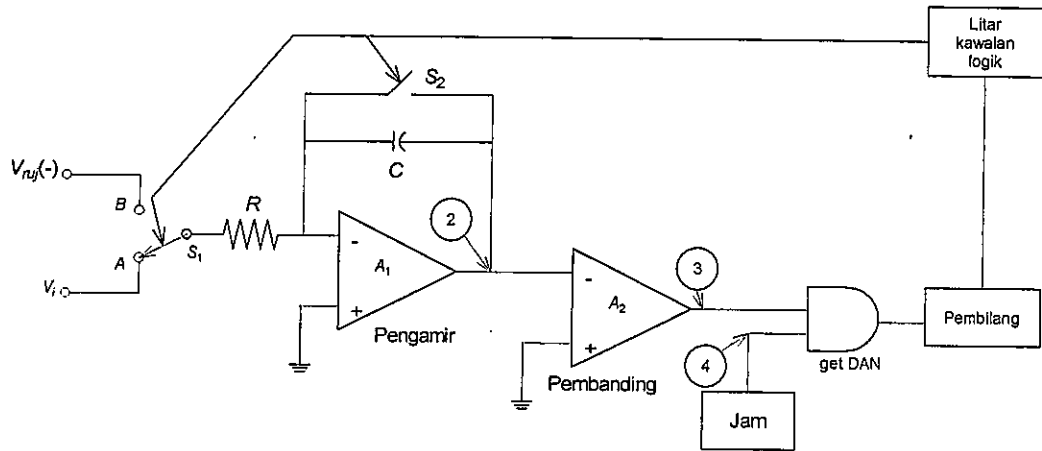


Figure Q2(d)/Rajah Q2(d)

(9 marks/markah)

- Q3. (a) Sketch a block diagram to show the main components in a complete instrumentation system.

Lakarkan gambar rajah blok yang menunjukkan komponen-komponen utama dalam sistem pengalatan yang lengkap.

(5 marks/markah)

- (b) A semiconductor strain gauge experiences a tensile strain measured at  $250 \text{ }\mu\text{m/m}$ . This cause the resistance of the gauge to decrease by 20 % to  $800 \text{ }\Omega$ . Calculate the ;
- (i) gauge factor of the strain gauge
  - (ii) resultant length of the gauge if its original length was  $100 \text{ cm}$ .

Tolok terikan separa pengalir mengalami terikan  $250 \text{ }\mu\text{m/m}$ . Akibatnya rintangan tolok tersebut menjadi  $800 \text{ }\Omega$  iaitu penurunan sebanyak 20 % daripada rintangan asal. Kirakan;

- (i) faktor tolak bagi tolak tersebut.  
(ii) panjang tolak tersebut setelah mengalami terikan jika panjang asalnya ialah 100 cm.  
( 7 marks/markah )

- (c) An S type thermocouple produces an output voltage of 10.949 mV. Determine the temperature at the hot junction given that the temperature of the cold junction is 20°C. Appendix Q3(c) shows the table for an S type thermocouple.

*Pengganding suhu jenis S menghasilkan voltan keluaran 10.949 mV. Tentukan suhu pada simpang panas jika suhu pada simpang sejuk ialah 20 °C. Lampiran Q3(c) menunjukkan jadual pengganding suhu jenis S.*

( 5 marks/markah )

- (d) Estimate the value of the resistance temperature coefficient ( $\alpha$ ) for a resistance thermal detector (RTD) at temperature between 200 °C and 400 °C. Hence calculate the resistance value of the RTD at 320 °C. The relationship between temperature (T) and resistance (R) is given in Table Q3(d).

*Anggarkan nilai pekali suhu rintangan ( $\alpha$ ) bagi pengesanan suhu rintangan (RTD) pada suhu di antara 200 °C dan 400 °C. Kemudian kirakan nilai rintangan RTD pada suhu 320 °C. Hubungan di antara suhu (T) dan rintangan (R) diberi dalam Jadual Q3(d).*

T (°C)	R (Ω)
100	138.5
200	175.84
300	212.02
400	240.4
500	280.9

Table Q3(d) / Jadual Q3(d)

(8 marks/markah)

- Q4. (a) Figure Q4(a) shows the circuit of a Wheatstone bridge.

*Rajah Q4(a) menunjukkan litar titi Wheatstone.*

- (i) A current detector G is connected between terminals c-d. Derive the balanced or null equation for the circuit i.e. when the current through the detector is zero.

*Pengesan arus G disambungkan di antara terminal c-d. Terbitkan persamaanimbangan atau nol bagi litar tersebut iaitu ketika arus melalui pengesan adalah sifar.*

(2 marks/markah)

- (ii)  $R_x$  represents a transducer located 20 m from a Wheatstone bridge. The transducer is connected to the bridge using a cable which has a resistance of  $5 \Omega/m$ . When the bridge is balanced,  $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3.21 \text{ k}\Omega$  and  $R_3 = 1.20 \text{ k}\Omega$ . Calculate the resistance of the transducer.

*$R_x$  mewakili transduser yang berada pada jarak 20 m dari titi Wheatstone. Transduser tersebut disambungkan ke titi Wheatstone dengan menggunakan kabel yang mempunyai rintangan  $5 \Omega/m$ . Pada keadaan terimbang  $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3.21 \text{ k}\Omega$  dan  $R_3 = 1.20 \text{ k}\Omega$ . Kirakan rintangan transduser tersebut.*

(5 marks/markah)

- (iii) The Wheatstone bridge in Figure Q4(a) is used as a quarter bridge with  $R_x$  representing a strain gauge and  $R_1 = R_2 = R_3 = R$  where  $R$  is the initial resistance of the strain gauge.

- (a) Prove that the output voltage between terminals c-d is

$$V_{dc} = \frac{\Delta R}{4R} E$$

where  $\Delta R$  represents the change of resistance of the strain gauge.

- (b) The gauge factor is 3.5, the initial strain gauge resistance is  $300 \Omega$  and a strain of  $3000 \mu\text{m/m}$  is applied. Obtain  $V_{dc}$  given that  $R_1 = R_2 = R_3 = 300 \Omega$  and  $E = 9 \text{ V}$ .

*Titi Wheatstone dalam Rajah Q4(a) digunakan sebagai titi suku iaitu dengan  $R_x$  mewakili tolok terikan dan  $R_1 = R_2 = R_3 = R$  di mana  $R$  ialah nilai rintangan awal tolok terikan.*

- (a) *Buktikan bahawa voltan keluaran di antara terminal c-d di beri oleh*

$$V_{dc} = \frac{\Delta R}{4R} E$$

*di mana  $\Delta R$  mewakili perubahan rintangan pada tolok terikan.*

- (b) *Faktor tolok ialah 3.5, rintangan awal tolok terikan ialah  $300 \Omega$  dan terikan sebanyak  $3000 \mu\text{m/m}$  dikenakan. Dapatkan  $V_{dc}$  jika  $R_1 = R_2 = R_3 = 300 \Omega$  dan  $E = 9 \text{ V}$ .*

(10 marks/markah)



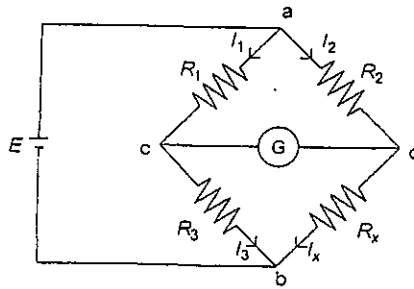


Figure Q4(a) / Rajah Q4(a)

(b) Figure Q4(b) shows the circuit of a Wien bridge.

(i) Prove that in the balanced or null condition,

$$\frac{R_1}{R_3} + \frac{C_3}{C_1} = \frac{R_2}{R_4}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 C_3 R_1 R_3}}$$

(ii) Given that  $R_1 = 400 \Omega$ ,  $C_1 = 5.5 \mu\text{F}$ ,  $R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $f = 40 \text{ Hz}$ . Determine  $C_3$  and  $R_2$ .

Rajah Q4(d) menunjukkan litar titi Wien.

(i) Buktikan bahawa pada keadaanimbangan atau nol,

$$\frac{R_1}{R_3} + \frac{C_3}{C_1} = \frac{R_2}{R_4}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 C_3 R_1 R_3}}$$

(ii) Diberi  $R_1 = 400 \Omega$ ,  $C_1 = 5.5 \mu\text{F}$ ,  $R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $f = 40 \text{ Hz}$ . Tentukan  $C_3$  dan  $R_2$ .

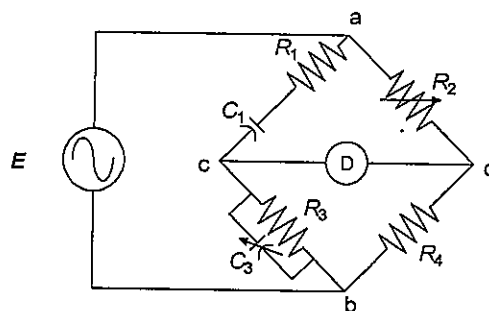


Figure Q4(b) / Rajah Q4(b)

(8 marks/markah)

APPENDIX Q3(c) / LAMPIRAN Q3(c)

TYPE S THERMOCOUPLE TABLE/ JADUAL PENGGANDING SUHU JENIS S

Appendix 3 Thermocouple Tables

537

Type S: Platinum-Platinum/10% Rhodium

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
- 150										
- 100										
- 50										
- 0										
+ 0	0.000	0.028	0.056	0.084	0.113	0.143	0.173	0.204	0.235	0.266
50	0.299	0.331	0.364	0.397	0.431	0.466	0.500	0.535	0.571	0.607
100	0.643	0.680	0.717	0.754	0.792	0.830	0.869	0.907	0.946	0.986
150	1.025	1.065	1.166	1.146	1.187	1.228	1.269	1.311	1.352	1.394
200	1.436	1.479	1.521	1.564	1.607	1.650	1.693	1.736	1.780	1.824
250	1.868	1.912	1.956	2.001	2.045	2.090	2.135	2.180	2.225	2.271
300	2.316	2.362	2.408	2.453	2.499	2.546	2.592	2.638	2.685	2.731
350	2.778	2.825	2.872	2.919	2.966	3.014	3.061	3.108	3.156	3.203
400	3.251	3.299	3.347	3.394	3.442	3.490	3.539	3.587	3.635	3.683
450	3.732	3.780	3.829	3.878	3.926	3.975	4.024	4.073	4.122	4.171
500	4.221	4.270	4.319	4.369	4.419	4.468	4.518	4.568	4.618	4.668
550	4.718	4.768	4.818	4.869	4.919	4.970	5.020	5.071	5.122	5.173
600	5.224	5.275	5.326	5.377	5.429	5.480	5.532	5.583	5.635	5.686
650	5.738	5.790	5.842	5.894	5.946	5.998	6.050	6.102	6.155	6.207
700	6.260	6.312	6.365	6.418	6.471	6.524	6.577	6.630	6.683	6.737
750	6.790	6.844	6.897	6.951	7.005	7.058	7.112	7.166	7.220	7.275
800	7.329	7.383	7.438	7.492	7.547	7.602	7.656	7.711	7.766	7.821
850	7.876	7.932	7.987	8.042	8.098	8.153	8.209	8.265	8.320	8.376
900	8.432	8.488	8.545	8.601	8.657	8.714	8.770	8.827	8.883	8.940
950	8.997	9.054	9.111	9.168	9.225	9.282	9.340	9.397	9.455	9.512
1000	9.570	9.628	9.686	9.744	9.802	9.860	9.918	9.976	10.035	10.093
1050	10.152	10.210	10.269	10.328	10.387	10.446	10.505	10.564	10.623	10.682
1100	10.741	10.801	10.860	10.919	10.979	11.038	11.098	11.157	11.217	11.277
1150	11.336	11.396	11.456	11.516	11.575	11.635	11.695	11.755	11.815	11.875
1200	11.935	11.995	12.055	12.115	12.175	12.236	12.296	12.356	12.416	12.476
1250	12.536	12.597	12.657	12.717	12.777	12.837	12.897	12.957	13.018	13.078
1300	13.138	13.198	13.258	13.318	13.378	13.438	13.498	13.558	13.618	13.678
1350	13.738	13.798	13.858	13.918	13.978	14.038	14.098	14.157	14.217	14.277
1400	14.337	14.397	14.457	14.516	14.576	14.636	14.696	14.755	14.815	14.875
1450	14.935	14.994	15.054	15.113	15.173	15.233	15.292	15.352	15.411	15.471
1500	15.530	15.590	15.649	15.709	15.768	15.827	15.887	15.946	16.006	16.065
1550	16.124	16.183	16.243	16.302	16.361	16.420	16.479	16.538	16.597	16.657
1600	16.716	16.775	16.834	16.893	16.952	17.010	17.069	17.128	17.187	17.246
1650	17.305	17.363	17.422	17.481	17.539	17.598	17.657	17.715	17.774	17.832
1700	17.891	17.949	18.008	18.066	18.124	18.183	18.241	18.299	18.358	18.416
1750	18.474	18.532	18.590	18.648						

**Mukasurat ini sengaja dibiarkan kosong**

*[ This page is purposely left blank ]*

**Mukasurat ini sengaja dibiarkan kosong**

*[ This page is purposely left blank ]*