

# Perancangan Alat Uji Keausan Abrasif Dengan Penggerak Pneumatik

Hasta Kuntara <sup>1</sup>, Sigit Budi Hartono <sup>2</sup>

STTNAS Yogyakarta<sup>1,2</sup>  
abh5ta@gmail.com<sup>1</sup>

## Abstrak

Perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan alat uji keausan abrasif bahan logam maupun non logam yang mempunyai sedikit pengulangan lintasan benda uji pada pengujian keausan abrasif dengan media gesek kertas abrasif. Selama ini alat pengujian keausan dengan media gesek kertas abrasif terdapat banyak pengulangan lintasan sehingga akan mempengaruhi hasil data pengujian. Perancangan alat uji keausan abrasif ini dengan metode desain berupa pengajuan syarat awal adalah gerakan dapat diatur kecepatan maupun lintasannya, bahan abrasif mudah diganti, gerakan otomatis satu perintah, start dan stop pada posisi semula, benda uji dua macam bentuknya, pembebanan dapat bervariasi, pengajuan konsep desain dengan menggunakan model dua gerakan sekaligus antara benda uji dan bahan abrasifnya, benda uji bergerak translasi bolak-balik juga media gesek bergerak translasi bolak-balik otomatis yang saling memotong keduanya dengan kontrol pneumatik dan pembuatan desain analisis dengan perhitungan kebutuhan udara, kecepatan gerak kekuatan bahan rel, bantalan luncur dan ukuran rangka. Perancangan ini menghasilkan alat uji keausan abrasif dengan penggerak pneumatik yang mudah diatur gerakannya, pembebanan dan dua jenis bentuk benda uji, serata sedikit pengulangan lintasan dan kertas abrasif yang dapat diganti, dengan gerakan benda uji 12 cm, media gesek 15 cm.

Kata kunci : benda uji, keausan abrasif, media gesek, pneumatik

## 1. Pendahuluan

Keausan abrasif merupakan peristiwa hilangnya material permukaan suatu bahan logam maupun non logam akibat gesekan dari dua buah benda yang saling kontak permukaan dengan gerakan relative diantara keduanya dengan suatu beban tertentu dengan bahan yang sama maupun berbeda. Keausan berhubungan erat dengan kekerasan bahan, bahan dengan kekerasan yang lebih tinggi akan mempunyai tingkat keausan yang lebih rendah. Keausan ini akan menghasilkan suatu pengurangan volume terhadap volume awal bahan. Pengujian keausan dilakukan dengan alat uji keausan dengan metode gesek menggunakan bahan abrasif berupa batu dan logam abrasif maupun kertas abrasif, dengan benda uji maupun bahan abrasifnya bergerak terhadap yang lain. Ketepatan pengujian ini bergantung pada kecepatan gesek, beban gesek, kekasaran bahan gesek abrasif serta lintasan benda uji terhadap bahan abrasifnya. Bahan abrasif yang sudah dilalui benda uji cenderung akan menghasilkan keausan yang berbeda dengan semula karena kekasarnya berubah terutama untuk media gesek berupa kertas abrasif, sehingga perlu dilakukan pengurangan pengulangan lintasan benda uji dengan mengganti bahan abrasif maupun dengan membuat lintasan berbeda dengan sedikit pengulangan lintasan. Gerakan pengujian keausan abrasif biasanya benda uji bergerak translasi terhadap bahan abrasifnya yang berputar dengan

lintasan lurus maupun memutar. Kecepatan gerakan specimen maupun bahan abrasif biasanya tidak dapat diatur, sehingga terjadi pengulangan lintasan dan panjang lintasan specimen yang lebih sulit diketahui. Perlu dilakukan perancangan alat uji keausan abrasif yang dapat memberikan kemudahan pengaturan kecepatan gerak relatif specimen maupun bahan abrasifnya yang akan memberikan pengulangan lintasan sedikit, panjang lintasan dan data yang lebih tepat.

## 2. Tinjauan Pustaka

Pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengurangan material permukaan bahan ketika mengalami pembebanan dalam kondisi bergesekan dengan maupun tanpa pelumas setelah menjadi suatu komponen. Pengujian ini memerlukan suatu alat uji keausan yang dapat dengan mudah dalam hal pengaturan variable-variabelnya untuk mendapatkan perilaku data yang tepat dan benar. Wijanarko, B.S., (2000), membuat alat uji keausan abrasif *pin on disk* dengan piringan abrasif yang berputar dengan pergeseran specimen di atasnya sebanding kecepatan putar piringan dalam tesisnya, dimana kecepatan motor penggerak dan specimennya tidak dapat diatur serta lintasan spiral yang sulit ditentukan. Supriyanto, (2007) membuat alat uji keausan dengan dua gerakan sekaligus bolak-balik antara specimen dan bahan abrasifnya

menggunakan motor listrik sebagai penggerak keduanya dengan mekanisme engkol, pada alat ini telah terjadi pengurangan pengulangan lintasan specimen namun untuk kecepatan belum bisa diatur.

Keausan merupakan peristiwa hilangnya sebagian material pada permukaan akibat gesekan antara dua benda dengan bahan yang sama maupun berbeda yang menghasilkan suatu volume keausan. Keausan ini berhubungan erat dengan beban, kecepatan, dan kekerasan bahan yang saling bergesekan.

Besarnya volume keausan abrasif yang terjadi:

$$V_{ab} = \frac{W \cdot L \cdot F \cdot R}{H \cdot n} \quad (1)$$

Besarnya volume keausan fatig :

$$V_{fg} = \frac{W \cdot L \cdot F}{\sigma} \quad (2)$$

Besarnya volume keausan adhesi :

$$V_{ad} = \frac{W \cdot L \cdot R}{H} \quad (3)$$

*Pneumatik* merupakan suatu system kerja berdasarkan udara bertekanan dalam suatu piston pneumatic yang akan menghasilkan gerakan linier bolak-balik dari ramnya yang akan menggerakkan bagian yang lain. Kerja system pneumatic ini dikontrol dengan katup-katup pneumatic manual maupun otomatis untuk mendapatkan gerakan yang diinginkan pada suatu system. Sistem pneumatic mempunyai efisiensi lebih tinggi dibanding sistem mekanik yang lain . Udara bertekanan diperoleh dari kompresor udara.

### 3. Metode

#### 3.1. Syarat Perancangan/Desain

**Perancangan ini mempunyai syarat:** alat ringan dan portabel mudah dipindahkan, kompresor sebagai penyedia udara bertekanan terpisah , gerakan dapat diatur kecepatan maupun lintasannya, bahan abrasif mudah diganti, gerakan otomatis satu perintah, start dan stop pada posisi semula, benda uji dua macam bentuknya, pembebanan dapat bervariasi, pengaturan gerakan mudah.

#### 3.2. Konsep Perancangan

**Perancangan ini mempunyai konsep :** menggunakan model dua gerakan sekaligus antara benda uji dan bahan abrasifnya , benda uji bergerak translasi bolak-balik media gesek juga bergerak translasi dengan gerakan bolak-balik otomatis yang saling memotong keduanya dengan kontrol pneumatic, kecepatan diatur menggunakan *speed controller* yang berada terpisah dari pistonnya, menggunakan satu tombol perintah untuk start maupun berhenti, langkah benda uji 10 cm sampai

12 cm dan langkah media gesek 15 cm, benda uji berbentuk plat maupun silinder yang dapat diganti dengan mudah dengan pembebanan di atasnya, kertas abrasif dapat diganti-ganti kekasarannya dengan mekanisme penjepit.

### 3.3. Desain Analisis Perancangan

#### 3.3.1. Susunan dan Konstruksi Alat

Untuk mendapatkan alat yang ringan dan portabel maka digunakan rangka besi stall 3x2 cm dan plat strip 3x2 dan meja atau pallet sebagai dudukan alat. Untuk mendapatkan gerakan bersamaan antara benda uji dan media gesek maka gerakan benda uji harus berkedudukan di atas gerakan media gesek dan piston diletakkan di atas untuk benda uji dan piston dibawah meja geser untuk gerakan media gesek. Untuk mendapatkan gerakan translasi bolak-balik keduanya maka benda uji harus berada pada eretan geser yang meluncur pada dua rel pejal yang berkedudukan pada rangka stall dengan ketinggian 17 cm dari dasar meja, sedangkan meja geser media gesek berada dibawahnya pada eretan geser bawah dengan ketinggian rel 8 cm pada kedua relnya dari dasar meja. Untuk mendapatkan gerakan bolak-balik keduanya digunakan dua buah piston pneumatic gerak ganda dengan panjang langkah diameter 150/20 mm dan dua buah katup pembatas gerakan 3/2 pneumatic untuk masing-masing piston serta dua buah katup kontrol otomatis 5/2 pneumatic. Untuk mendapatkan pengaturan kecepatan gerakan piston dengan mudah maka speed controller diletakkan terpisah dari pistonnya dengan menempatkan di depan alat dengan kedudukan pada sebuah tabung kotak untuk masing-masing speed controllernya. Untuk mendapatkan gerakan otomatis bersamaan dengan start dan berhenti pada posisi awal maka digunakan satu tombol katup 3/2 pneumatic sebagai tombol on/off pada katup pembatas gerakan balik maju pada masing-masing pistonnya. Untuk mendapatkan pembebanan yang bervariasi pada benda ujinya maka benda uji dipegang oleh sebuah holder dengan posisi bebas terhadap permukaan gesek, holder berada dalam rumah holder. Untuk mendapatkan benda uji berupa plat maupun poros pejal, ujung holder yang bawah di lubangi dan di beri alur untuk dudukan benda uji seperti di atas. Untuk mendapatkan kemudahan dalam penggantian kekasaran kertas abrasif maka meja geser diberikan penjepit kertas abrasif pada kedua sisinya.

#### 3.3.2. Analisa Kebutuhan Udara

Kebutuhan udara didasarkan pada panjang langkah, diameter piston jumlah piston dan banyaknya langkah serta panjang pipa dan rugi-rugi *pneumatik*. Konsumsi udara = perbandingan kompresi x luas bidang piston x panjang langkah

Perbandingan kompresi :

$$C = \frac{1.031 + \text{tekanan kerja (bar)}}{1.031}$$

Rumus perhitungan pada aktuator linier adalah :

$$F = A \cdot P - R_r \text{ (maju)}$$

$$F = A' \cdot P - R_r \text{ (mundur)}$$

Keterangan :

$$R_r = \text{ gaya gesek (3-20\%)}$$

A = luas penampang silinder tanpa batang torak (m<sup>2</sup>)

A' = luas penampang silinder depan batang torak (m<sup>2</sup>)

Rumus pemakaian udara untuk silinder kerja ganda adalah

$$Q = \{(h \cdot 0,785D^2) + h \cdot 0,785(D^2 - d^2)\} \cdot n \cdot C$$

Keterangan :

Q = Volume udara (liter/menit)

h = Panjang langkah (cm)

n = Banyak langkah setiap menit

Rumus perpindahan torak kompresor :

$$Q_{th} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S \cdot N$$

Keterangan :

D : Diameter silinder (m)

S : Langkah torak (m) N : putaran (rpm)

Jumlah volume gas yang keluar :

$$Q_s = \eta_v \cdot Q_{th}$$

Keterangan :

$\eta_v$  : Efisiensi volumetris (%)

$Q_{th}$  : Perpindahan torak (m<sup>3</sup>/menit)

Perhitungan Kompresor

Kompresor yang digunakan pada perencanaan alat uji keausan abrasif *pneumatik* adalah jenis kompresor torak dengan menggunakan tekanan 4 bar.

Perpindahan Torak

$$Q_{th} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S \cdot N$$

Jumlah Volume Gas yang Keluar

$$Q_s = \eta_v \cdot Q_{th}$$

Maka daya *adiabatik* teoritis untuk memampatkan 1 m<sup>3</sup>/menit udara standar menjadi 8 kgf/cm<sup>2</sup> dengan kompresor 1-tingkat adalah 5,0693 kW. Jadi, untuk volume udara total sebesar 0,019 m<sup>3</sup>/menit akan diperlukan daya sebesar :

$$\begin{aligned} L_{ad} &= 0,019 \cdot 5,0693 \\ &= 0,097 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dengan efisiensi *adiabatik* total sebesar  $\eta_{ad} = 70\%$

. Daya poros yang diperlukan kompresor adalah :

Daya penggerak motor kompresor harus diambil sebesar 5 sampai 10% di atas hasil perhitungan tersebut . Jika diambil tambahan sebesar 10% , daya motor yang diperlukan adalah 0,151 kW. Maka digunakan daya motor 0,5595 kW. Disediakan kompresor ¾ hp.

### 3.3.3. Analisa Mekanik

Diameter rel adalah:

$$d_s = \left[ \frac{10,2}{\sigma_a} M_1 \right] :$$

Keterangan:

$d_s$  : Diameter poros (mm)

$\sigma_a$  : Tegangan lentur yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

Tekanan rata-rata yang terjadi pada permukaan bantalan luncur/bush adalah:

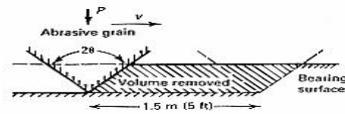
$$p = \frac{W}{ld}$$

Keterangan : P : Beban rata-rata (kg/mm<sup>2</sup>) W : Beban bantalan (kg) l : Panjang poros (mm), d : diameter poros (mm)

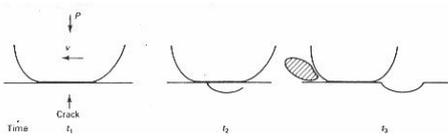
## 4. Hasil Dan Pembahasan

Dari hasil perancangan diatas dihasilkan suatu alat uji keausan abrasif dengan penggerak pneumatik dengan gerakan benda uji memotong gerakan media gesek yang berada dibawahnya. Kedudukan piston di samping atas dan katup pembatas gerakan diatas rangka penggerak benda uji memberikan konstruksi yang kompak, dengan penempatan batang penghubung yang sejajar dengan eretan maka gerakan meluncur akan lancar. Jarak penempatan katup pembatas gerakan akan mempengaruhi panjang langkah benda uji yang dapat dirubah-rubah. Penempatan piston penggerak media gesek berada dibawah meja geser ini memberikan konstruksi yang ringkas dan penempatan pembatas gerakan berada di samping rangka memudahkan pemasangan. Penempatan *speed controller* terpisah dengan pistonnya lebih memudahkan dalam pengaturan kecepatannya yang tidak terpengaruh posisi pistonnya. Penggunaan satu tombol *start/stop* pneumatik untuk mengontrol input katup pembatas gerakan maju kedua piston ternyata memberikan kemudahan pengoprasian alat dan alat dapat *start* dan *stop* selalu pada posisi awal sehingga tidak berhenti di sembarang titik. Pengaturan kecepatan gerak yang berbeda antara benda uji dan media gesek memberikan lintasan silang dengan pengulangan hanya pada perpotongan saja.

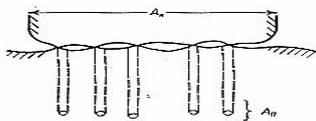
4.1. Gambar



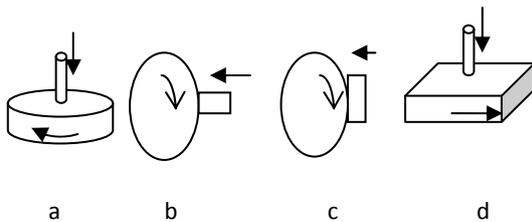
Gambar 1. Keausan abrasive



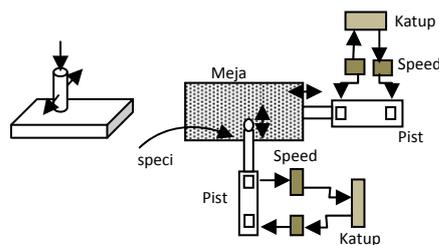
Gambar 2. Keausan Fatig



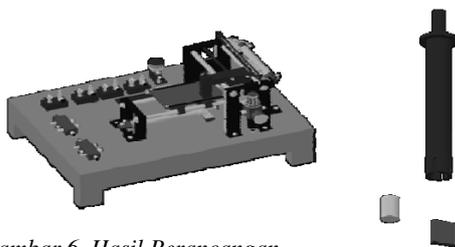
Gambar 3. Keausan Adhesi



Gambar 4. Prinsip pengujian abrasive (a) pin on disk, (b) pin on rim, (c) block on ring, (d) pin on flat



Gambar 5. Rancangan gerakan dan kontrol alat



Gambar 6. Hasil Perancangan

5. Kesimpulan

1. Dari perancangan alat ini diperoleh dua gerakan dengan arah yang berbeda antara benda uji dan meja gesernya, yaitu gerakan maju-mundur benda uji dan maju mundur meja geser dengan arah kekiri – ke kanan bolak-balik .
2. Dengan pengaturan kecepatan berbeda keduanya gerakan tersebut dapat membuat lintasan silang yang mengurangi pengulangan lintasan.
3. Benda uji yang berada bebas diatas media gesek dapat diberikan beban dengan berat bervariasi sesuai kebutuhan, dari hasil pengujian benda uji ternyata lebih rata hasilnya permukaan, serta media gesek kertas absrif mudah diganti-ganti sesuai kebutuhan.
4. Penempatan *speed controller* terpisah dari piston memudahkan pengaturan kecepatan piston dengan leluasa.
5. Dari perhitungan gaya dan kebutuhan udara, diperoleh gaya teoritis sebesar 152.04 N dan kebutuhan udara teoritis total sebesar 0.673 m<sup>3</sup>/menit.

Daftar Pustaka

I.M. Hutchings, 1992, *Tribology Friction and wear of Engineering Materials*, Departement of Materials Science and Metallurgy, University of Cmbridge

Sugihartono, 1985, *Dasar-dasar Kontrol Pneumatik*, Tarsito Bandung

Supriyanto, 2006, *Alat Uji Keausan*, Sekribsi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

