

PENGUJIAN PERANGKAT DINAMIK *BALANCING* DENGAN MENGGUNAKAN METODA MASSA UJI.

Oleh :
Novi Saksono BM

Dosen Kontruksi Dasar Mesin
Jurusan Teknik Manufaktur
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Email : novi.saksono@gmail.com

Abstrak

Penyetimbangan adalah suatu proses yang dilakukan untuk mendapatkan kondisi setimbang pada suatu elemen mesin yang berputar atau bergerak secara bolak-balik. Ketidaksetimbangan pada suatu elemen mesin dapat diakibatkan oleh proses pembuatan yang tidak sempurna, cacat pada proses pengecoran dan lainnya. Penyetimbangan dilakukan pada elemen mesin untuk mengurangi getaran yang terjadi. Getaran yang berlebih akan mengakibatkan kerusakan pada elemen mesin tersebut, bahkan kerusakan pada mesin secara keseluruhan. Pada umumnya penyetimbangan dilakukan secara statis dimana hanya dapat mendeteksi massa yang tidak setimbang pada sebuah bidang tunggal. Pada saat ketidaksetimbangan terjadi pada dua bidang, maka proses penyetimbangan statis tidak dapat mendeteksi ketidaksetimbangan tersebut. Bila posisi massa yang tak setimbang berada pada dua bidang dengan beda sudut 180^0 , maka massa tak setimbang tersebut akan saling menghilangkan, namun bila diputar maka arah gaya sentrifugal yang terjadi akan memiliki arah vektor yang berlawanan dan mengakibatkan timbul getaran.

I. Latar Belakang

Pada konstruksi mekanik dimana selalu terdapat komponen yang berputar, akan selalu menghadapi kondisi ketidakseimbangan (*unbalance*). Ketidakseimbangan yang terjadi akan mengakibatkan timbulnya getaran berlebih yang akan mengakibatkan terjadi kerusakan. Ketidakseimbangan terjadi disebabkan oleh, perancangan yang tidak baik, material yang tidak homogen, proses pemesinan, perakitan dan penyetingan mesin atau peralatan. Untuk memperbaiki ketidakseimbangan yang terjadi maka dilakukan proses penyetimbangan (*balancing*), dimana pada umumnya

penyetimbangan yang dilakukan adalah penyetimbangan statis.

Pada penyetimbangan statis prinsipnya adalah mencari titik terberat dari suatu benda, titik terberat tersebut akan selalu berada pada posisi terendah. Metoda perbaikan setelah titik terberat diketahui adalah dengan mengurangi berat pada titik terberat tersebut, atau dengan menambahkan massa pada titik yang bersebrangan dengan titik terberat tersebut. Metoda penyetimbangan ini efektif untuk benda tipis atau benda yang kecepatan putarnya rendah. Untuk benda tebal atau benda yang berkecepatan tinggi proses penyetimbangannya memerlukan motoda dinamik balancing, yaitu proses dilakukan

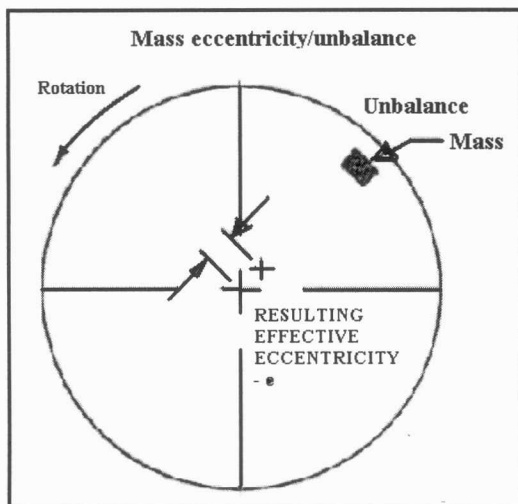
dalam keadaan berputar dan dilihat amplitudo getaran yang ditimbulkannya. Dari amplitudo dan sudut fasa maka dapat dihitung posisi titik terberatnya

I.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menguji simulator dinamik balancing dan melakukan proses penyetimbangan menggunakan *Vibration analyzer/Multi spectrum analyzer*.

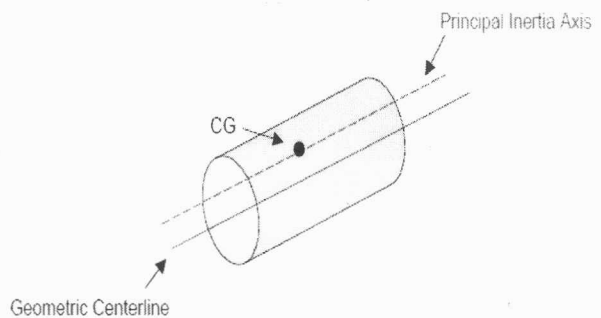
II. Landasan Teori

Ketidakseimbangan berdasarkan definisi ISO adalah "kondisi yang berada atau terjadi pada sebuah rotor ketika getaran dan gerakan yang diterima oleh kedua bearing sebagai hasil dari gaya sentrifugal". Dalam definisi yang lain ketidaksetimbangan adalah ketidakmerataan massa pada garis sumbu putaran rotor.



Gambar 1 Ketidakseimbangan

Kata "garis sumbu putaran" berlawanan dengan "garis sumbu geometri". Garis sumbu putaran didefinisikan sebagai *axis* (arah) dimana rotor akan berputar jika tidak dibatasi oleh kedua bearing rotor yang disebut dengan *Prinsip Inertia Axis* (PIA). Sedangkan garis sumbu geometri berada pada fisik dari rotor tersebut. Ketika keduanya saling bertemu, rotor akan berada dalam kondisi setimbang (*balance*). Dan ketika kedua garis sumbu ini berpisah, rotor akan berada dalam kondisi tidak setimbang (*unbalance*).



Gambar 2 Garis sumbu rotor.

Jenis-jenis ketidakseimbangan,

- Ketidaksetimbangan statis (*static unbalance*)

Terjadi apabila PIA berpindah (*displacement*) paralel ke garis sumbu geometri. Pada saat sebuah massa yang tidak setimbang terdapat pada sebuah bidang tunggal (seperti pada sebuah piringan rotor tipis), hasil dari kombinasi ketidaksetimbangan yang terjadi merupakan suatu gaya

tunggal radial, dimana bagian terberat akan berada pada bagian bawah. Selama ketidaksetimbangan yang terjadi dapat diketahui tanpa memutar rotor, kondisi tersebut disebut dengan ketidaksetimbangan statis.

- Ketidaksetimbangan dinamis (*dynamic unbalance*)

Terjadi apabila PIA dan garis sumbu geometri tidak bersamaan atau bersentuhan. Pada saat ketidaksetimbangan terjadi pada 2 bidang dan memiliki beda sudut sebesar 180^0 , maka massa tak setimbang tersebut akan saling menghilangkan. Namun saat rotor diputar arah gaya sentrifugal yang terjadi akan berkebalikan arah. Kondisi demikian dinamakan ketidaksetimbangan dinamis.

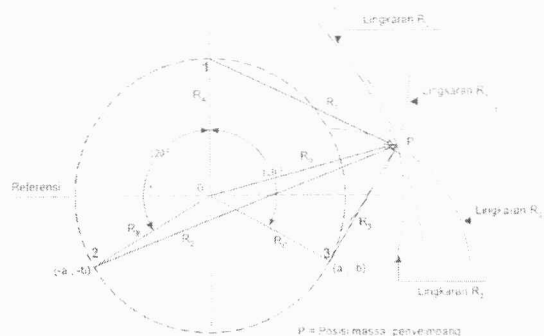
- Ketidaksetimbangan momen (*couple unbalance*)

Terjadi apabila PIA memotong garis sumbu geometri pada pusat gravitasi rotor. Garis sumbu putaran dan garis sumbu geometri saling berpotongan pada pusat/titik gravitasi dari rotor yang menyebabkan terjadi gerakan putaran yang tidak stabil.

Klasifikasi proses *balancing* berdasarkan kepada :

- Tempat dimana proses penyetimbangan dilakukan.
- Jenis ketidakseimbangan
- Dengan atau tanpa massa uji
- Jumlah pengulangan yang diperlukan untuk menyelesaikan proses penyetimbangan.
- Jumlah bidang penyetimbang (*balancing plane*)
- Kecepatan putar poros
- Dengan atau tanpa fasa

Metoda *balancing* satu bidang dengan menggunakan massa uji dan 4 kali pangulangan akan mendapatkan hasil akhir berupa sketsa grafis seperti pada gambar 3 dibawah ini.

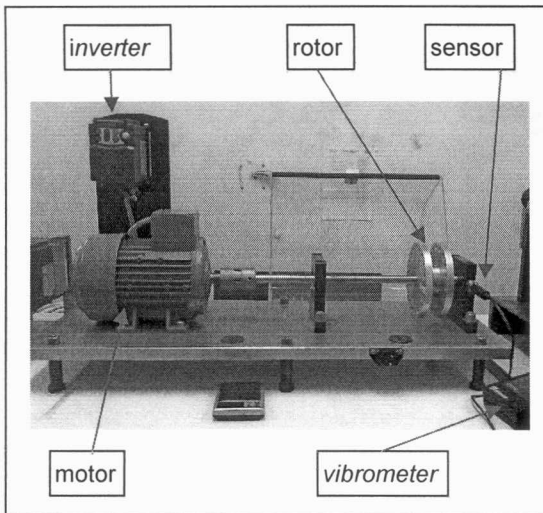


Gambar 3 Sketsa hasil pengukuran amplitudo getaran

Dari gambar sketsa hasil pengukuran maka didapat titik penempatan massa tambahan dan berat massa yang harus ditambahkan.

III Pengujian

Pada pengujian ini peralatan yang digunakan adalah simulator *balancing* seperti terlihat pada gambar 3.



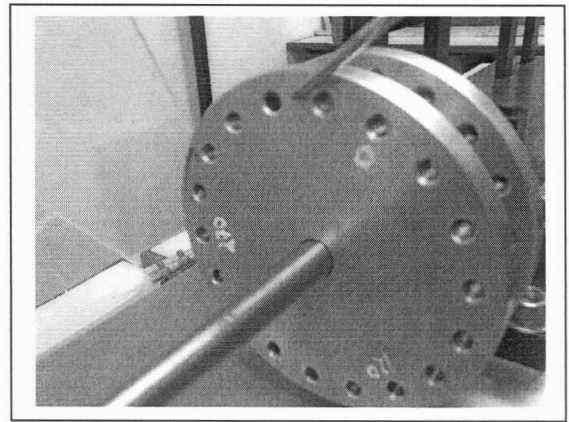
Gambar 4 Susunan simulator *balancing*

Dari gambar 4 dapat dilihat simulator *balancing* terdiri dari motor sebagai pemutar poros rotor, rotor berfungsi sebagai bidang yang akan disetimbangkan, inverter sebagai pengatur kecepatan putar motor. Pada saat rotor berputar getaran yang timbul dirasakan oleh sensor yang kemudian diolah vibrometer dan ditampilkan pada layar berupa angka.

Jenis pengukuran getaran yang dilakukan adalah pengukuran perpindahan (*displacement*) puncak ke puncak. Hasil pengukuran berupa angka yang menunjukkan besarnya penyimpangan maksimal dalam satuan mm.

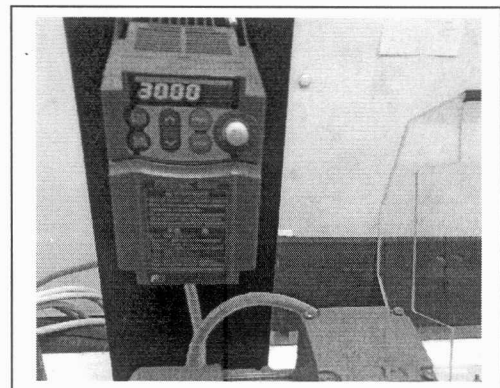
Langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Memberikan tanda pada piringan rotor pada posisi 0° , 120° dan 240°
2. Menempatkan massa taksetimbang sebesar 2,8 gram pada titik sembarang seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5 Posisi massa takseimbang

3. Mengatur inverter pada frekuensi putar 30 Hz atau sama dengan 1800 rpm.



Gambar 6 Pengaturan frekuensi inverter

4. Menempatkan sensor getaran dirumah bearing pada arah horisontal.
5. Menyalakan vibrometer dan mengatur jenis pengukuran pada pengukuran *displacement*.
6. Menyalakan inverter untuk memutar motor, dan mencatat besar amplitudo yang terjadi.
7. Matikan motor, kemudian tempatkan massa uji sebesar 2,8 gram pada posisi 120° .

8. Menyalakan inverter untuk memutar motor, dan mencatat besar amplitudo yang terjadi.
9. Matikan motor, kemudian tempatkan massa uji sebesar 2,8 gram pada posisi 240° .
10. Menyalakan inverter untuk memutar motor, dan mencatat besar amplitudo yang terjadi.

Dari hasil pengukuran getaran akibat ketidakseimbangan adalah sebagai berikut :

Kondisi awal amplitudo = 0,026 mm dengan menggunakan massa uji seberat 2,8 gram, massa uji yang digunakan adalah baut head less M6 x 10 mm, seperti terlihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 Baut headless M6 berat 2,8 gm

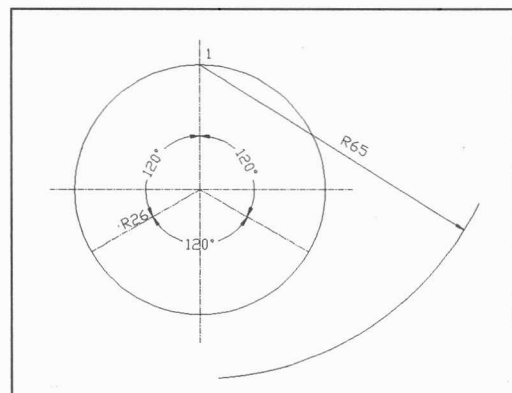
Pengujian pertama pada posisi 0° , amplitudo = 0,065 mm.

Pengujian kedua pada posisi 120° , amplitudo = 0,02 mm.

Pengujian ketiga pada posisi 240° , amplitudo = 0,05 mm.

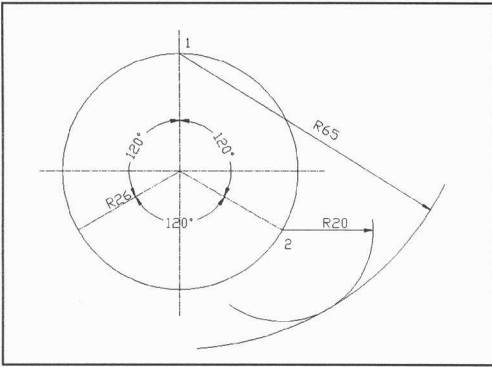
Tahap berikutnya adalah mencari berat massa yang harus ditambahkan dan posisi penempatannya agar rotor seimbang. Untuk mencari posisi dan berat massa yang harus ditambahkan maka digunakan metoda grafis seperti berikut ini:

- Pertama adalah membuat lingkaran dengan jari-jari sebesar amplitudo awal yaitu 26 mm, kemudian pada lingkaran dibagi 3 titik dengan jarak antar masing-masing sebesar 120° . Dari titik pertama dibuat lingkaran dengan jari-jari 65mm sesuai dengan besar amplitudo pengujian pertama dan gambar grafik dapat dilihat pada gambar 8.



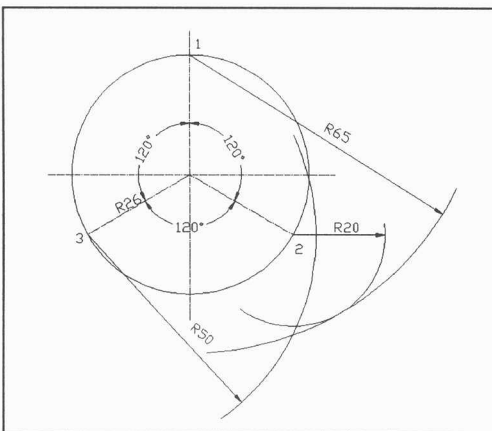
Gambar 8. Langkah pertama pembuatan grafik kesetimbangan

- Langkah berikutnya adalah membuat lingkaran dengan jari-jari 50mm dari titik 2 sesuai dengan besar amplitudo pengujian kedua, seperti terlihat pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Langkah kedua pembuatan grafik kesetimbangan

- Langkah selanjutnya adalah membuat lingkaran dengan jari-jari 65mm dari titik 3 sesuai dengan besar amplitudo pengujian ketiga.



Gambar 10. Langkah ketiga pembuatan grafik kesetimbangan

Langkah terakhir adalah menentukan titik tengah untuk daerah yang dibatasi oleh ketiga lingkaran tersebut, dan selanjutnya adalah menarik garis dari titik tersebut ke titik pusat lingkaran awal. Panjang dari garis tersebut adalah menunjukkan berat dari massa uji yang harus ditambahkan.

Dari grafis didapat posisi massa tambah pada 144° dengan panjang garis adalah

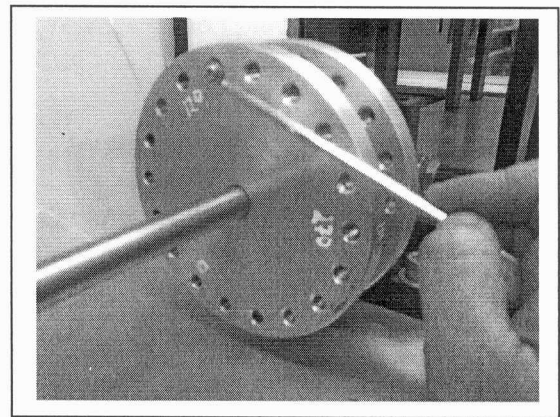
40,5 mm , sehingga berat massa yang harus ditambahkan adalah :

$$m = 2,8 \text{ gram} \times \frac{20}{40,5}$$

$$m = 1,79 \text{ gram}$$

Hasil akhir setelah massa ditambahkan maka didapat amplitudo getaran = 0,002 mm.

Posisi massa tambah pada piringan rotor dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11. Posisi massa tambah pada piringan rotor

IV Kesimpulan

Dari hasil pengujian proses penyetimbangan dinamik dengan menggunakan metoda massa uji, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Simulator *balancing* dapat digunakan untuk melakukan penyetimbangan dengan metoda massa uji.
2. Penyetimbangan dengan metoda massa uji mampu untuk memperkecil ketidak seimbangan, dimana indikatornya adalah berkurangnya

amplitudo getaran dari 0,026 mm menjadi 0,002 mm.

3. Proses penyetimbangan dinamik jauh lebih cepat dibandingkan dengan penyetimbangan statis.

V Referensi

1. Thomson William T, "*Theory of Vibration With Applications*" Fourth Edition, Pentice Hall 1993.
2. Girdhar Paresh, "*Practical Machinery Vibration Analysis & Predictive Maintenance*" ELSEVIER 2004.
3. <http://scribd.com/dynamicbalancing>