

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1992/93

April 1993

EMK 431 - Getaran Dalam Mesin Industri

Masa : [3 jam]

---

**ARAHAN KEPADA CALON**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH (7) soalan dan SEMBILAN (9) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan.

Semua soalan mestilah dijawab dalam bahasa Malaysia.

..2/-

1. Tentukan frekuensi-frekuensi pic (gerakan sudut) dan lantun (gerakan lurus atas dan bawah), ragam-ragam normal getaran dan lokasi pusat-pusat ayunan (nod) bagi kenderaan yang ditunjukkan di dalam Rajah S1 yang disimulasikan dengan mempermudah sistem kebebasan darjah kedua. Data-data dibekalkan oleh pihak pengeluar kenderaan.

jisim kenderaan =  $m = 1500 \text{ kg}$

jejari legaran =  $r = 1.1 \text{ m}$

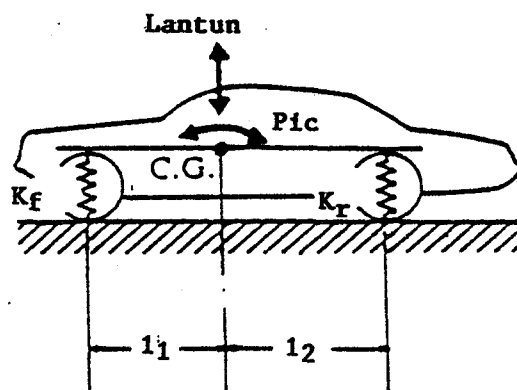
jarak di antara gandar depan dengan C.G. =  $l_1 = 1.5 \text{ m}$

jarak di antara gandar belakang dengan C.G. =  $l_2 = 1.6 \text{ m}$

kekakuan spring depan =  $K_f = 36 \text{ KN/m}$

kekakuan spring belakang =  $K_r = 39 \text{ KN/m}$

(100 markah)



Rajah S1

2. [a] Suatu menara penghantaran keluli menunjukkan frekuensi salunan (resonant frequency)  $5 \text{ Hz}$  apabila digetarkan dengan penggoncang jisim sipi. Jisim bagi penggoncang adalah  $25 \text{ kg}$ . Dengan tambahan jisim sebanyak  $30 \text{ kg}$  kepada penggoncang, frekuensi salunan berkurang kepada  $4 \text{ Hz}$ . Carikan nilai frekuensi tabii asasi bagi menara penghantaran keluli tersebut dengan menggunakan persamaan Dunkerley.

(40 markah)

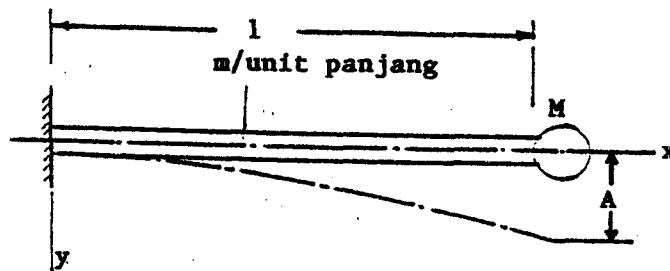
..3/-

- [b] Bilah turbin stim panjang  $l$ , boleh dianggap sebagai rasuk julus sekata berjisim  $m$  per unit panjang, dengan jisim hujung  $M$  seperti yang ditunjuk di dalam Rajah S2[b]. Ketegaran lenturan bagi bilah adalah  $EI$  di mana  $E$  adalah Modulus kekenyalan Young dan  $I$  adalah momen sifatekun. Tentukan frekuensi asasi dengan kaedah Rayleigh. Anggapkan bentuk mod sebagai

$$y(x,t) = Y(x) \cos \omega t$$

$$Y(x) = A \left( 1 - \cos \frac{\pi x}{2l} \right)$$

(60 markah)



Rajah S2[b]

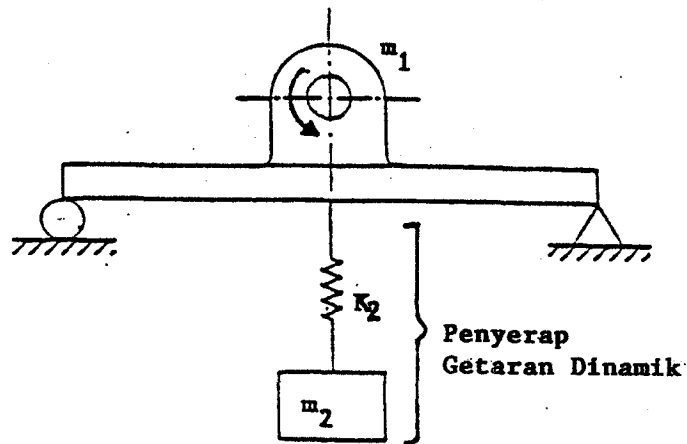
3. [a] Suatu mesin atau sistem akan mengalami getaran berlebihan sekiranya dikenakan daya yang frekuensi pengujaannya hampir sama dengan frekuensi tabii mesin atau sistem tersebut. Terangkan secara beranalisis dan dengan bantuan lakaran prinsip penyerap getaran dinamik tak teredam yang digunakan bagi mengurangkan getaran dengan menganggap mesin sebagai sistem kebebasan berdarjah tunggal.

(50 markah)

..4/-

- [b] Frekuensi tabii bagi getaran menegak kipas dan struktur penyokongnya sama dengan halaju operasi konstan bagi kipas iaitu 1500 ppm. Kipas mempunyai ketidakseimbangan (unbalance) 2 kg-sm. Cadangan dibuat bagi mengurangkan keadaan salun dengan menyambungkan penyerap getaran dinamik kepada sistem, seperti yang di Rajah S3[b]. Ditetapkan bahawa frekuensi tabii asasi sistem hasilan adalah 0.75 kali frekuensi daya. Tentukan nisbah yang perlu di antara jisim penyerap ( $m_2$ ) kepada jisim utama ( $m_1$ ). Jika jisim bagi sistem utama (kipas, penempatannya, motor dan bahagian struktur penyokong) adalah 300 kg, tentukan jisim ( $m_2$ ) dan kekakuan spring ( $K_2$ ) bagi penyerap. Juga, tentukan amplitud getaran bagi jisim penyerap.

(50 markah)



Rajah S3[b]

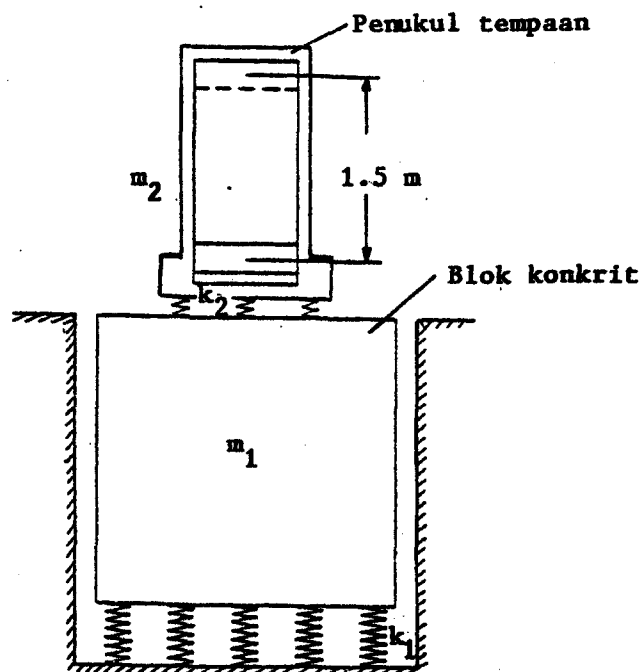
4. Suatu penukul teampaan dipasang di atas blok konkrit bertetulang yang berat yang disokong dengan suatu sarang pegas pemencilan (a nest of isolating spring) dengan jumlah kekakuan  $k_1$ . Suatu pad kenyal lurus dipasang di antara penukul teampaan dan blok konkrit, mempunyai pemalar pegas  $k_2$  seperti yang ditunjuk di dalam Rajah S4. Jisim penukul teampaan ( $m_2$ ) adalah 3000 kg dan jisim blok ( $m_1$ ) adalah 15000 kg.

..5/-

Pemesongan statik spring-spring pemencilan di bawah berat blok dan penukul tempaan adalah 2 sm dan pemesongan statik bagi pad kenyal berdasarkan kepada berat penukul tempaan adalah 0.2 sm. Tentukan frekuensi tabii dan nisbah amplitud untuk getaran menegak sistem.

Jika berat penukul sahaja adalah 500 kg yang jatuh ke atas benda kerja dari ketinggian 1.5 m, carikan persamaan yang menerangkan gerakan paduan bagi blok konkrit dan penukul tempaan tersebut.

(100 markah)

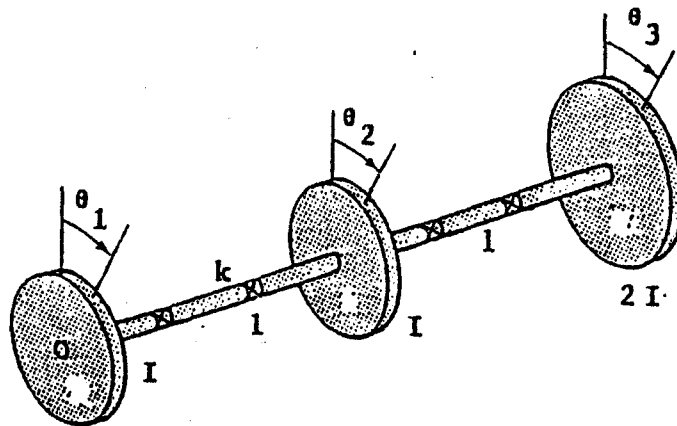


Rajah S4

5. Rajah S5 menunjukkan sistem bebas-bebas yang merupakan sistem separuh tentu (semidefinite). Ia mempunyai frekuensi tabii sifar yang sepadan dengan sistem berputar sebagai jasad tegar. Menggunakan konsep pekali-pekali kekakuan tentukan:

- [a] Frekuensi tabii sistem di dalam sebutan-sebutan pemalar kilasan-pegas  $k$  dan momen jisim sifatekun  $I$ .
- [b] Bentuk-bentuk mod normal (vektor-vektor eigen)

(100 markah)



Rajah S5

6. [a] Sistem aci-dan-cakera yang ditunjuk di dalam Rajah S6 disokong dengan gelas-galas menjajar-diri ('self-aligning') dan aci keluli boleh dianggap sebagai rasuk tersokong mudah untuk tujuan pemilihan pemalar spring  $K$ . Cakera berputar dipasang kepada aci dipertengahan antara gelas-galas A dan B. Data untuk sistem adalah seperti berikut:

jisim cakera,  $m = 12 \text{ kg}$ panjang aci,  $l = 0.5 \text{ m}$ garispusat aci,  $d = 25.4 \text{ mm}$ ketumpatan jisim aci,  $\rho = 7843 \text{ kg/m}^3$ modulus kekenyalan aci =  $206.8 \text{ GPa}$ 

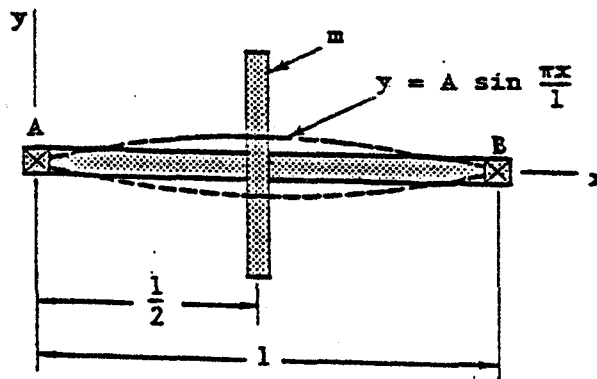
..7/-

Oleh kerana sistem akan beroperasi di dalam julat halaju yang berubah di antara 2400 ke 3600 ppm, terdapat suatu perkara bahawa daya-daya gelas  $R_A$  dan  $R_B$  perlulah menjadi agak besar pada halaju kritikal jika suatu ketidakseimbangan wujud di dalam cakera yang berputar. Pengalaman menunjukkan bahawa dengan pemesinan yang tepat, dan menggunakan bahan yang homogen, kesipian  $e$  bagi cakera boleh ditetapkan di dalam lingkungan 0.05 mm atau kurang.

Sebagai sebahagian daripada analisis keseluruhan, tentukan:

- [i] Halaju kritikal  $\omega_n$  bagi sistem cakera-dan-aci termasuk jisim teragih aci dengan menganggap rangkap bentuk untuk aci adalah  $y = A \sin \frac{\pi x}{l}$  di mana parameter  $A$  merujuk kepada kedua-dua anjakan pusat aci dan anjakan cakera.
- [ii] Daya-daya gelas maksimum  $R_A$  dan  $R_B$  yang boleh dijangkakan di dalam julat operasi di antara 2400 ke 3600 ppm, dengan nilai  $e = 0.05$  mm dan jangkakan 2% redaman ( $\xi = 0.02$ )

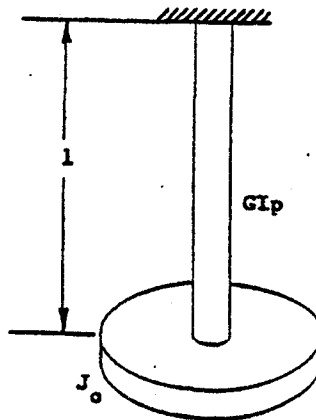
(100 markah)



Rajah S6

7. [a] Paip gerudi bagi telaga minyak berakhir di bahagian hujungnya kepada rod yang mengandungi bit pemotongan. Terbitkan ungkapan di mana frekuensi tabii boleh diperolehi, dengan menganggap paip gerudi sebagai sekata dengan panjang  $l$  dan terikat di bahagian hujung atasnya. Rod dan pemotong diwakili dengan jisim hujung yang mempunyai momen sifatekun  $J_0$  seperti yang ditunjuk di dalam Rajah S7[a]. Ketegaran kilasan paip adalah  $GIp$  di mana  $G$  adalah modulus ricih kekenyalan dan  $I_p$  adalah momen sifatekun kutub bagi luas keratan rentas paip.

(45 markah)



Rajah S7[a]

- [b] Suatu rotor turbin bergerak pada frekuensi tabii sistem. Stroboskop menunjukkan bahawa anjakan maksima rotor wujud pada sudut  $229^\circ$ , sebagai mana yang ditunjukkan di atas jangkasudut yang dipasang pada rotor dan memberikan bacaan positif di dalam arah putaran. Pada kedudukan sudut berapakah jisim perlu diubah daripada rotor bagi memperbaiki keseimbangannya?

(10 markah)

..9/-



- [c] Roda tenaga tak imbang menunjukkan anjakan 0.16 mm dan sudut fasa  $15^\circ$  ikut jam dari tanda fasa. Dengan tambahan jisim cubaan magnitud 57 g pada kedudukan sudut  $45^\circ$  lawan jam dari tanda fasa, anjakan menjadi 0.22 mm dan sudut fasa  $35^\circ$  lawan jam. Tentukan magnitud dan kedudukan sudut bagi jisim pengimbang yang diperlukan.

(45 markah)

oooOooo