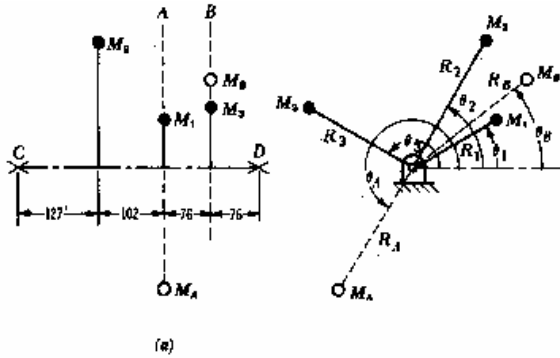


Keseimbangan massa berputar untuk beberapa massa , tidak sebidang



Persamaan untuk keseimbangan massa berputar

$$\sum M_i R_i a_i \cos \theta_i + M_A R_A a_A \cos \theta_A + M_B R_B a_B \cos \theta_B = 0 \dots\dots\dots 1)$$

$$\sum M_i R_i a_i \sin \theta_i + M_A R_A a_A \sin \theta_A + M_B R_B a_B \sin \theta_B = 0 \dots\dots\dots 2)$$

$$\sum M_i R_i \cos \theta_i + M_A R_A \cos \theta_A + M_B R_B \cos \theta_B = 0 \dots\dots\dots 3)$$

$$\sum M_i R_i \sin \theta_i + M_A R_A \sin \theta_A + M_B R_B \sin \theta_B = 0 \dots\dots\dots 4)$$

Untuk menyeimbangkan dibutuhkan dua massa pengimbang , misal disebut M_A dan M_B .
 Bidang yang dipasang M_A disebut bidang A
 Bidang yang dipasang M_B disebut bidang B

Jarak suatu bidang (bidang i) ke bidang A disebut a_i
 Jika suatu bidang terletak di sebelah kanan bidang A, maka nilai a_i adalah positif (+)
 Jika suatu bidang terletak di sebelah kiri bidang A, maka nilai a_i adalah negatif (-)

Contoh :

Sebuah poros dengan 4 roda gigi mengalami ketidakseimbangan massa pada empat roda giginya

No	Massa gram	Radius mm	θ
1	40	50	30
2	50	40	150
3	30	50	180
4	40	60	300

Akan dipasang dua buah massa pengimbang M_A dan M_B pada bidang 2 dan bidang 3 dengan radius 40 mm. Hitung besarnya massa pengimbang dan posisi sudutnya.

Penyelesaian :

1. a. Hitung $M_B R_B a_B \cos \theta_B$

$$\triangleright M_1 R_1 a_1 \cos \theta_1 + M_2 R_2 a_2 \cos \theta_2 + M_3 R_3 a_3 \cos \theta_3 + M_4 R_4 a_4 \cos \theta_4 + M_A R_A a_A \cos \theta_A + M_B R_B a_B \cos \theta_B = 0$$

$$\triangleright \{40 \times 50 \times 20 \times 0,866\} + \{50 \times 40 \times 0 \times (-0,866)\} + \{30 \times 50 \times (-20) \times (-1)\} + \{40 \times 60 \times (-40) \times 0,5\} + 0 + M_B R_B a_B \cos \theta_B = 0$$

$$\triangleright 16.641,02 + M_B R_B a_B \cos \theta_B = 0$$

$$\triangleright M_B R_B a_B \cos \theta_B = -16.641,02$$

b. Hitung $M_B R_B a_B \sin \theta_B$

$$\triangleright M_1 R_1 a_1 \sin \theta_1 + M_2 R_2 a_2 \sin \theta_2 + M_3 R_3 a_3 \sin \theta_3 + M_4 R_4 a_4 \sin \theta_4 + M_A R_A a_A \sin \theta_A + M_B R_B a_B \sin \theta_B = 0$$

$$\triangleright \{40 \times 50 \times 20 \times 0,5\} + \{50 \times 40 \times 0 \times 0,5\} + \{30 \times 50 \times (-20) \times 0\} + \{40 \times 60 \times (-40) \times (-0,866)\} + 0 + M_B R_B a_B \sin \theta_B = 0$$

$$\triangleright 103.138,44 + M_B R_B a_B \sin \theta_B = 0$$

$$\triangleright M_B R_B a_B \sin \theta_B = -103.138,44$$

2. Hitung besarnya θ_B

$$\frac{M_B R_B a_B \sin \theta_B}{M_B R_B a_B \cos \theta_B} = \frac{-103.138,44}{-16.641,02} = 6,198$$

$$\tan \theta_B = 6,198$$

$$\theta_B = \arctan 6,198 = 80,834^\circ$$

Karena harga M_B positif, harga R_B positif dan harga a_B negatif, maka harga $\sin \theta_B$ adalah positif dan harga $\cos \theta_B$ adalah positif. Berarti θ_B berada di kuadran 1.

$$\theta_B = 80,834^\circ$$

3. Hitung M_B

$$M_B = \frac{-103.138,44}{R_B a_B \sin \theta_B} = \frac{-103.138,44}{40 \times (-20) \times \sin 80,834^\circ} = 130,59 \text{ gram}$$

4. a. Hitung $M_A R_A \cos \theta_A$

$$\triangleright M_1 R_1 \cos \theta_1 + M_2 R_2 \cos \theta_2 + M_3 R_3 \cos \theta_3 + M_4 R_4 a_4 \theta_4 + M_A R_A \cos \theta_A + M_B R_B \cos \theta_B = 0$$

$$\triangleright \{40 \times 50 \times 0,866\} + \{50 \times 40 \times (-0,866)\} + \{30 \times 50 \times (-1)\} + \{40 \times 60 \times 0,5\} + \{130,59 \times 40 \times 0,159\} + M_A R_A \cos \theta_A = 0$$

$$\triangleright 532,05 + M_A R_A \cos \theta_A = 0$$

$$\triangleright M_A R_A \cos \theta_A = -532,05$$

2. Isilah kolom a (jarak ke bidang A), $\cos \theta$ dan $\sin \theta$

No	M (gr)	R (mm)	θ	a	$\cos \theta$	$\sin \theta$	$M_r \cos \theta$	$M R a \sin \theta$	$M_r \cos \theta$	$M R \sin \theta$
1	40	50	30	20	0,866	0,500				
2	50	40	150	0	-0,866	0,500				
3	30	50	180	-20	-1,000	0,000				
4	40	60	300	-40	0,500	-0,866				
B	130,59	40	80,834	-20	0,159	0,987				
A		40		0						

3. Isilah kolom $M R a \cos \theta$ dan $M R a \sin \theta$

No	M (gr)	R (mm)	θ	a	$\cos \theta$	$\sin \theta$	$M_r a \cos \theta$	$M R a \sin \theta$	$M_r a \cos \theta$	$M R \sin \theta$
1	40	50	30	20	0,866	0,500	34.641,02	20.000		
2	50	40	150	0	-0,866	0,500	0	0		
3	30	50	180	-20	-1,000	0,000	30.000	0		
4	40	60	300	-40	0,500	-0,866	-48.000	83.138,44		
B	130,59	40	80,834	-20	0,159	0,987	-16.641,02	-103.138,44		
A		40		0			0	0		
Jumlah							0	0		

Jumlah nilai-nilai pada kolom $M R a \cos \theta$ adalah 0, sehingga kita bisa menghitung $M_B R_B a_B \cos \theta_B$
 Jumlah nilai-nilai pada kolom $M R a \sin \theta$ adalah 0, sehingga kita bisa menghitung $M_B R_B a_B \sin \theta_B$

4. Hitung besarnya θ_B

$$\frac{M_B R_B a_B \sin \theta_B}{M_B R_B a_B \cos \theta_B} = \frac{-103.138,44}{-16.641,02} = 6,198$$

$$\tan \theta_B = 6,198$$

$$\theta_B = \arctan 6,198 = 80,834^\circ$$

Karena harga M_B positif, harga R_B positif dan harga a_B negatif, maka harga $\sin \theta_B$ adalah positif dan harga $\cos \theta_B$ adalah positif. Berarti θ_B berada di kuadran 1.

$$\theta_B = 80,834^\circ$$

5. Hitung M_B

$$M_B = \frac{-103.138,44}{R_B a_B \sin \theta_B} = \frac{-103.138,44}{40 \times (-20) \times \sin 80,834^\circ} = 130,59 \text{ gram}$$

6. Isilah kolom $MR \cos \theta$ dan $MR \sin \theta$

No	M (gr)	R (mm)	θ	a	$\cos \theta$	$\sin \theta$	$MR \cos \theta$	$MR a \sin \theta$	$Mrcos \theta$	$MR \sin \theta$
1	40	50	30	20	0,866	0,500	34.641,02	20.000	1.732,05	1.000,00
2	50	40	150	0	-0,866	0,500	0	0	-1.732,05	1.000,00
3	30	50	180	-20	-1,000	0,000	30.000	0	-1.500,00	0,00
4	40	60	300	-40	0,500	-0,866	-48.000	83.138,44	1.200,00	-2.078,46
B	130,59	40	80,834	-20	0,159	0,987	-16.641,02	-103.138,44	832,05	5.156,92
A		40		0			0	0	-532,05	-5.078,46
Jumlah							0	0	0	0

7. Hitung besarnya θ_A

$$\frac{M_B R_B \sin \theta_B}{M_B R_B \cos \theta_B} = \frac{-5.078,46}{-532,05} = 9,545$$

$$\tan \theta_A = 9,545$$

$$\theta_A = \arctan 9,545 = 84,02^\circ$$

Karena harga M_A positif, harga R_A positif, maka harga $\sin \theta_A$ adalah negatif dan harga $\cos \theta_A$ adalah negatif. Berarti θ_A berada di kuadran 3.

$$\theta_A = 84,02^\circ + 180^\circ = 264,02^\circ$$

8. Hitung M_A

$$M_A = \frac{-103.138,44}{R_A \sin \theta_A} = \frac{-103.138,44}{40 \times \sin 80,834^\circ} = 127,656 \text{ gram}$$