

MODUL -2

Kegiatan Belajar -2

PRINSIP UMUM

General Principles of Industrial Ventilation



Ir. MUH. ARIF LATAR, MSc

Modul-2, General Principles of Industrial Ventilation

1. Defenisi Dasar
2. Prinsip Kerja Aliran Udara/Air Flow
3. Percepatan Udara dan Kehilangan pada Tudung/Hood
4. Kehilangan pada pipa/Duct Losses
5. Kehilangan pada Fitting/Fitting Losses

2. I. DEFENISI DASAR

2.1.1. DENSITAS/RAPAT MASSA (ρ)

Densitas/Rapat Massa

didefenisikan dalam satuan massa per satuan volum

Rapat massa dilambangkan dalam *huruf Yunani ρ (rho)*

$$\rho = m / v \quad \text{-----} \quad (2.1)$$

dimana ;

ρ = massa jenis,

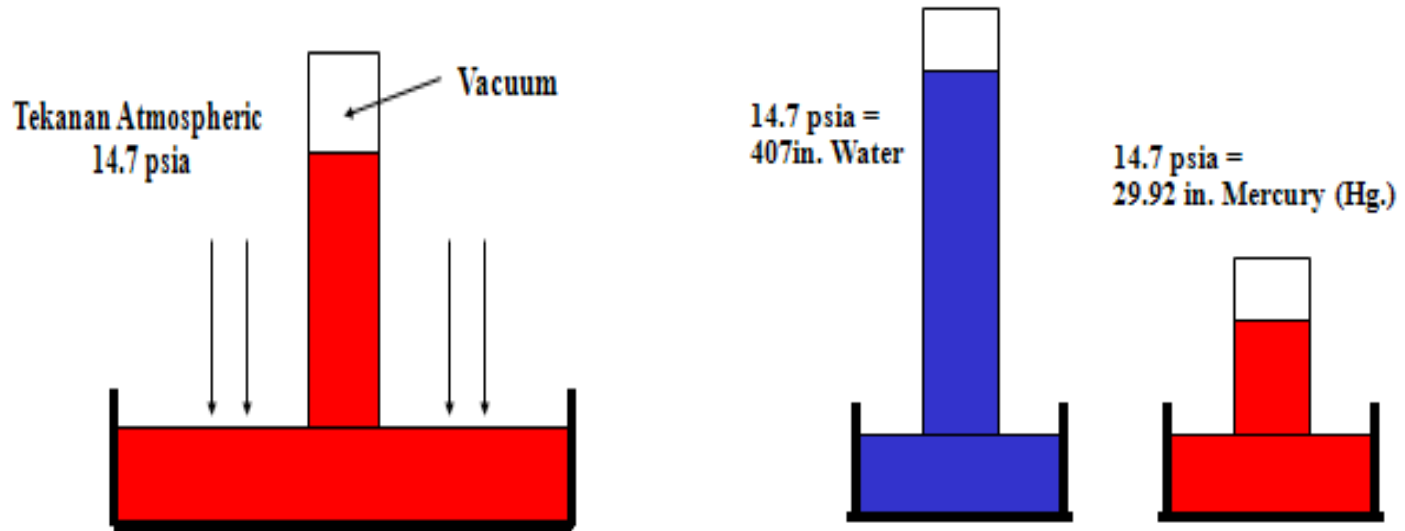
m = massa,

v = volume.

definisi EPA (Environmental Protection Agency) kondisi standar

tekanan (14,7 psia) -----pada temperatur

$$(70\text{ }^{\circ}\text{F} = \rho_{\text{Standar}} = 0,075\text{ lbm/ft}^3)$$



Gambar,3.1

Untuk menghitung besarnya tekanan absolut

$$p = \rho RT \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana ;

p = tekanan absolut , lb/ft

ρ = densitas/rapat massa, lbm/ft

R = Konstate gas = 53,35 ft- lb/lbm

T = temperatur absolut dalam

derajat Renkine (=R)----- ${}^{\circ}R = {}^{\circ}F + 459,7$

Pada : t dan p, konstan, maka ρ = densitas dalam udara sebagai berikut :

$$\rho = \rho_{\text{Satandar}} \frac{T_{\text{Std}}}{T} = 0,075 \frac{530}{T} \dots\dots\dots(2.2)$$

Contoh ;
untuk menghitung densitas ρ , dengan $T= 250$ °F

$$\rho = 0,075 \frac{530}{459,7 + 250} = 0,056 \text{ lbf/ft}^3$$

Catatan; ----- °R = °F + 459,7

2.1.2. PRINSIP DESAIN

Aliran udara dihitung sebagai sistem luas penampang, dan kecepatan udara. ini dinyatakan sbb :

$$Q = V.A \quad \text{.....} \quad 2.3$$

dimana ;

Q = volumemetric flow rate, cfm --- atau aliran udara di cfm (kaki kubik per menit)

V = AVERAGE velocity, fpm ---atau kecepatan linier di kaki per menit

A = Cross-sectional area, ft²,--- atau luas penampang (duct, hood, dll) sistem di kaki persegi

Contoh

Luas penampang pipa sebesar 2.75 ft². Kecepatan aliran udara dalam pipa sebesar 3600 fpm. Berapa besarnya aliran udara ?

DIKETAHUI

$$A = 2.75 \text{ sq. ft.}$$

$$V = 3600 \text{ fpm}$$

Besarnya Aliran Udara

$$Q = V.A$$

Hitung,

$$\begin{aligned} Q &= 3600 * 2.75 \\ &= 9900 \text{ cfm} \end{aligned}$$

$V = f(x) \sqrt{VP}$ diberi aliran udara

Kecepatan dinyatakan sebagai fungsi dari kecepatan tekanan, yang selalu diberikan dalam arah aliran udara. Untuk sistem saluran terkontaminasi udara pada suhu kamar dan tekanan atmosfer, hubungan ini adalah:

$$V = 1096 \cdot \sqrt{\frac{VP}{P}},$$

atau ,

$$VP = P \left(\frac{V}{1096} \right)^2 \text{ (2.4)}$$

dimana :

V = kecepatan, /velocity, fpm

VP = kecepatan tekanan /velocity pressure, "wg

Kecepatan tekanan/Velocity pressure (VP),

adalah tekanan kinetik (akibat dari gerakan) dalam arah aliran yang diperlukan untuk menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu, dengan satuan inches of water gage ("wg) atau . dalam inci air

Tekanan statik/Static pressure (SP)

adalah perbedaan tekanan dalam pipa dan tekanan dalam atmosfer dengan satuan inches of water gage ("wg), atau dalam inci air

u/ densitas standar;

$\rho_{\text{Standar}} = 0,075 \text{ lbm/ft}^3$, ----- kecepatan udara sbb :

$$V = 4005 \cdot \sqrt{VP} ,$$

Atau

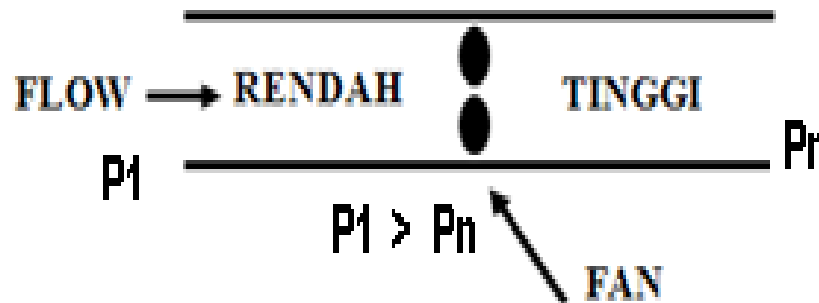
$$VP = \left(\frac{V}{4005} \right)^2 \text{ ----- (2.5)}$$

3.1.3. Konsep Dasar Tekanan

Tujuan

Mengkonversi dari satu skala tekanan untuk tekanan yang lain

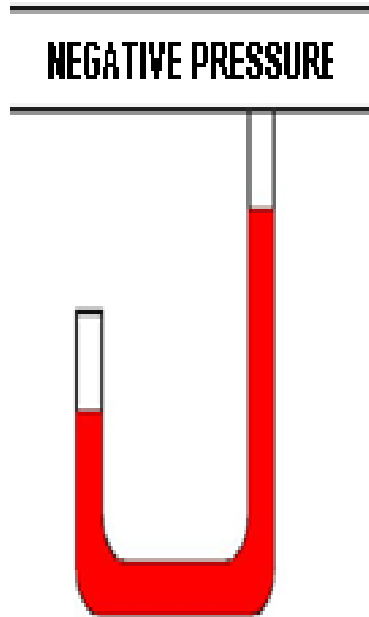
Tekanan Diferensial Gerakan Udara



Gbr.2.3- Laju aliran volumetrik

Aliran udara disebabkan oleh perbedaan tekanan antara dua titik. Arus akan berasal dari daerah energi tinggi, atau tekanan (P_1), dan ke area (A) dari energi yang lebih rendah atau tekanan (P_n), gbr - 2.3. Saluran udara bergerak menurut, tiga hukum dasar fisika yaitu ; konservasi massa, konservasi energi, dan konservasi momentum.

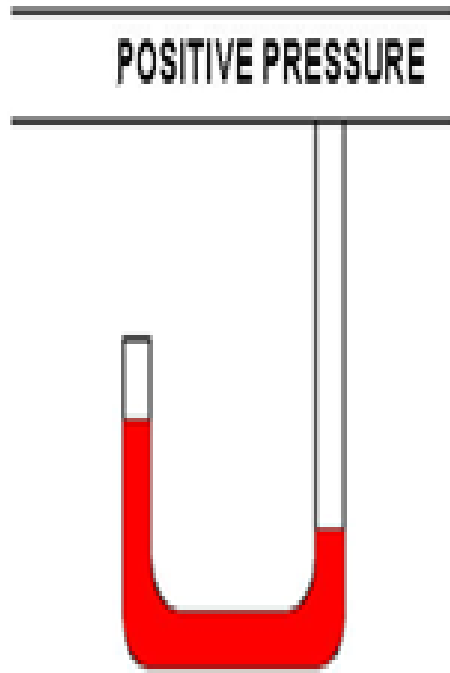
Tekanan Negative = Kurang dari Atmospheric



Gambar, 2.4- tabung percobaan
(pipa pitot = U),

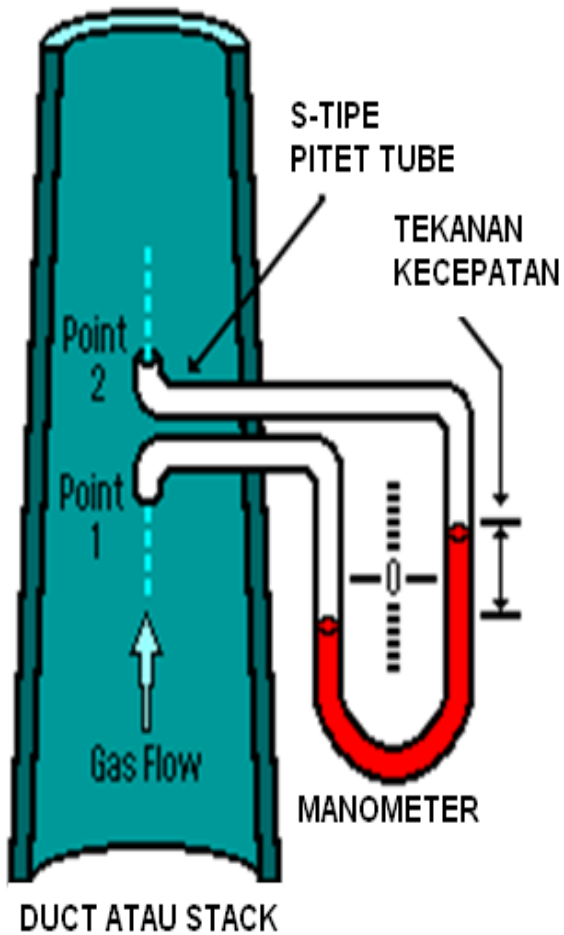
Gambar, -2.4 semacam tabung-tabung percobaan (U-Tube, alat untuk mengukur kelajuan gas dalam pipa dari tabung gas), yaitu ujungnya terbuka menghadap ke sebelah hulu aliran udara, dan diujung terbuka menghadap ke sebelah udik aliran. Di ujung terbuka ini terbentuk sebuah titik stagnasi, dimana tekanan negative, yaitu kurang dari atmosfer.

Tekanan Positiv = Lebih besar dari Atmospheric



Gambar, 2.5- tabung percobaan
(pipa pitot = U),

Gambar, -2.5 semacam tabung-tabung percobaan (U-Tube), yaitu yang ujungnya terbuka menghadap ke sebelah hulu aliran udara, dan diujung terbuka ini terbentuk sebuah titik stagnasi, dimana tekanan positif, yaitu tekanan lebih besar dari atmosfer.



Salah satu sensor pitot adalah menunjuk ke arah aliran gas (Point 1) sehingga dapat mengukur tekanan statis dan tekanan gabungan kecepatan. Sensor lain dari tabung pitot (Point 2) mengukur tekanan statis dari aliran gas bergerak. Dengan menghubungkan dua sensor bersama-sama, tekanan kecepatan diukur seperti ditunjukkan pada persamaan

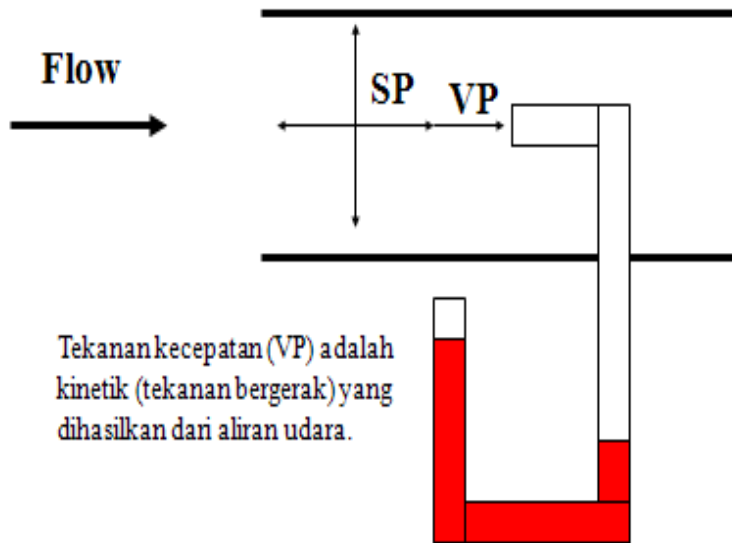
$$VP = TP - SP.$$

Gbr,2.6- Tipe Pitet Tube

pada gambar, 2.6 , adalah mengukur tekanan kecepatan pada aliran udara/ducting atau stack.

Tekanan Kecepatan/Velocity pressure (VP)

Tekanan Kecepatan (VP)

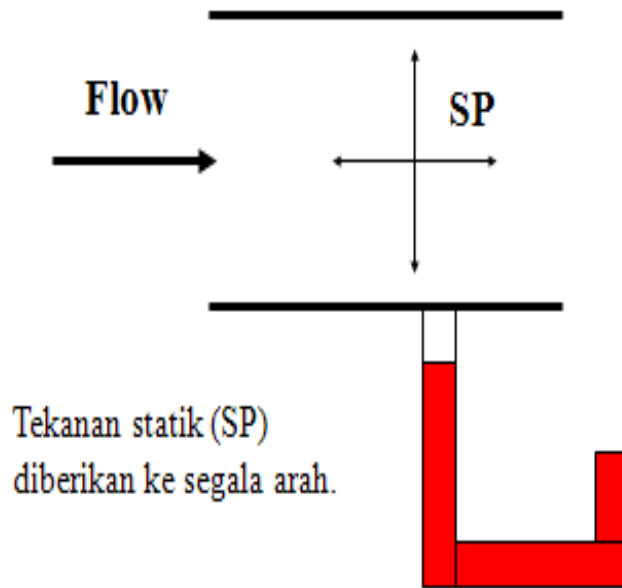


Tekanan kecepatan /Velocity pressure (VP), adalah tekanan kinetik (akibat dari gerakan) dalam arah aliran yang diperlukan untuk menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu, dengan satuan inches of water gage ("wg) atau . dalam inci air

Gambar, 2.7- Tekanan Kecepatan (VP)

Tekanan Statik/Static pressure (SP)

Tekanan Statik (SP)



Gambar, 2.8- Tekanan Statik (SP)

Tekanan potensial diberikan oleh udara diam. .

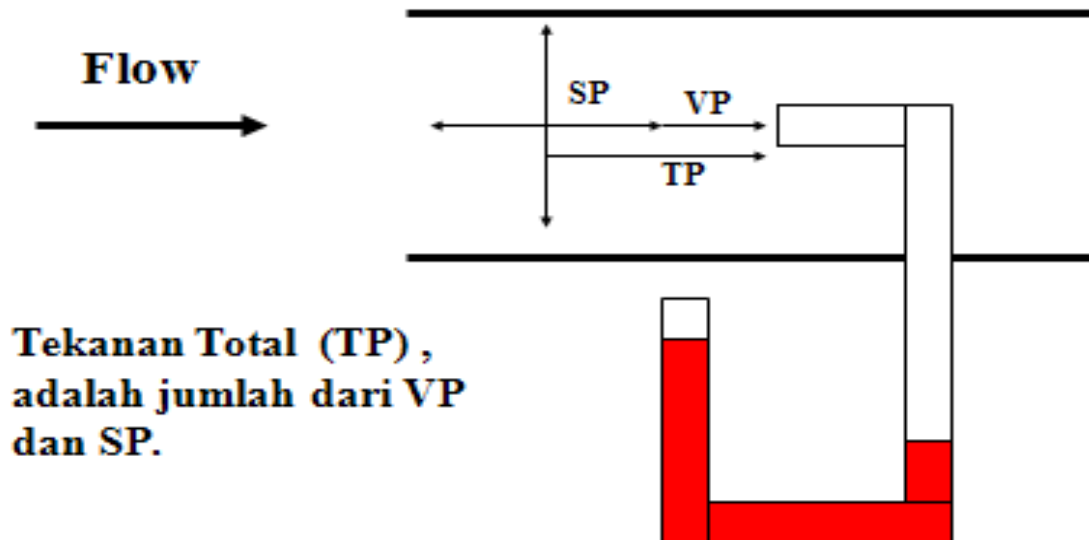


Dengan kata lain, itu adalah perbedaan antara tekanan dalam pipa yang diberikan ke segala arah, dan tekanan dalam atmosfer.

Tekanan Total/Total pressure (TP)

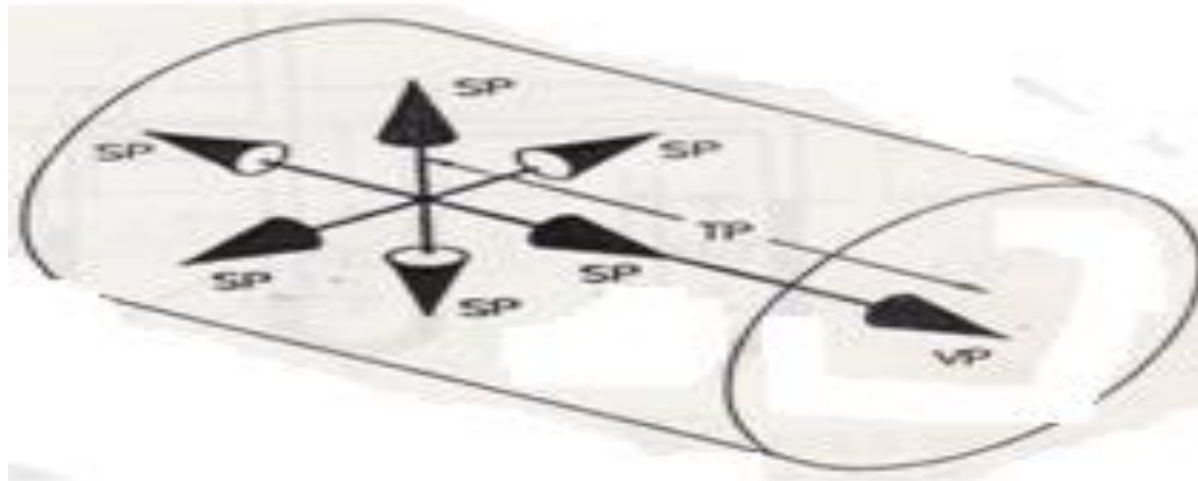
Jumlah dari tekanan kecepatan dan tekanan statis udara dalam sebuah saluran.

Tekanan Total (TP)



Gambar, 2.8- Tekanan Total (TP)

Gambar, -2.9, memperlihatkan proses aliran udara Tekanan Kecepatan(VP) Tekanan Statik (SP),. Tekanan Total (TP), yang mana telah dijelaskan pada gambar 2.6 sampai dengan gambar 2.8 .



Gambar, 2.9 SP,VP dan TP

Dari keterangan keterangan diatas Tekanan Total (TP) didefenisikan secara aljabar dengan penjumlahan tekanan statik dan tekanan kecepatan, adalah sebagai berikut :

$$TP = SP + VP \dots\dots\dots 2.6$$

dimana

TP = tekanan total sistem, dalam inci air ("wg)

SP = tekanan statik sistem, dalam inci air ("wg)

VP = kecepatan tekanan, dalam inci air ("wg)

Tekanan Statik / Static pressure (SP)

- Tekanan potensial diberikan oleh udara diam. . Dengan kata lain, itu adalah perbedaan antara tekanan dalam pipa dan tekanan dalam atmosfer.

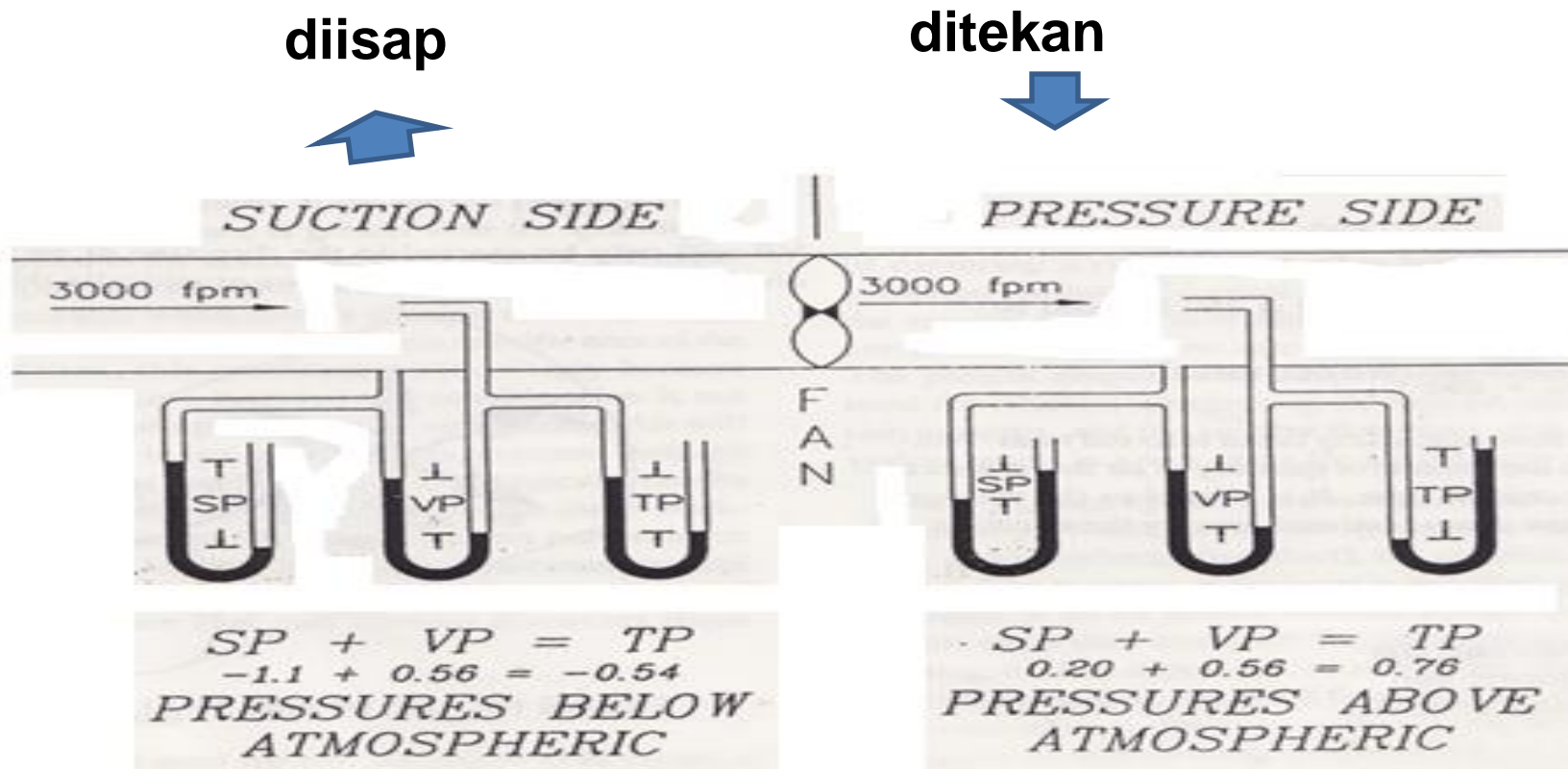
Tekanan Total/Total pressure (TP)

- Jumlah dari tekanan kecepatan dan tekanan statis udara dalam sebuah saluran.

Tekanan Kecepatan/Velocity pressure (VP)

- Tekanan kinetik (akibat dari gerakan) dalam arah aliran yang diperlukan untuk menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu.

Pada gambar 2.2, SP dan TP negative (diisap/suction side), dengan penambahan tekanan aliran fan, SP dan TP positif (ditekan/pressure side). Maka dapat diamsusikan bila ditekan SP dan TP positif, dan bila diisap SP dan TP negative .



Gambar , 2.2 SP, VP dan TP dalam system vintilasi

Lanjutan -----

2.2. PRINSIP KERJA ALIRAN UDARA (AIR FLOW)

Terima Kasih

