

# **PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN PENGUJIAN MESIN PENGAYAK PASIR DENGAN METODE EKSITASI MASSA TIDAK SEIMBANG**

**Febli Huda, Sigit Pamungkas, Jutria**

Laboratorium Konstruksi Mesin, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl. HR Subrantas, Simpang baru, Pekanbaru

e-mail : [feblihuda@unri.ac.id](mailto:feblihuda@unri.ac.id)

## ***Abstract***

*Sands with homogenous size are really needed for building construction. Sands with homogenous size are got from manual screening process which needs human physical power that cause long duration screening process, so that sand screening machine is needed to minimize human physical power use and to increase production capacity. In this research, designing, manufacturing and testing for Sand screening machine with unbalance mass excitation are conducted. Unbalance mass excitation caused the screening vibrates, so that the sand are elaborated base on the same grain size of the sand with screen mesh size. For those purposes, sand screening machine design which consists of several machine elements: screen box with several levels of mesh size, shaft, rotor with unbalance mass, motor, propeller shaft and spring are conducted. From design process, the sand screening machine with unbalance mass excitation and capacity of 578 kg/hour then manufactured. The sand screening machine testing determined that the increasing of unbalance mass (200 gram, 240 gram, 300 gram, 332 gram and 384 gram) caused vibration amplitude and machine capacity are raised.*

**Key words:** *Sand screening machine; unbalance mass; vibration amplitude.*

## **1. Pendahuluan**

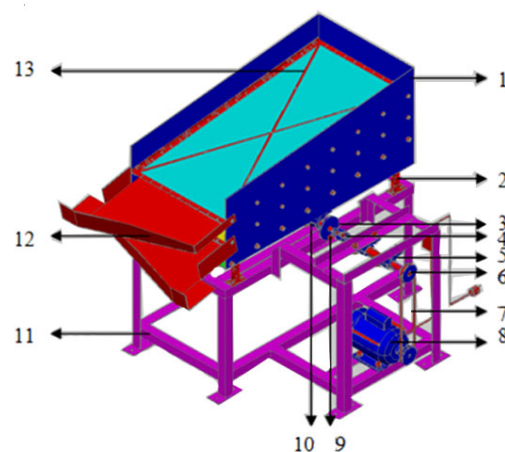
Pasir adalah material yang penting dalam bidang konstruksi bangunan, baik berupa bangunan rumah tempat tinggal, tempat ibadah, perkantoran, maupun gedung-gedung sarana pendidikan serta bangunan-bangunan lainnya. Material pasir dengan ukuran seragam seringkali dibutuhkan dalam konstruksi bangunan. Material pasir pada umumnya terdiri dari pasir yang masih bercampur dengan kerikil dan batu. Pasir seperti ini harus diayak terlebih dahulu sebelum digunakan untuk bahan konstruksi bangunan. Pasir dengan ukuran seragam umumnya didapat dari proses pengayakan manual yang membutuhkan banyak tenaga manusia serta waktu pengayakan yang lama, sehingga perlu dibuat mesin ayak getar untuk meminimalisir penggunaan tenaga manusia dan waktu pengayakan. Penggunaan tenaga manusia pada mesin ini hanya sebagai operator dan penumpah pasir.

Mesin ayak getar ini menggunakan metoda eksitasi massa tidak seimbang. Penggunaan metoda ini dikarenakan konstruksi yang sederhana dengan memvariasikan massa tidak seimbang sehingga timbul amplitudo getaran yang berbeda-beda akibatnya berpengaruh terhadap laju volume hasil ayakan.

## 2. Teori Dasar

### 2.1 Mesin Ayak Getar

Mesin ayak getar adalah mesin yang digunakan untuk melakukan proses pengayakan, di mana prinsip kerjanya adalah putaran yang bersumber dari motor listrik ditransmisikan ke poros dengan puli dan sabuk, kemudian poros berputar tidak seimbang yang disebabkan oleh gaya eksitasi dari massa tidak seimbang dalam bentuk gaya sentrifugal. Pengaruh gaya eksitasi pada poros menyebabkan ayakan bergetar, dan getaran dari ayakan inilah yang kemudian mengayak material yang ada pada ayakan. Mesin ayak getar memiliki beberapa komponen elemen mesin yang disajikan pada Gambar 1.



Keterangan :

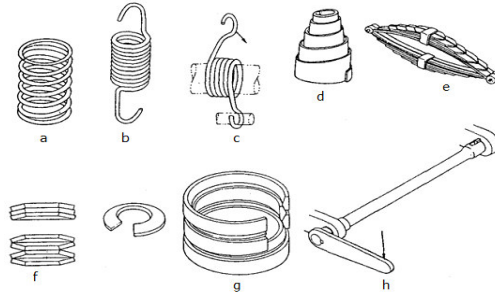
- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. Kotak ( <i>box</i> )   | 8. Motor listrik             |
| 2. Pegas                  | 9. Massa tidak seimbang      |
| 3. Piringan               | 10. Poros transmisi          |
| 4. <i>Universal joint</i> | 11. Meja <i>box</i>          |
| 5. <i>Bearing</i>         | 12. Corong pengarah          |
| 6. Puli transmisi         | 13. Saringan ( <i>mesh</i> ) |
| 7. Sabuk ( <i>belt</i> )  |                              |

**Gambar 1** Komponen mesin ayak getar

### 2.2 Pegas

Elemen mesin yang digunakan untuk menumpu kotak ayakan yang mengalami getaran akibat gaya eksitasi massa tidak seimbang adalah pegas. Pegas yang digunakan untuk tujuan ini adalah pegas ulir karena ditinjau dari sistem kerja serta kemudahan untuk

mendapatkannya. Pemilihan pegas juga harus didasarkan pada kemampuan pegas dalam menahan beban yang diterimanya. Pada Gambar 2 disajikan berbagai macam pegas. Jenis pegas ulir dapat dilihat pada item a dari Gambar 2.



**Gambar 2** Macam-macam pegas.

### **Pemilihan Pegas Ulir**

Merencanakan pegas ulir selain mengetahui besarnya beban yang diterima oleh pegas, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Besarnya nilai kekakuan
- b. Besar lendutan yang diizinkan.
- c. Besar energi yang akan diserap.
- d. Kekerasan pegas akan dibuat tetap atau bertambah dengan membesarnya beban.
- e. Besar ruangan yang dapat disediakan.
- f. Corak beban: berat, sedang atau ringan dengan kejutan atau tidak.
- g. Lingkungan kerjanya: korosif, temperatur tinggi

Cara sederhana untuk mengetahui nilai kekakuan pegas adalah dengan percobaan memberikan massa yang telah diketahui nilainya diatas pegas kemudian mengukur defleksi pegas yang terjadi saat massa masih berada diatas pegas setelah itu untuk mencari kekakuan pegas adalah gaya yang diberikan pada pegas di bagi dengan lendutan yang terjadi pada pegas.

### **2.3 Poros**

Poros merupakan komponen untuk memindahkan tenaga mekanik dari salah satu elemen mesin ke elemen mesin lainnya. Poros akan memindahkan putaran dari motor penggerak melalui suatu pemindah tenaga seperti sabuk. Poros akan mendapat tegangan puntir pada saat pemindahan daya oleh karena itu perlu diketahui ukuran poros yang digunakan. Menentukan ukuran poros, perlu diketahui berapa besarnya daya yang akan dipindahkan dan putaran pada saat daya itu dipindahkan. Merencanakan sebuah poros ada

beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu : kekuatan poros, kekakuan poros, putaran kritis, dan bahan poros

Dalam merancang poros data yang harus diketahui adalah besarnya daya yang akan ditransmisikan  $P$  ( $kW$ ) dan putaran poros  $n$  ( $rpm$ ), selanjutnya dimasukkan faktor koreksi  $f_c$  yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan ( $f_c$ )

Daya yang akan ditransmisikan	$f_c$
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Daya rencana poros dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_d = f_c \cdot P \quad (1)$$

Momen puntir (disebut juga momen rencana) adalah  $T$  ( $kg.mm$ ) maka:

$$P_d = \frac{(T/1000)(2 \cdot \pi \cdot n_1/60)}{102} \quad (2)$$

sehingga:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (3)$$

Poros yang mendapat beban puntir dan lentur pada permukaannya, akan terjadi tegangan geser  $\tau = T/Z_p$  karena momen puntir  $T$  dan tegangan  $\sigma = M/Z$  karena momen lentur. Poros yang pejal dengan penampang bulat,  $\sigma = 32.M/\pi d_s^3$  dan  $\tau = 16.T/\pi d_s^3$ , sehingga:

$$\tau_{max} = (5,1/d_s^3) \sqrt{M^2 + T^2} \quad (4)$$

Perhitungan diameter poros dapat dilakukan dengan memasukkan faktor koreksi untuk momen lentur ( $K_m$ ) dimana besarnya 1,5 untuk momen lentur yang tetap, 1,5 - 2,0 untuk beban dengan tumbukan ringan dan untuk tumbukan berat dipakai 2 dan 3. Faktor koreksi untuk momen puntir dinyatakan dengan  $K_t$  yang nilainya 1,5 - 3.

Sehingga persamaannya menjadi:

$$\tau_{max} = (5,1/d_s^3) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \quad (5)$$

Besarnya diameter poros ditentukan dengan persamaan:

$$d_s \geq [(5,1/\tau_a) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2}]^{1/3} \quad (6)$$

## 2.4 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang berfungsi sebagai penumpu suatu poros yang berbeban dan berputar. Bantalan harus mempunyai ketahanan terhadap getaran maupun hentakan. Jika suatu sistem menggunakan bantalan yang tidak berfungsi dengan baik, maka seluruh sistem akan menurun prestasinya dan tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Umur bantalan dapat dihitung sebagai berikut :

$$L_h = 500f_h^3 \text{ (jam)} \quad (7)$$

di mana:

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \quad (8)$$

di mana C adalah Kapasitas nominal dinamis spesifik dan P adalah Beban yang ditahan bantalan, nilai  $f_n$  dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3} \quad (9)$$

dan n adalah kecepatan putar dalam rpm.

## 2.5 Getaran Ayakan

Getaran adalah gerak bolak balik melalui titik seimbang. Mesin pengayak pasir membutuhkan mekanisme getaran pada bagian pengayak pasir. Pasir yang berada di atas pengayak pasir apabila bergetar akan terayak, sehingga proses pengayakan dapat terjadi. Getaran yang diinginkan itu memang sengaja dibuat. Cara untuk membangkitkan getaran itu ada bermacam-macam, Cara yang akan dipakai pada pengayak pasir ini menggunakan sistem massa tidak seimbang. Jika sistem mesin pengayak getar dengan eksitasi massa tak seimbang dimodelkan dalam sistem satu derajat kebebasan, maka untuk mengetahui besarnya amplitudo getaran yang terjadi digunakan persamaan sebagai berikut:

$$x = \frac{m \cdot e \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}{M \sqrt{\left\{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right\}^2 + \left(2 \cdot \zeta \cdot \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}} \quad (10)$$

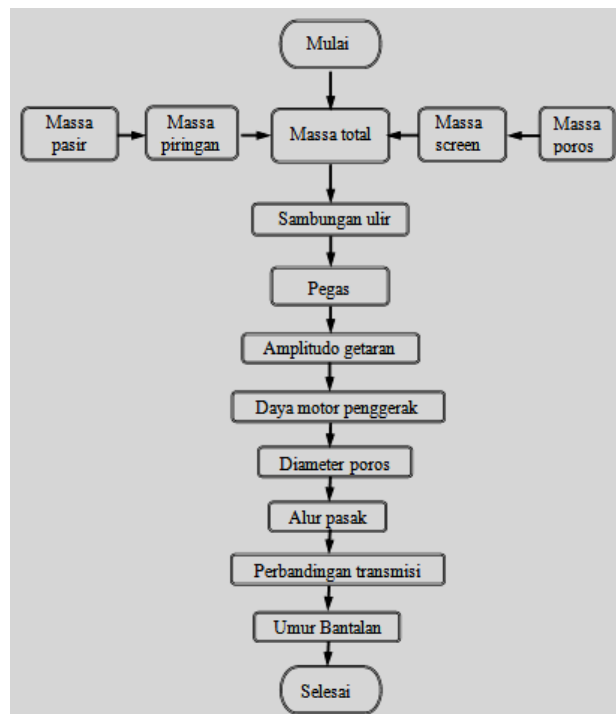
di mana,

- = besarnya amplitude getaran
- = massa tak seimbang
- = besar eksentrisitas massa tak seimbang
- = massa box ayakan dan semua yang berada pada box tersebut
- = frekuensi kecepatan putar poros
- = frekuensi pribadi mesin pengayak getar
- = rasio redaman

### 3. Metodologi

#### 3.1 Perancangan dan Pembuatan Mesin Pengayak getar

Perancangan dan pembuatan mesin ayak getar dengan metoda eksitasi massa tidak seimbang ada beberapa tahapan proses yang dilakukan. Proses perancangan dan pembuatan mesin ayak getar dengan metoda eksitasi massa tidak seimbang lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Tahapan perancangan mesin ayak pasir.

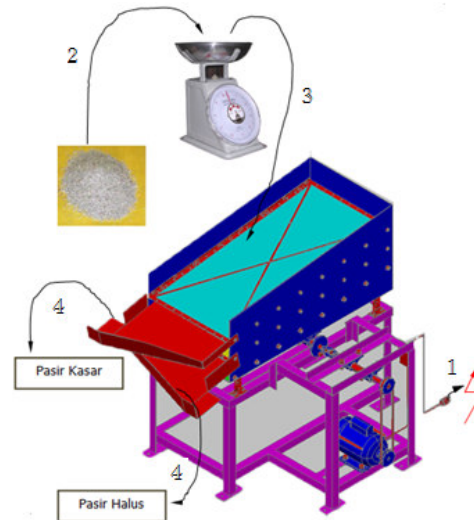
Dari tahapan proses perancangan mesin pengayak getar, didapatkan hasil perancangan yang disajikan pada table 2 berikut:

Tabel 2 Hasil Perancangan

No	Hasil	Nilai	Satuan
1	Massa total	48,1	kg
2	Diameter baut pengikat mesh ayakan	8	mm
3	Kekakuan pegas	9125	N/m
4	Frekuensi Pribadi	4.3	Hz
5	Daya motor	0.5	hp
6	Kecepatan putar motor	1400	rpm
7	Eksentrisitas massa tak seimbang	0.04	m
8	Diameter poros	20	mm
9	Perbandingan transmisi sabuk	1:2	-
10	Bantalan penumpu poros	SKF 6204	-
11	Umur bantalan	5	tahun
12	Massa tak seimbang	0.385	kg
13	Amplitudo getaran	0.36	mm

### 3.2 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kapasitas mesin ayak getar di lapangan. *Setup* pengujian ini disajikan pada Gambar 4. Pengujian dilakukan pada saat pengujian yaitu pasir ditimbang, mesin diaktifkan.

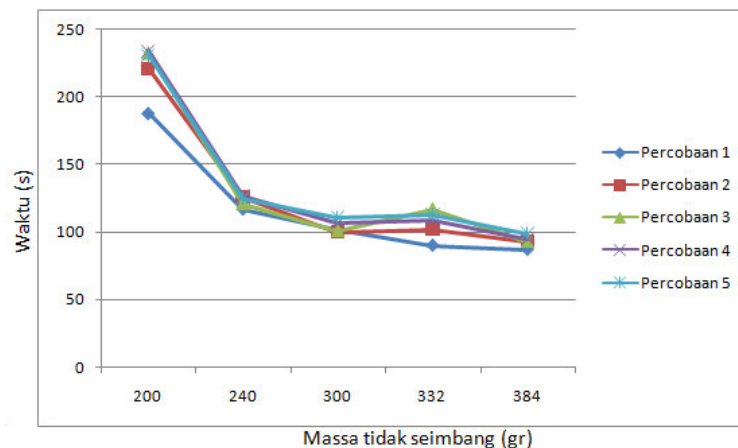


**Gambar 4** Setup pengujian

Pasir yang telah ditimbang dimasukkan/ditumpahkan ke atas saringan (*mesh*), sehingga terjadi pemisahan antara yang kasar dan yang halus. Waktu diukur dengan menggunakan stop watch mulai dari pasir dijatuhkan ke dalam mesh hingga pasir habis terayak. Jumlah pasir yang digunakan dalam pengujian ini adalah 15 kg. Pengujian juga dilakukan dengan bervariasi massa tak seimbang sebesar 200 gram, 240 gram, 300 gram, 332 gram dan 384 gram.

#### 4 Hasil dan Pembahasan

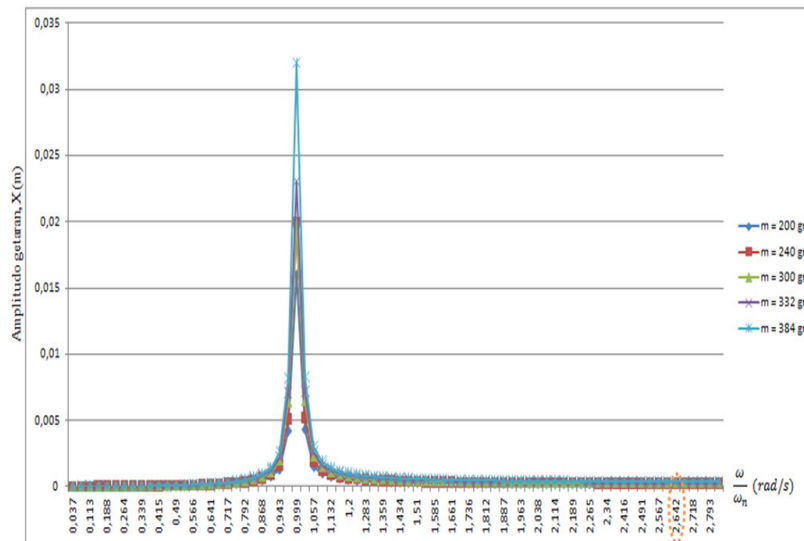
Pengujian yang dilakukan dengan bervariasi massa tak seimbang dengan menggunakan pasir sejumlah 15 kg dan kemudian dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mengayak pasir tersebut. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada masing-masing massa tak seimbang. Data hasil percobaan yang dilakukan diplot ke dalam bentuk grafik waktu vs massa tak seimbang seperti yang tersaji pada Gambar 5.



**Gambar 5** Grafik pengujian dengan massa pasir 15 kg



Dari data hasil percobaan yang telah diubah ke dalam bentuk grafik seperti Gambar 5 terlihat bahwa semakin besar massa tidak seimbang yang digunakan, maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengayakan semakin cepat begitu juga sebaliknya. Hubungan antara waktu pengayakan dengan besarnya massa tak seimbang adalah jika massa tidak seimbang diperbesar maka amplitudo getaran yang dihasilkan juga akan semakin besar dan waktu yang diperlukan untuk proses pengayakan cenderung lebih singkat. Hubungan massa tidak seimbang dengan amplitudo getaran dapat didekati dengan persamaan yang ada pada perhitungan amplitudo getaran. Persamaan pada perhitungan amplitudo memperlihatkan hubungan massa tidak seimbang dengan amplitudo getaran, jika massa tidak seimbang ( $m$ ) diperbesar maka amplitudo getaran ( $x$ ) juga akan semakin besar. Grafik Amplitudo getaran pada masing-masing massa tak seimbang secara teoritis yang diplot berdasarkan persamaan 10, disajikan pada Gambar 6.

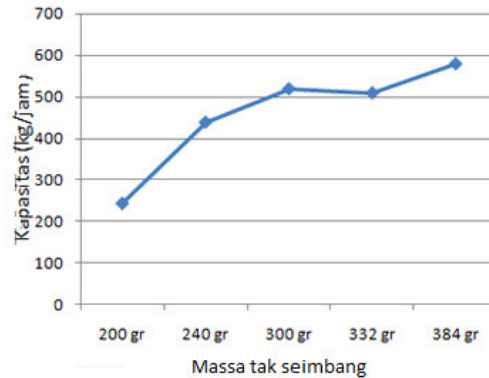


**Gambar 7** Amplitudo getaran pada masing-masing massa tak seimbang secara teoritis

Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa amplitudo getaran terbesar secara teoritis terjadi pada rasio frekuensi ( $\frac{\omega}{\omega_n} = 1$ ) atau putaran poros sekitar 264,89 rpm. Kondisi tersebut harus dihindari karena saat itu terjadi resonansi yang menyebabkan amplitudo getaran sangat besar, sehingga bisa merusak sistem. Sesuai dengan hasil perancangan, nilai putaran poros adalah 700 rpm ( $\frac{\omega}{\omega_n} = 2,642$ ) dan massa tidak seimbang sebesar 0,384 kg. Berdasarkan grafik teoritis kondisi operasi tersebut aman, karena jauh dari kondisi resonansi.

Besarnya kapasitas yang dihasilkan pada masing-masing massa tak seimbang disajikan pada Gambar 6. Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar massa tak

seimbang, maka kapasitasnya juga semakin besar. Massa tak seimbang 384 gram menghasilkan kapasitas 578 kg/jam, dan ini menjadi nilai hasil kapasitas mesin pengayak pasir yang telah dirancang.



**Gambar 6** Grafik pengaruh massa tak seimbang terhadap kapasitas

## 5. Kesimpulan

1. Mesin pengayak pasir dengan metode eksitasi massa tak seimbang telah berhasil dirancang dan dibuat dengan baik.
2. Penggunaan massa tak seimbang pada mesin pengayak pasir sebagai pengeksitasi cukup efektif menggetarkan ayakan, sehingga pasir bias terayak dan terpisah sesuai dengan ukuran mesh pada ayakan
3. Semakin besar massa tak seimbang yang diberikan, maka semakin besar pula amplitude getaran yang terjadi pada ayakan, dan kecepatan pengayakan juga semakin meningkat

## 6. Daftar Pustaka

1. Jac, Stolk dan Kross, C, 1994, *Elemen Mesin*, Erlangga, Jakarta.
2. Hanoto, Irawan, Bambang, Marwoto, Tarigan, Lembah, R. Parno dan Ginting, Muhtar, 1982, *Ilmu Kekuatan Bahan*, TEDC, Bandung.
3. Huda, F, 2008, *Analisis putaran kritis rotordinamik dengan studi kasus external pressurize bearing*, Departemen Teknik Mesin ITB.
4. Sularso dan Suga, K, 1997, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradya Paramita, Jakarta

5. Seto, Wilian. W dan Sebayang, Darwin, 1992, *Getaran Mekanis*, Erlangga, Jakarta.
6. Thomsom, William, T, 1993, *Theory of Vibration with Aplication*, Fourth Edition, Department of Mechanical and Environmental Engineering University of California, Santa Barbara California.
7. Umar, Sukrisno, 1984, *Bagian-Bagian Mesin dan Merencana*, Erlangga, Jakarta.