

PERHITUNGAN SUDUT KIPAS FAN MENARA PENDINGIN RSG-GAS

Suwanto

ABSTRAK

PERHITUNGAN SUDUT KIPAS FAN MENARA PENDINGIN RSG-GAS. Sehubungan dengan rencana percobaan untuk menentukan sudut operasional kipas baru pada fan menara pendingin Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS), diperlukan data masukan untuk menentukan variasi sudut kipas tersebut. Perhitungan sudut kipas fan menara pendingin dimaksudkan sebagai data masukan untuk kegiatan percobaan tersebut guna menentukan sudut operasional yang sebenarnya. Perhitungan telah dilakukan menggunakan teori segitiga kecepatan udara untuk fan aksial yang memiliki dinamika udara (*airfoil*). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sudut operasional kipas adalah 18 derajat dan percobaan dapat dilakukan pada sudut kipas 14, 16, 18, 20, 22 dan 24 derajat.

Kata kunci : Kipas fan

ABSTRACT

CALCULATION OF THE BLADES ANGLE OF RSG-GASSNAF REWOT GNILOOC . Related to experiment planning to find the operational angle of the new blades of RSG-GAS' cooling tower fans was needed the input data to find the various blades angle. Calculation of the blades angle of the cooling tower fans has a purpose as input data for the experiment activity to find the real blades angle operational. The calculation was done by the air velocity triangle theory for axial fan which has an aerofoil. The calculation result showed that the operational blades angle is 18 degrees and the experiment can be done at the angle of 14, 16, 18, 20, 22 and 24 degrees.

Key word : Fan blade

PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna G.A Siwabessy (RSG-GAS) mempunyai daya termal nominal 30 MW. Untuk menunjang jalannya operasi, RSG-GAS dilengkapi dengan sistem pendingin primer yang berfungsi untuk mengambil panas yang dibangkitkan oleh reaktor dan sistem pendingin sekunder yang berfungsi untuk membuang panas pendingin primer ke lingkungan melalui menara pendingin. Menara pendingin RSG-GAS dilengkapi dengan 7 unit fan dan setiap fan mempunyai 5 buah kipas. Sehubungan dengan penggantian kipas pada ketujuh fan tersebut maka perlu dilakukan pengujian untuk

mendapatkan nilai sudut kipas yang optimal dimana fan dapat beroperasi pada efisiensi tertinggi. Hal ini dilakukan karena kipas yang baru mempunyai spesifikasi berbeda dengan yang lama (lihat Tabel 1). Untuk melakukan pengujian tersebut diperlukan data masukan untuk menentukan variasi sudut kipas. Perhitungan sudut kipas fan menara pendingin dimaksudkan sebagai data masukan untuk kegiatan percobaan tersebut guna menentukan sudut operasional yang sebenarnya. Perhitungan telah dilakukan menggunakan teori segitiga kecepatan udara untuk jenis fan aksial yang kipasnya memiliki *airfoil*.

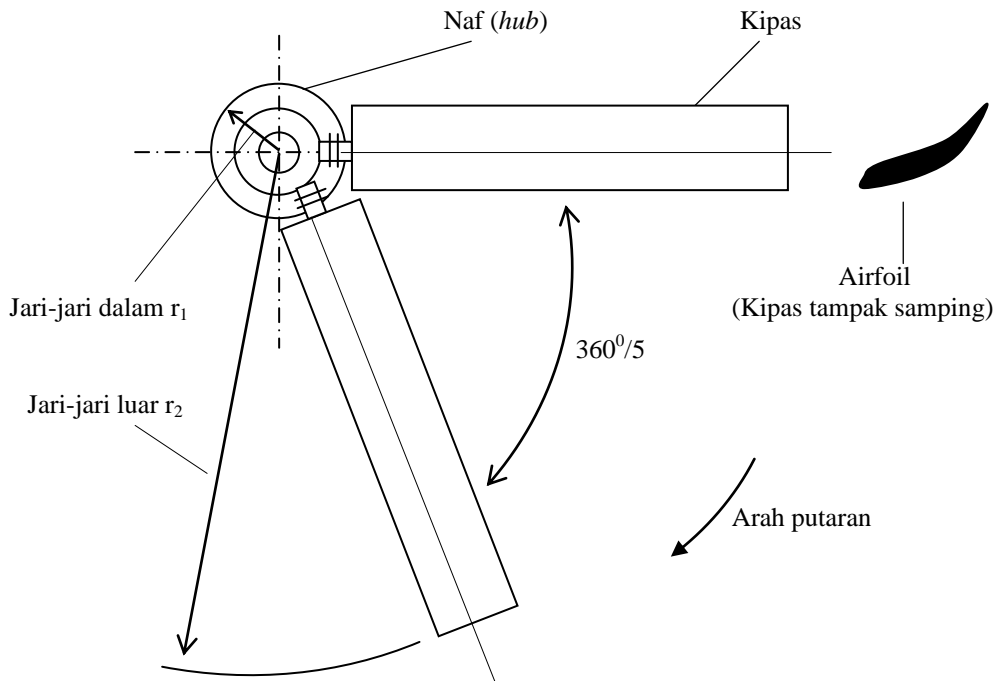
Tabel 1. Data kipas fan menara pendingin^[2]

KOMPONEN	LAMA	BARU
Diameter dalam (d_1)	1118 mm	450 mm.
Diameter luar (d_2)	3515 mm	3515 mm
Bahan kipas	Fiber glass (padat)	Aluminium (berongga)
Debit udara (Q)	84 m ³ /detik	100 m ³ /detik
Tekanan statis (p_s)	240 Pa	208,77 Pa.
Tekanan dinamis (p_d)	-	76,59 Pa
Kecepatan putaran (n)	283 putaran/menit	315 putaran/menit
Densitas udara (ρ)	-	1,15 kg/m ³

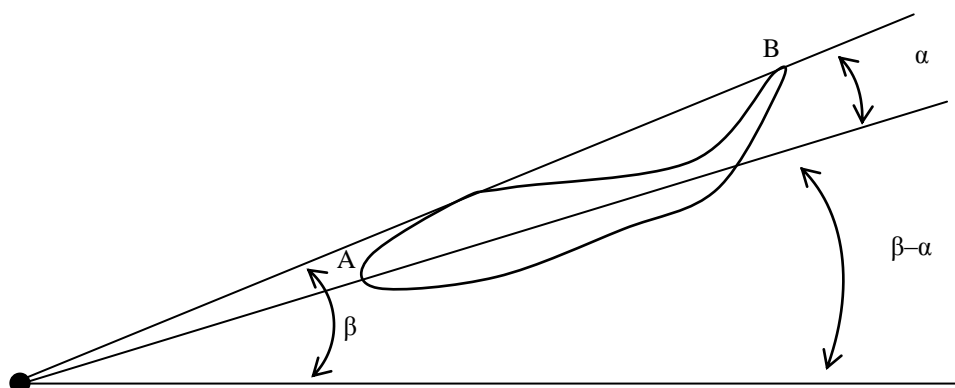
TEORI

Fan pada menara pendingin RSG-GAS adalah jenis fan yang mempunyai arah aliran udara aksial, mempunyai 5 buah kipas tiap fan. (lihat gambar 1) yang mempunyai bentuk aerodinamis (airfoil). Profil airfoil ditunjukkan pada gambar 2. Satu-satunya perpindahan kipas adalah dalam arah tangensial.

Putaran kipas menyebabkan udara mendekati jajaran kipas dengan arah aksial dan memasukinya dengan kecepatan relatif yang menyinggung tepi depan kipas. Setelah melintasi permukaan kipas, udara keluar (meninggalkan fan) dalam arah aksial dengan menyisakan komponen tangensial^[5]. Segitiga kecepatan udara ditunjukkan pada gambar 3.



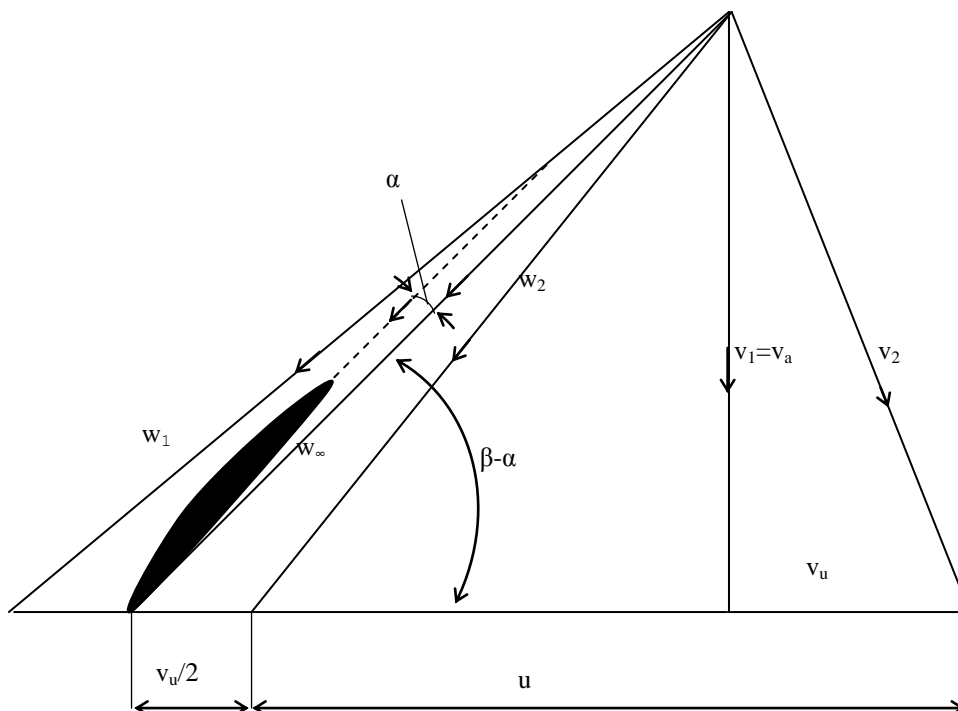
Gambar 1. Sudu-sudu fan RSG-GAS (tampak atas)^[1]



Gambar 2. Profil airfoil kipas fan RSG-GAS^[4]

Keterangan :

- A B = panjang panduan aliran udara (*chord*) dalam m
- α = Sudut terjang udara (*angle of attack*) ($^\circ$)
- β = Sudut kipas ($^\circ$)



Gambar 3. Diagram segitiga kecepatan

Keterangan :

v_1 = Kecepatan udara absolut memasuki kipas (m/detik).

w_1 = Kecepatan udara relatif memasuki kipas (m/detik)

u = Kecepatan keliling kipas m/detik

v_u = Kecepatan tangensial udara (m/detik)

β = Sudut kipas ($^\circ$)

$v_{a1} = v_{a2} = v_a$ = Kecepatan aksial udara masuk dan keluar kipas (m/detik)

v_2 = Kecepatan udara absolut meninggalkan kipas (m/detik)

w_2 = Kecepatan udara relatif meninggalkan kipas (m/detik)

w_∞ = Kecepatan relatif rata-rata = $(w_1 + w_2)/2$

Debit udara yang dihasilkan :

$$Q = v_a(\pi/4) (d_2^2 - d_1^2) \dots \dots \dots (1)$$

Tekanan total udara yang dihasilkan :

$$p_t = p_s + p_d = \rho u v_u \dots \dots \dots (2)$$

Kecepatan keliling kipas :

$$u = \pi d_2 n \dots \dots \dots (3)$$

Dari gambar 2 didapat :

$$\tan(\beta - \alpha) = \frac{v_a}{u - (v_u/2)} \dots \dots \dots (4)$$

Sudut α ditentukan melalui diagram koefisien lift vs sudut α (lihat gambar 4) dan untuk kecepatan tangensial (v_u) berlaku persamaan sebagai berikut :

$$v_u = \frac{1}{2} \times \frac{c}{s} C_L w_\infty \dots \dots \dots (5)$$

$$s = \frac{\pi d_2}{Z} \dots \dots \dots (6)$$

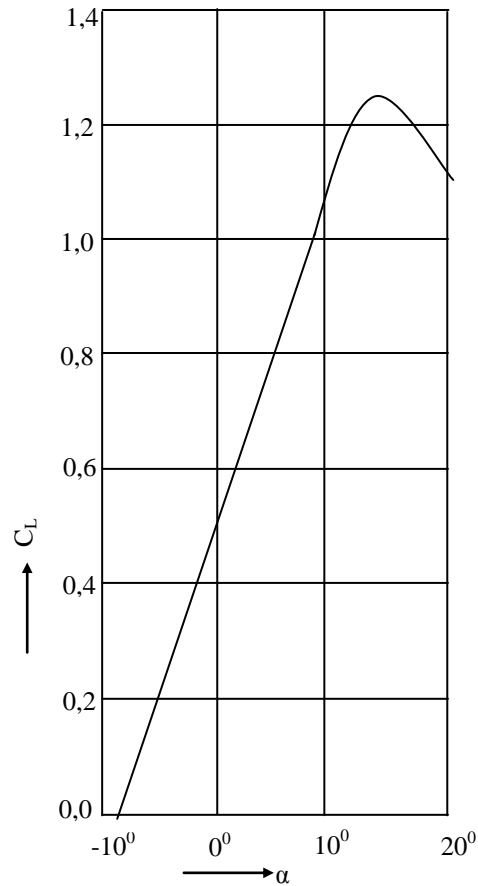
Keterangan :

c = Chord (m)

s = Jarak ruang kipas (*blade spacing*) dalam m

C_L = Koefisien lift (tanpa satuan).

Z = Jumlah kipas

Gambar 4. Diagram sudut α sebagai fungsi C_L [4]

PERHITUNGAN

Dengan menggunakan data pada Tabel 1 maka dari persamaan 2 dan 3 diperoleh

Tekanan total $p_{t2} = p_{s2} + p_{d2} = 208,77 + 76,59 = 285,36 \text{ Pa}$
 Kecepatan keliling $u = \pi d_2 n = 3,14 \times 3,515 \times 5,25 = 58 \text{ m/detik.}$

$$v_u = \frac{p_t}{\rho u} = \frac{285,36}{(1,15 \times 58)} = 4,28 \text{ m/detik.}$$

Dari persamaan 1:
$$v_a = \frac{Q \times 4}{\pi (d_2^2 - d_1^2)} = \frac{100 \times 4}{3,14(3,515^2 - 0,45^2)} = 10,48 \text{ m/detik}$$

Dari persamaan 4:
$$\tan(\beta - \alpha) = \frac{v_a}{u - (v_u / 2)} = \frac{10,48}{\{58 - (4,28/2)\}} = 0,1744$$

$$(\beta - \alpha) = \tan^{-1}0,1744 = 10^\circ$$

Dari persamaan 6.
$$s = \frac{\pi d_2}{z} = \frac{3,14 \times 3,515}{5} = 2,21 \text{ m}$$

Dari gambar 3, $w_{\infty}^2 = v_a^2 + \{u - (v_u/2)\}^2 = 10,48^2 + \{58 - (4,28/2)\}^2 = 3719,5 \text{ m}^2/\text{dt}^2$
 $w_{\infty} = \sqrt{(3719,5)} = 61 \text{ m/detik.}$

Dari persamaan 5 diperoleh harga C_L : $C_L = \frac{v_u \times 2}{w_{\infty} \text{ (c/s)}} = \frac{4,28 \times 2}{61 (0,32/2,21)} = 1,0$

Dari diagram C_L vs $\alpha^{[3]}$ (gambar 4) diperoleh sudut $\alpha = 8^0$ sehingga $\beta = 10^0 + 8^0 = 18^0$

PEMBAHASAN

Sudut kipas hasil perhitungan 18^0 adalah teoritis, pada kenyataannya tentu akan berbeda (apabila dilakukan percobaan). Hal ini disebabkan oleh data yang digunakan dalam perhitungan adalah data untuk kondisi ideal yang berbeda dengan kondisi di lapangan, namun hasil tersebut dapat memberi gambaran tentang nilai sudut kipas untuk memulai pengujian. Karena pengujian bertujuan untuk mencari efisiensi fan tertinggi, maka pada prinsipnya adalah harus ada pengaturan sudut kelima kipas pada setiap pengujian fan yang dimulai dari sudut dibawah 18^0 sampai diatas 18^0 sehingga diperoleh indikasi penurunan efisiensi fan. Urutan berikut ini dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengujian.

- 1) Atur kelima sudut kipas pada harga 14^0 , kemudian operasikan fan
- 2) Ukur kecepatan udara v yang dihasilkan fan (dalam m/det)
- 3) Ukur arus motor penggerak kipas I_L (dalam Amper)
- 4) Ukur beda tekanan udara dinamis (inlet dan outlet fan) Δp_d dalam paskal (Pa)
- 5) Ukur beda tekanan udara statis (inlet dan outlet fan) Δp_s dalam paskal (Pa)
- 6) Lakukan perhitungan sebagai berikut^[6] :
 Debit udara $Q = v \times A$ (m^3/detik), A = Luas laluan udara keluar fan (m^2)
 Daya yang dibangkitkan udara $N_{\text{udara}} = Q \times \Delta p$ (Watt), $\Delta p = \Delta p_d + \Delta p_s$
 Daya poros $N_{\text{poros}} = \sqrt{3} \times I_L \times V_L \times \cos \phi$ (Watt),
 V_L = Tegangan lilitan motor (volt) dan $\cos \phi$ = Faktor daya (tanpa satuan)
 Efisiensi fan $\eta = (N_{\text{udara}} / N_{\text{poros}}) 100 \%$

- 7) Ulangi langkah 1 sampai 6 untuk sudut kipas 16^0 , 18^0 , 20^0 , 22^0 dan 24^0 atau hingga diperoleh indikasi penurunan efisiensi fan

KESIMPULAN

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sudut operasional kipas adalah 18 derajat dan percobaan dapat dilakukan pada sudut kipas 14 , 16 , 18 , 20 , 22 dan 24 derajat.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, "Adjustable Pitch Fans ME-AP-01", Ilmed, Ventilazione Industriale, Viale del Mareschi 15, 10051, Avigliana (To) Italy, 2003.
2. ANONIM, "Detail Specification Cooling Tower for Secondary Cooling Water Circuit", Quality Lifetime Document, QL File : 31.02.91.01, BATAN RSG-LP.
3. ANONIM, "Safety Analysis Report", Multipurpose Reactor G.A. Siwabessy, Volume 2 Chapter 5, Rev. 8, Copy no. 9, March 1999, Badan Tenaga Nuklir Nasional
4. L.M. MILNE C.B.E, "Theoretical Aerodynamics", Fourth Edition, Dover Publications, Inc, New York, 1996.
5. VICTOR L. STREETER dan E. BENYAMIN WYLIE, Alih bahasa oleh ARKO PRIYONO, "Mekanika Fluida", Jilid 2, Edisi 8, Penerbit Erlangga, 1995
6. WILLIAM C. OSBORNE, "Fans", 2nd Edition (in SI/Metric Units), United Kingdom, Pergamon Press, 1997