

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini dilakukan tidak lepas dari penelitian-penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai bahan perbandingan. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak lepas dari penelitian yang berhubungan dengan alat vakum udara adapun penelitian terdahulu antara lain.

Menurut Ghiselli & Brown (1955:251) dalam Syamsi, (2004:4) istilah efisiensi mempunyai pengertian yang sudah pasti, yaitu menunjukkan adanya perbandingan antara keluaran (output) dan masukan (input).

Sedangkan menurut The Liang Gie dan Miftah Thoha (1978:8-9) dalam Syamsi (2004:4) efisiensi adalah perbandingan terbaik antara suatu hasil dengan usahanya.

Berdasarkan hasil pengujian dari didik setyawan didapatkan setelah digunakannya alat bantu cleaning ruang bakar ini proses pembersihan kerak karbon menjadi lebih efisien sekitar 4 menit yang sebelumnya membutuhkan waktu 13,6 Menit menjadi 9,6 Menit.

Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara bertekanan dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dalam mana terjadi proses-proses pneumatik. Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara bertekanan atau udara bertekanan (Sudaryono, 2013: 14)

## 2.2 Definisi Alat Pembersih Kerak Pembakaran

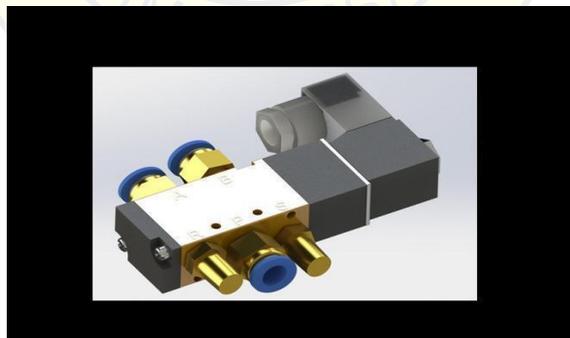
Alat pembersih kerak pembakaran berfungsi untuk membersihkan ruang pembakaran pada mesin mobil. Alat ini berfungsi juga untuk membersihkan reservoir minyak rem pada mobil. Dan alat ini mempermudah serta efisien saat pengerjaan di saat pembersihan kerak sisa pembakaran dan reservoir minyak rem yang sebelum masih manual menggunakan starter mobil yang berulang-ulang serta menghasilkan pekerjaan yang lebih maksimal saat pembersihan kerak sisa pembakaran dan reservoir minyak rem.

## 2.3 Komponen Alat Pembersih Kerak Pembakaran

Alat pembersih kerak pembakaran memiliki komponen-komponen yang dirangkai agar dapat digunakan. Adapun komponen tersebut antara lain :

### 2.3.1 Pneumatic Valve

*Pneumatik* adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. Cara kerja *pneumatik* sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga penggerak.



Gambar 2. 1 Pneumatik Valve (Ato, 2021)

*Pneumatik* merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Perkataan

pneumatik berasal bahasa Yunani “ pneuma “ yang berarti “napas” atau “udara”. Jadi pneumatik berarti terisi udara atau digerakkan oleh udara bertekanan.

*Pneumatik* merupakan cabang teori aliran atau mekanika fluida dan tidak hanya meliputi penelitian aliran-aliran udara melalui suatu sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai dan sebagainya, tetapi juga aksi dan penggunaan udara bertekanan. Pneumatik menggunakan hukum-hukum aeromekanika, yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap (khususnya udara atmosfer) dengan adanya gaya-gaya luar (aerostatika) dan teori aliran (aerodinamika).

#### A. Katup Vakum

Katup vakum tergolong katup pengarah adalah perlengkapan yang menggunakan lubang-lubang saluran kecil yang akan dilewati oleh aliran udara bertekanan.

#### B. Cara Kerja

Katup vakum mirip seperti karburator yaitu saat aliran udara melewati venturi sehingga kecepatan naik dan tekanan turun.

Sama halnya dengan prinsip kerja spray gun pengecatan dan penyemprot cairan obat anti nyamuk. Bila udara ditiupkan dengan kecepatan tinggi pada pipa datar, maka tekanan pada pipa yang tegak lurus akan turun sehingga cairan akan terhisap ke atas bahkan bisa bercampur dengan udara (cairan akan terkabutkan).

Makin besar kecepatan udara yang mengalir maka tekanan pada pipa yang tegak lurus akan semakin turun dan cairan yang dikabutkan juga akan semakin banyak.

Sebelum memilih jenisnya, kita harus membuat beberapa konsep dasar tentang pompa vakum. Vakum: tingkat ketipisan gas dalam keadaan vakum, biasanya dinyatakan sebagai vakum. Pembacaan dari pengukur vakum disebut vakum. Nilai vakum menunjukkan nilai sebenarnya dari tekanan sistem yang lebih rendah dari tekanan atmosfer. Nilai yang diekspresikan dari tabel juga dikenal sebagai tekanan tabel, yang juga dikenal sebagai tekanan relatif tertinggi. Batas tekanan absolut dari pompa vakum *rotary* adalah sekitar 10 Pa. Menunjukkan bahwa tekanan sistem yang sebenarnya lebih rendah dari tekanan atmosfer. Tekanan internal selalu lebih rendah dari tekanan eksternal karena udara di dalam wadah dipompa. Jadi ketika Anda menggambarannya dalam bentuk tekanan relatif atau tekanan meja, Anda harus meletakkan tanda negatif di depan nilai, yang berarti bahwa tekanan di dalam wadah lebih rendah daripada tekanan di luar. Tekanan absolut yang ekstrim: berapa banyak tekanan yang lebih tinggi daripada rasio tekanan internal terukur "vakum teoritis" (nilai tekanan vakum teoritis adalah 0Pa). Objek itu membandingkan adalah tekanan vakum absolut dari negara teoritis.

Karena keterbatasan proses, kita tidak dapat menarik tekanan internal ke kekosongan absolut dari 0Pa dalam hal apapun. Oleh karena itu, nilai vakum dari pompa vakum lebih tinggi dari nilai vakum teoritis. Jadi dalam kehampaan absolut, tidak ada tanda negatif di depan nilainya. Pompa: pompa adalah ukuran kecepatan pompa. Satuan umum adalah  $L / S$  dan  $m^3 / \text{jam}$ . Ini adalah parameter yang mengkompensasi tingkat kebocoran. Tidak sulit untuk memahami mengapa, dalam teori, memompa wadah dengan volume yang sama, pompa vakum dengan sejumlah

besar udara dapat dengan mudah mendapatkan vakum yang kita butuhkan, sementara pompa vakum dengan sedikit udara bahkan tidak bisa mendapatkan vakum yang kita inginkan. Karena selalu tidak mungkin untuk pipa atau wadah untuk benar-benar bebas dari kebocoran udara, jumlah besar udara yang dipompa menjadi faktor reduksi vakum yang disebabkan oleh kebocoran udara. Oleh karena itu, sangat mudah bagi sejumlah besar udara untuk dipompa ke nilai vakum yang ideal. Disarankan di sini bahwa, dalam kasus menghitung jumlah teoritis pemompaan, kami mencoba untuk memilih pompa vakum dengan tingkat pemompaan yang lebih tinggi. Rumus perhitungan spesifik dari jumlah pemompaan dijelaskan di bawah ini.

Setelah parameter dasar vakum, tekanan absolut dan tekanan relatif jelas, kita dapat memasuki pemilihan formal pompa vakum.

#### 1. Tingkat Kekosongan Yang Dibutuhkan Oleh Proses (Tekanan Absolut)

Tekanan kerja dari pompa vakum harus memenuhi persyaratan tekanan kerja proses, dan tingkat vakum harus setengah sampai satu urutan besarnya lebih tinggi dari tingkat vakum dari peralatan vakum ketika memilih jenis. (misalnya, proses vakum membutuhkan tingkat vakum 100pa (tekanan absolut), dan pompa vakum harus dipilih setidaknya 50 pa-10 pa). Umumnya, jika tekanan absolut diperlukan lebih tinggi dari 3300Pa, pompa vakum cincin air lebih disukai sebagai perangkat vakum. Jika tekanan absolut lebih rendah dari 3300Pa, pompa vakum cincin air tidak dapat dipilih, dan pompa vakum rotary atau pompa vakum dari tingkat vakum yang lebih tinggi dipilih sebagai perangkat vakum.

## 2. Jumlah Ekstraksi Yang Dibutuhkan Oleh Proses (Tingkat Ekstraksi)

Pompa vakum membutuhkan tingkat ekstraksi (yaitu kapasitas pompa vakum untuk mengeluarkan gas, cairan dan padat di bawah tekanan kerjanya), dan unit umum adalah  $m^3 / \text{jam}$ ,  $L / S$ ,  $m^3 / \text{menit}$ . Metode perhitungan khusus dapat dihitung dengan mengacu pada rumus berikut. Tentu saja, pemilihan pompa vakum adalah proses yang komprehensif, yang melibatkan pengalaman yang relevan dan faktor lainnya. (Sumber : Sudaryono, 2013 : 19)

$$S = (V / t) \text{ oleh } \ln (P1 / P2) \dots\dots\dots(2.1)$$

Di mana, S adalah laju pemompaan pompa vakum (Liter/ detik, L / S).

V adalah volume ruang vakum (L)

T adalah waktu yang diperlukan untuk mencapai derajat vakum yang diperlukan.

P1 adalah tekanan awal (Pa).

P2 adalah tekanan yang dibutuhkan (Pa).

### 3. Tentukan komponen objek yang ditarik

Pertama, objek yang akan diekstraksi adalah gas, cair atau partikel. Jika gas yang diekstraksi mengandung uap air atau sejumlah kecil kotoran seperti partikel dan debu, pompa vakum *rotary* harus dipilih secara hati-hati.

Kedua, penting untuk mengetahui apakah objek berkarat (asam atau basa, berapa nilai PH). Jika korosi asam basa atau korosi organik dan faktor-faktor lain dari gas, harus disaring atau pengobatan netralisasi dapat memilih pompa vakum *rotary*.

Ketiga, apakah objek yang dipompa terkontaminasi dengan karet atau minyak? Peralatan vakum yang sesuai harus dipilih untuk media yang dipompa

yang berbeda. Jika gas mengandung banyak uap, partikel, dan gas korosif, maka harus dipertimbangkan untuk memasang peralatan tambahan yang sesuai, seperti kondensor, filter, dll.

Keempat, pompa vakum kebisingan, getaran, estetika berdampak pada pabrik.

Kelima, seperti kata pepatah, barang murah tidak bagus. Pembelian pompa vakum dan peralatan vakum juga harus mengutamakan kualitas peralatan, transportasi dan biaya pemeliharaan.

### **2.3.2 Kompresor**

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel atau mesin bensin sebagai tenaga penggerak. Udara bertekanan hasil dari kompresor biasanya diaplikasikan atau digunakan pada pengecatan dengan teknik spray/ air brush, untuk mengisi angin ban, pembersihan, pneumatik, gerinda udara (*air grinder*) dan lain sebagainya. (Sumber : Bambang Setiawan, 2017 : 4)



Gambar 2. 2 Kompresor (Mulyadi, 2018)

Pada proses kompresi berlangsung, terjadi gesekan antara udara dan sudut-sudut kompresor. Temperatur udara keluar dari kompresor menjadi lebih tinggi dari proses ideal (isentropis), efisiensi kompresor menjadi lebih rendah sehingga kerja yang diperlukan untuk kompresi menjadi lebih besar. Jumlah kerja pada kompresor bisa dihitung dengan menggunakan tahapan rumus - rumus dibawah ini :

$$W_{ca} = m_a \cdot (h_2 - h_1) / \text{Efisiensi Kompresor} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$W_{ca}$  = Kerja pada kompresor secara aktual (kcal/s)

$m_a$  = Laju aliran udara (kg/s)

$h_1$  = nilai aktual entalpi pada udara masuk kompresor (kcal/kg)

$h_2$  = nilai aktual entalpi pada udara keluar kompresor (kcal/kg)

Efisiensi kompresor = nilai efisiensi pada kompresor turbin gas (%)

Pada perhitungan aktual diperlukan nilai efisiensi kompresor. Karena pada perhitungan ini menggunakan kerugian-kerugian (losses) pada perhitungannya. Dimana untuk menghitung efisiensi kompresor dapat digunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Kompresor} &= \frac{h_2' - h_1}{h_2 - h_1} \dots\dots\dots(2.3) \\ &= \frac{c_p (t_2' - t_1)}{c_p (t_2 - t_1)} \\ &= \text{t atm} [ (p_2/p_1)^{k-1/k} - 1 ] / t_2 - t_1 \end{aligned}$$

Keterangan : Efisiensi kompresor = nilai efisiensi pada kompresor turbin gas (%)

$h_1$  = nilai aktual entalpi pada udara masuk kompresor (kcal/kg)

$h_2$  = nilai aktual entalpi pada udara keluar kompresor (kcal/kg)

$h_2'$  = nilai ideal entalpi pada udara keluar kompresor (kcal/kg)

Untuk menghitung kerja kompresor dengan memperhitungkan kerugian mekanik adalah sebagai berikut :

$$W_{Ke} = WK / \eta_m \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

$W_{Ke}$  = kerja kompresor dengan memperhitungkan kerugian mekanik (kJ/kg)

$WK$  = kerja kompresor tanpa kerugian mekanik (kJ/kg)

$\eta_m$  = efisiensi mekanik ( 0,98 – 0,99 )

### 2.3.3 Alat Pengukur Tekanan Udara

Fungsi manometer yaitu untuk mengukur tekanan udara pada ruang tertutup, seperti di dalam tabung tertutup. Contoh, sebagai alat pengukur tekanan udara ban mobil



Gambar 2. 3 Manometer (Tech.Do, 2007)

### 2.3.4 Tabung

Tabung Ini berfungsi untuk menyimpan cairan, cairan yang terdapat dari hisapan bekas pembersihan kerak sisa pembakaran dan cairan untuk mengisi cairan pembersih kerak pembakaran atau cairan minyak rem. ( Sumber : Anonim, 2011)

Besar tabung rancangan alat didapat dari perhitungan jumlah cairan engine cleaner yang digunakan tiap mobil, semua mobil yang paling sering service

mempunyai tipe mesin yang sama yaitu Inline 4 silinder, type mesin ini memerlukan satu kaleng engine cleaner untuk cleaning ruang bakar dengan volume 250 ml, dari data ini maka volume tabung rancangan alat harus bisa memuat 250 ml cairan, besar tabung disesuaikan pada rancangan alat tidak terlalu besar dan berat. dengan rumus sebagai berikut :  $V = \pi \times r \times r \times t$ .....(2.5)

$$\pi = 22/7$$

r = jari-jari

t = tinggi

### 2.3.5 Selang Udara

Selang udara berfungsi untuk menyalurkan udara yang bertekanan dari parit awal ke parit selanjutnya.



Gambar 2. 4 Selang Udara (GrosirIdn, 2001)

### 2.2 Mesin

Prinsip kerja mesin mobil yakni dengan mengubah energi panas ke energi gerak. Energi panas, diperoleh dari adanya pembakaran didalam mesin yang menggunakan minyak sebagai bahan baku pembakaran. Dari proses pembakaran ini, akan dihasilkan panas yang diubah ke bentuk mekanis. Mesin bensin atau gasoline engine adalah mesin pembakaran dalam yang melakukan pembakaran diruang bakar yang terletak di dalam mesin dengan bahan bakar utama bensin. Saat

itu mesin ini diciptakan untuk bisa digunakan menggunakan bahan bakar bensin, menyusul semakin maraknya ekspansi kilang minyak. Mesin berbahan bakar bensin, bisa melakukan proses pembakaran didalam ruang mesin karena ada tiga hal. Yakni udara (oksigen) yang dikompresi, bahan bakar berupa bensin, dan api (percikan busi) sebagai pemicu pembakaran. ( sumber : Jalius, 2009: 167)

### **2.3 Kerak Mesin**

Umumnya, penyebab mobil turun mesin adalah akibat menumpuknya kerak. Biasanya penumpukan kerak sering diidentifikasi berada di ruang bakar mesin. Efek yang sering muncul akibat penumpukan kerak di ruang bakar mesin adalah performa mesin menurun, konsumsi BBM jadi boros dan sering ngelitik (*knocking*). Bisa juga ditandai dengan munculnya asap putih dari knalpot. Beberapa sebab terjadinya penumpukan kerak di ruang bakar, biasanya akibat sisa proses pembakaran yang kurang sempurna. Umumnya karena penggunaan bahan bakar yang kurang sesuai atau kualitas yang buruk. Debu dan oli atau uap oli mesin juga punya peran dalam penimbunan kerak yang datang dari hasil isapan intake valve. Keduanya masuk lalu mengendap dan membuat ruang bakar kotor. Selain itu, banyaknya unsur parafin dan sulfur yang masuk ruang bakar mesin juga membuat penumpukan kerak.

### **2.4 Sistem Rem**

Sistem rem adalah mekanisme perlambatan kecepatan kendaraan agar laju kendaraan bisa dikendalikan. Sistem pengereman, menggunakan prinsip perubahan energi dari energi gerak ke energi panas. Sehingga, gerakan pada roda kendaraan bisa berkurang. Seperti yang dijelaskan, sistem rem ini merupakan mekanisme

perlambatan kecepatan kendaraan. Dengan kata lain, sistem pengereman menjadi salah satu komponen keselamatan aktif pada mobil. Sistem rem menggunakan prinsip perubahan energi dari energi gerak ke energi panas.

## **2.5 Pneumatik**

Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. Cara kerja pneumatik sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga penggerak.

Sistem kontrol pneumatik terdiri dari beberapa komponen sinyal dan bagian kerja. Komponen-komponen sinyal dan kontrol menggunakan rangkaian atau urutan-urutan kerja dari bagian kerja yang disebut sebagai katup (*valve*). Ada sementara orang yang menyebut *ventil* (dari bahasa Jerman atau Belanda). Jadi katup pneumatik adalah perlengkapan pengontrol ataupun pengatur, baik untuk mulai (*start*), berhenti (*stop*), arah aliran angin. ( Anonim, 2 )

## **2.6 Tekanan**

Dalam ilmu fisika, tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas permukaan atau bidang tekan. Tekanan timbul sebagai akibat dari gaya tekan yang bekerja pada benda persatuan luas permukaan dengan arah yang tegak lurus.

Tekanan sangat bergantung pada besarnya gaya. Semakin besar gaya yang diberikan, maka semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Artinya, tekanan berbanding lurus dengan gaya. Namun, tekanan berbanding terbalik dengan luas permukaan. Hal ini berarti, jika luas permukaan bidang tekan diperbesar, maka tekanan akan mengecil.

### 2.6.1 Simbol dan Satuan Tekanan

Dalam fisika, besaran tekanan disimbolkan atau dilambangkan dengan huruf P atau p. Satuan tekanan menurut Sistem Satuan Internasional (SI) adalah Newton per meter kuadrat (N/m<sup>2</sup>). Satuan tekanan yang lain adalah Pascal (Pa), diambil dari nama seorang fisikawan Prancis, Blaise Pascal.

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

Berdasarkan jenis satuannya, maka tekanan termasuk ke dalam besaran turunan, yang diturunkan dari besaran pokok massa, panjang, dan waktu. Selain itu, tekanan juga termasuk ke dalam besaran vektor, jadi besaran ini dinyatakan dengan nilai dan angka.

### 2.6.2 Rumus Tekanan

Berdasarkan pengertian tekanan di atas, maka kita dapat menuliskan rumus tekanan dengan persamaan:

$$p = F/A \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

- p = Tekanan (N/m<sup>2</sup> atau Pa)
- F = Gaya tekan (N)
- A = Luas permukaan (m<sup>2</sup>)

### 2.6.3 Jenis-Jenis Tekanan

Oleh karena itu terdapat 3 jenis zat, yaitu zat padat, zat cair, dan zat gas, maka tekanan juga terbagi menjadi tiga. Setiap zat memiliki karakteristik tekanan yang berbeda. Berikut ini akan kakak jelaskan satu per satu: (Fisika, 2020:4)

## 1. Tekanan Zat Padat

Jika zat padat seperti balok diberi gaya dari atas akan menimbulkan tekanan. Semakin besar luas alas bidang tekannya, tekanan makin kecil. Tekanan pada zat padat merupakan gaya yang bekerja pada satuan luas bidang tekan atau tekanan adalah gaya per satuan luas.

### Rumus Tekanan Zat Padat

Rumus tekanan zat padat adalah sebagai berikut:

$$p = F/A \dots \dots \dots (2.7)$$

## 2. Tekanan Zat Cair (Hidrostatik)

Tekanan pada zat cair dapat dilihat dari daya pancar yang keluar dari sebuah tabung berlubang yang diisi oleh zat cair. Tekanan zat cair dipengaruhi oleh kedalaman. Semakin dalam airnya, tekanan zat cair semakin besar. Tekanan pada zat cair yang diam disebut tekanan hidrostatik. : (Fisika, 2020:4)

### Rumus Tekanan Zat Cair (Hidrostatik)

Rumus tekanan hidrostatik (hidrostatik) adalah sebagai berikut:

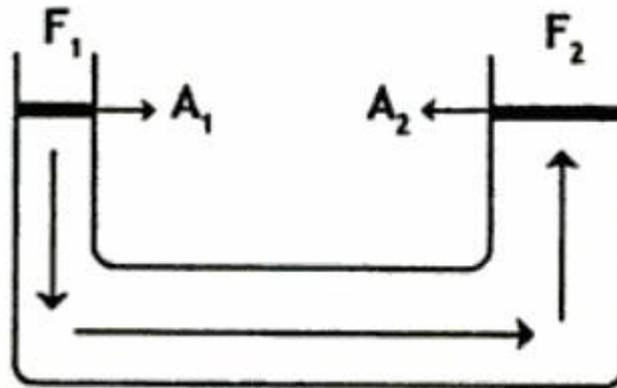
$$p_h = \rho \cdot g \cdot h, \text{ atau } p_h = S \cdot h \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

- $p_h$  = Tekanan hidrostatik (N/m<sup>2</sup> atau Pa)
- $\rho$  = massa jenis zat cair (kg/m<sup>3</sup>)
- $g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)
- $h$  = kedalaman zat cair (m)
- $S$  = berat jenis zat cair (N/m<sup>3</sup>)

Ada tiga hukum fisika yang bekerja pada tekanan zat cair, yaitu hukum Pascal, bejana berhubungan, dan hukum Archimedes.

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan zat cair pada ruang tertutup diteruskan ke segala arah dan besarnya sama.



Gambar 2. 5 Hukum Pascal (Awa, 2002)

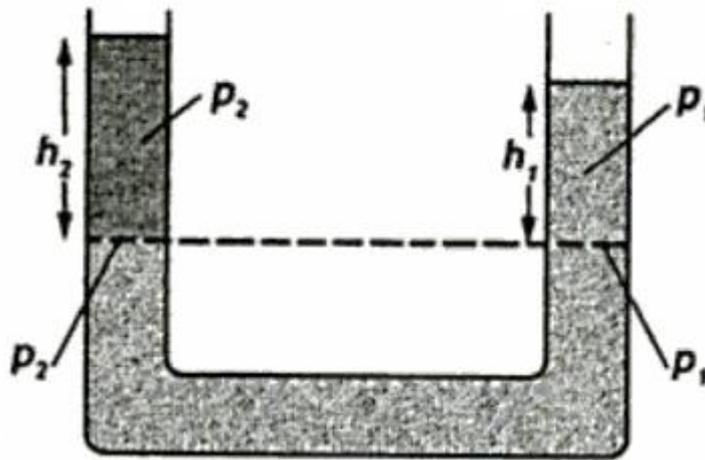
Pada gambar di atas, gaya  $F_1$  menekan alas  $A_1$  sehingga zat cair menekan ke alas  $A_2$  dan menghasilkan tekanan sebesar  $F_2$ . Rumus tekanan berdasarkan hukum Pascal adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

- $F_1$  = Gaya yang menekan pada tabung 1 (N)
- $F_2$  = Gaya yang menekan pada tabung 2 (N)
- $A_1$  = luas alas tabung 1 (m<sup>2</sup>)
- $A_2$  = luas alas tabung 2 (m<sup>2</sup>)

Sementara itu, bejana berhubungan adalah rangkaian beberapa bejana yang saling berhubungan satu sama lainnya dan bagian atasnya terbuka.



Gambar 2. 6 Bejana Berhubungan (Awa, 2002)

Keadaan permukaan air yang sama jenisnya selalu mendatar, sekalipun bejana dimiringkan.

Dalam bejana berhubungan berlaku rumus:

$$\begin{aligned}
 p_1 &= \\
 p_2 & \dots\dots\dots (2.10) \\
 \rho_1 \cdot g_1 \cdot h_1 &= \rho_2 \cdot g_2 \cdot h_2 \\
 \rho_1 \cdot h_1 &= \rho_2 \cdot h_2
 \end{aligned}$$

Kemudian, hukum Archimedes berbicara tentang gaya tekan ke atas zat cair. Besarnya gaya tekan ke atas ( $F_a$ ) sama dengan hasil kali antara volume benda ( $V_b$ ), massa jenis zat cair ( $\rho$ ), dan gravitasi ( $g$ ).

Berat benda di udara lebih berat dari benda saat di dalam zat cair karena di dalam zat air ada gaya tekan ke atas oleh zat cair tersebut. Besar gaya tekan ke atas ini sebanding dengan volume zat cair yang terdesak oleh benda itu.

Rumus hukum Archimedes adalah sebagai berikut:

$$F_a = V_b \cdot \rho \cdot g \dots\dots\dots (2.11)$$

$$F_a = V_b \cdot S$$

Keterangan:

- $F_a$  = Gaya tekan ke atas zat cair (N)
- $V_b$  = Volume benda yang tercelup ( $m^3$ )
- $\rho$  = massa jenis zat cair ( $kg/m^3$ )
- $S$  = berat jenis zat cair ( $N/m^3$ )

**Catatan:** Jika percepatan gravitasi ( $g$ ) tidak disebutkan secara langsung di soal, maka gunakan nilai umum  $10 \text{ m/s}^2$ .

### 3. Tekanan Zat Gas

Tekanan pada zat gas, misalnya udara dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat. Akibatnya, tekanan udara di setiap tempat akan berbeda-beda. Berikut ini adalah rumus hubungan tekanan udara dan ketinggian tempat:

$$\text{Tekanan Udara} = 76 \text{ cmHg} - (\text{Ketinggian}/100 \text{ meter}), \text{ atau}$$

$$\text{Tekanan Udara} = 760 \text{ mmHg} - (\text{Ketinggian}/10 \text{ meter})$$

Sementara itu, gas yang berada pada ruang tertutup akan berlaku Hukum Boyle. Boyle menemukan bahwa tekanan dan volume gas dalam ruang tertutup adalah tetap (konstan) selama suhu gas tetap.

Rumus tekanan gas pada ruang tertutup adalah sebagai berikut:

$$p \cdot V = \text{konstan} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Untuk gas campuran:

$$\text{pencampuran} = (p_1 \cdot V_1) - (p_2 \cdot V_2)/(V_1 + V_2)$$

Tekanan pada gas sering dinyatakan dengan satuan atmosfer (atm), di mana:

1 atm = 105 Pa, atau 1 atm = 76 cmHg

Keterangan:

- $p_1$  = tekanan awal (atm)
- $V_1$  = volume awal (m<sup>3</sup>)
- $p_2$  = tekanan akhir (atm)
- $V_2$  = volume akhir (m<sup>3</sup>)

## 2.7 Aliran

Fluida dinamis adalah fluida (berupa zat cair atau gas) yang dapat bergerak dan memiliki ciri-ciri tidak kompresibel, tidak mengalami gesekan, alirannya steady dan stasioner. (Saintif, 2020:1)

Fluida dinamis merupakan fluida yang dianggap:

- Tidak kompresibel, jika diberi tekanan maka volumenya tidak berubah
- Tidak mengalami gesekan, Pada saat mengalir, gesekan fluida dengan dinding dapat diabaikan.
- alirannya stasioner, tiap paket fluida memiliki arah aliran tertentu dan tidak terjadi turbulensi (pusaran-pusaran).
- alirannya tunak (steady), aliran fluida memiliki kecepatan yang konstan terhadap waktu.

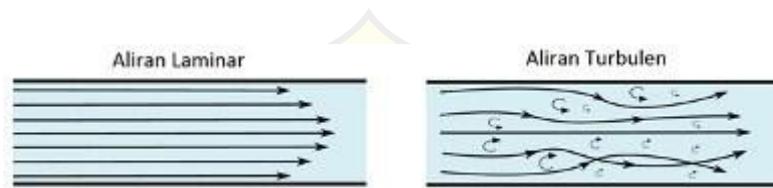
### 2.7.1 Jenis Aliran Fluida

Jenis aliran fluida dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- Aliran laminar, yakni aliran dimana paket fluida meluncur bersamaan dengan paket fluida di sebelahnya, setiap jalur paket fluida tidak

berseberangan dengan jalur lainnya. Aliran laminar adalah aliran ideal dan terjadi pada aliran fluida dengan kecepatan rendah.

- Aliran turbulen, yaitu aliran dimana paket fluida tidak meluncur bersamaan dengan paket fluida di sebelahnya, setiap jalur paket fluida dapat berseberangan dengan jalur lainnya. Aliran turbulen ditandai dengan adanya pusaran-pusaran air (vortex atau turbulen) dan terjadi jika kecepatan alirannya tinggi.



Gambar 2. 7 Aliran (Awa, 2002)

### 2.7.2 Debit Aliran

Debit adalah jumlah banyaknya volume fluida yang mengalir pada suatu tempat setiap satuan waktu.

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(2.13)$$

Fluida yang mengalir dengan kecepatan  $v$  menempuh jarak  $d$  pada suatu luas penampang  $A$ , sehingga debit aliran diperoleh,

$$Q = Av \dots\dots\dots(2.14)$$

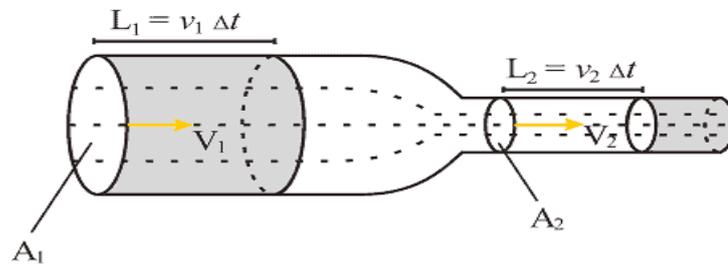
Dimana,  $Q$  adalah debit aliran ( $m^3/s$ ),  $V$  adalah volume fluida ( $m^3$ ),  $A$  adalah luas penampang ( $m^2$ ), dan  $v$  adalah kecepatan air ( $m/s$ ) dan  $t$  adalah waktu ( $s$ ).

Penjelasan :

- Q adalah debit aliran fluida (m<sup>3</sup>/s)
- V adalah volume fluida (m<sup>3</sup>)
- t adalah selang waktu (s)
- A adalah luasan penampang aliran (m<sup>2</sup>)
- v adalah kecepatan aliran fluida (m/s)

### 2.7.3 Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas adalah suatu persamaan yang menghubungkan kecepatan fluida dari tempat satu ke tempat lainnya.



Gambar 2. 8 Kontinuitas (Awa, 2002)

Apabila diilustrasikan sebuah pipa, massa fluida yang masuk ke suatu penampang kemudian akan keluar di ujung penampang lain dengan massa yang sama menyebabkan debit fluida di seluruh titik penampang adalah sama, maka.

Rumus persamaan kontinuitas:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

.....(2.15)

Dimana:

- $A_1$  adalah luas penampang ujung pipa besar ( $m^2$ )
- $A_2$  adalah luas penampang ujung pipa kecil ( $m^2$ )
- $v_1$  adalah kecepatan aliran pipa besar (m/s)
- $v_2$  adalah kecepatan aliran pipa kecil (m/s)

