



Second Semester Examination
2022/2023 Academic Session

February 2023

EEM423 – Reliability Engineering
EeKejuruteraan Kebolehpercayaan

Duration: 2 hours
(Masa: 2 jam)

Please ensure that this examination paper consists of SEVEN (7) pages and TWO (2) page of printed appendix material before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH (7) muka surat dan DUA (2) muka surat lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions: This question paper consists of **FOUR (4)** questions. Answer **ALL** questions. All questions carry the same marks.

Arahan: *Kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **SEMUA** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.]

-2-

1. Figure 1.1 shows the reliability model of a system with components having reliability of 0.8.

Rajah 1.1 menunjukkan model kebolehpercayaan sistem dengan komponen yang mempunyai kebolehpercayaan 0.8.

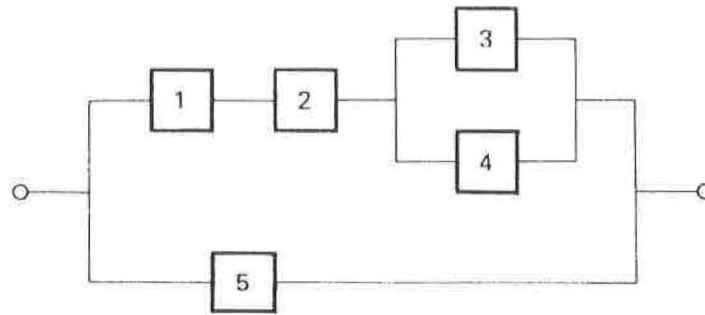


Figure
Rajah 1.1

- (a) Draw the step-by-step process of simplifying Figure 1.1.

Lukis proses langkah-demi-langkah yang memudahkan Rajah 1.1.

(20 marks/markah)

- (b) Derive the general expressions of reliability and unreliability of the simplified figure.

Terbitkan ungkapan umum kebolehpercayaan dan tidak kebolehpercayaan untuk rajah yang dipermudahkan.

(60 marks/markah)

- (c) Calculate the final reliability and unreliability values of the simplified figure.

Kira nilai kebolehpercayaan dan tidak kebolehpercayaan akhir bagi rajah yang dipermudahkan.

(20 marks/markah)

...3/-

-3-

2. Figure 2.1 shows the reliability model of a system with components having reliability of 0.99.

Rajah 2.1 menunjukkan model kebolehpercayaan sistem dengan komponen yang mempunyai kebolehpercayaan 0.99.

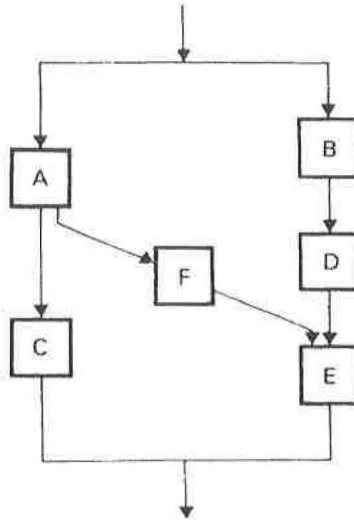


Figure 2.1

Rajah 2.1

- (a) Based on the cut set method, determine all the minimum cut sets. Show your steps.

Berdasarkan kaedah set potong, tentukan semua set potong minimum. Tunjukkan langkah anda.

(20 marks/markah)

- (b) Derive the system reliability using the cut set method in terms of "R" for reliability and "Q" for unreliability. Then, calculate the system reliability.

Terbitkan kebolehpercayaan sistem dengan kaedah set potong dari segi "R" untuk kebolehppercayaan dan "Q" untuk tidak kebolehppercayaan. Kemudian, kira kebolehpercayaan sistem.

(40 marks/markah)

...4/-

-4-

- (c) Draw the diagram of sequential reduction using the conditional probability method

Lukis gambar rajah pengurangan jujukan menggunakan kaedah kebarangkalian bersyarat.

(20 marks/markah)

- (d) Derive the system reliability using the conditional probability method in terms of "R" for reliability and "Q" for unreliability. Then, calculate the system reliability method

Terbitkan kebolehpercayaan sistem menggunakan kaedah kebarangkalian bersyarat dari segi "R" untuk kebolehpercayaan dan "Q" untuk tidak boleh dipercayai. Kemudian, kira kaedah kebolehpercayaan sistem

(20 marks/markah)

3. The Markov method can be illustrated by considering a single component, which can be in one of two states: failed (F) and available (A). The probability of transition from A to F is $P_{A \rightarrow F}$, and from F to A is $P_{F \rightarrow A}$. Below is the transitional probabilities in equal time interval as follows:

Kaedah Markov boleh digambarkan dengan mempertimbangkan satu komponen, yang boleh berada dalam salah satu daripada dua keadaan: gagal (F) dan tersedia (A). Kebarangkalian peralihan dari A ke F ialah $P_{A \rightarrow F}$, dan dari F ke A ialah $P_{F \rightarrow A}$. Di bawah ialah kebarangkalian peralihan dalam selang masa yang sama seperti berikut:

$$P_{A \rightarrow F} = 0.1$$

$$P_{F \rightarrow A} = 0.6$$

- (a) By using the two-state Markov model, illustrate the states above with a transition diagram.

...5/-

-5-

Dengan menggunakan model Markov dua keadaan, gambarkan keadaan di atas dengan gambar rajah peralihan.

(10 marks/markah)

- (b) Based on Q3(a), sketch the Markov model to a tree diagram of up to four time intervals assuming that the system is initially available (A).

Berdasarkan S3(a), lakar model Markov kepada gambar rajah pokok sehingga empat selang masa dengan mengandaikan bahawa sistem itu pada mulanya tersedia (A).

(30 marks/markah)

- (c) From Q3(b), calculate the probability of being available (A) for each of the time interval up to the fourth time intervals. Plot the availability (A) vs time intervals graph and comment about the system based on your observation from the plot.

Daripada S3(b), hitung kebarangkalian tersedia (A) bagi setiap selang masa sehingga selang masa keempat. Plot graf ketersediaan (A) vs selang masa dan ulas tentang sistem berdasarkan pemerhatian anda daripada plot.

(40 marks/markah)

- (d) By using the stochastic transitional probability matrix, prove the availability and unavailability in Q3(c) for only three time interval.

Dengan menggunakan matriks kebarangkalian peralihan stokastik, buktikan ketersediaan dan ketiadaan dalam S3(c) untuk tiga selang masa sahaja.

(20 marks/markah)

...6/-

-6-

4. The following failure times in hours, were observed as part of a maintainability demonstration on a new packaging machine as shown in Table 4.1.

Masa kegagalan berikut dalam jam, diperhatikan sebagai sebahagian daripada demonstrasi kebolehselenggaraan pada mesin pembungkusan baharu seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.1.

5

Table 4.1

Jadual 4.1

No	Time
1	24.5
2	18.9
3	54.7
4	48.2
5	20.1
6	29.3
7	15.4
8	33.9
9	72.0
10	86.1

- (a) Reorganise the Table 4.1 to estimate the values of Reliability ($R(t)$), Failure density ($f(t)$) and Hazard Rate ($\lambda(t)$). Show all the steps for the calculations.

Susun semula Jadual 4.1 untuk menganggarkan nilai Kebolehpercayaan ($R(t)$), Ketumpatan kegagalan ($f(t)$) dan Kadar bahaya ($\lambda(t)$). Tunjukkan semua langkah untuk pengiraan.

(60 marks/markah)

- (b) Compute the 90 percent confidence interval for the Mean Time To Failure (MTTF). By referring to Appendix A, what are the desired confidence interval?

Kira selang keyakinan 90 peratus untuk Masa Min Kegagalan (MTTF). Dengan merujuk Lampiran A, apakah selang keyakinan yang diinginkan?

(20 marks/markah)

...7/-

-7-

- (c) Plot the reliability curve for ungrouped, complete data and comment on the reliability function.

Plot lengkungan kebolehpercayaan untuk data yang tidak terkumpul, lengkap dan ulas pada fungsi kebolehpercayaan.

(20 marks/markah)

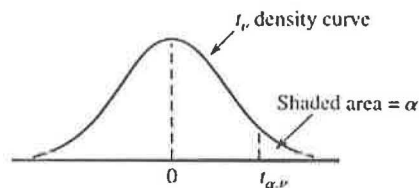
-oooOooo-

...8/-

APPENDIX A

LAMPIRAN A

Critical Values for t Distributions



ν	α						
	.10	.05	.025	.01	.005	.001	.0005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31	636.62
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
32	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365	3.622
34	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348	3.601
36	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333	3.582
38	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319	3.566
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.262	3.496
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

APPENDIX B

LAMPIRAN B

QUESTION NUMBER	CO	PO
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	3	3