



Analisa Hasil Pengujian Alat Tenaga Listrik Berbasis *Wind Turbine* di Curug Cigentis Desa Mekarbuana

Sahrul Asrofani¹, Kardiman², Ratna Dewi Anjani³

¹Mahasiswa Universitas Singaperbangsa Karawang

^{2,3}Dosen Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 3 November 2022

Revised: 5 November 2022

Accepted: 8 November 2022

One of the uses of renewable energy that currently has great potential to be developed is wind energy. This energy is clean energy and in its production process does not pollute the environment. The development of wind energy in Indonesia for now is still relatively low. One of the reasons is that the average wind speed in Indonesia is classified as low wind speed, which ranges from 3 m/s to 5 m/s, making it difficult to generate electricity on a large scale. However, the wind potential in Indonesia is available almost all year round, making it possible to develop small-scale power generation systems.

Keywords: *Wind, Power Generation, Energy.*

(*) Corresponding Author: sahrulasrofani2@gmail.com, 081293711830

How to Cite: Asrofani, S., Kardiman, K., & Anjani, R. (2022). Analisa Hasil Pengujian Alat Tenaga Listrik Berbasis Wind Turbine di Curug Cigentis Desa Mekarbuana. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(22), 115-123. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7323034>

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama manusia untuk memperoleh tujuan-tujuan kehidupan sosial, ekonomi dan lingkungan. Negara memandang energi untuk mengokohkan pembangunan berkelanjutan guna mendukung aktivitas ekonomi nasional. Dengan demikian mudah dimengerti kiranya bahwa kebutuhan energi disetiap negara selalu meningkat sejalan dengan peningkatan produk domestik bruto (*Gross National Product*, GNP) sebagaimana disampaikan oleh Anderson (1979). Kebutuhan energi dapat dipenuhi dari berbagai sumber energi primer yang dapat digolongkan menjadi dua jenis sumber. Pertama adalah sumber energi tak terbarukan (*non-renewable energy*) seperti misalnya minyak fosil, gas alam, batubara. Kedua adalah sumber energi terbarukan (*renewable energy*) seperti misalnya panas bumi (*geothermal*), air terjun atau hidro, angin, sinar matahari. Kedua sumber tersebut dapat dikonversikan menjadi energi terpakai (*used energy*)[1].

Energi yang paling krusial dalam kehidupan adalah energi listrik, karena energi listrik sudah menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat dunia khususnya masyarakat Indonesia. Hal tersebut juga menuntut para peneliti untuk mengembangkan sumber energi lain yang tidak hanya bergantung pada energi fosil semata serta emata serta ramah lingkungan dengan menggunakan energi terbarukan yaitu memanfaatkan energi angin[1].



TINJAUAN PUSTAKA

1. Teori Momentum Element Betz

Albert Betz seorang aerodinamikawan Jerman, adalah orang pertama yang memperkenalkan teori tentang turbin angin. Dalam bukunya “*Die Windmuhlen im Lichte neuerer Forschung. Die Naturwissenschaft.*” (1927), ia mengasumsikan bahwa, suatu turbin mempunyai sudu-sudu yang tak terhingga jumlahnya dan tanpa hambatan. Juga diasumsikan bahwa aliran udara di depan dan di belakang rotor memiliki kecepatan yang seragam (aliran laminar)[2].

2. Konversi Energi Angin

Turbin angin mengkonversi energi kinetik dari angin yang bergantung pada *wind power*. *Wind power* merupakan kuantitas dari energi angin yang melewati suatu area per unit waktu. Energi angin didefinisikan sebagai energi angin yang bergerak, energi tersebut adalah energi kinetik yang merupakan fungsi dari massa dan kecepatan fluida[2].

3. Mekanika Fluida

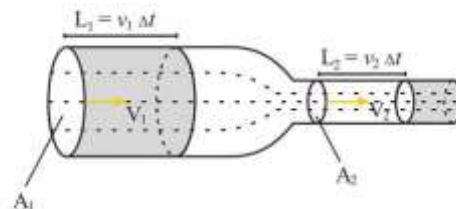
Mekanika fluida merupakan cabang dari mekanika terapan yang berkenaan dengan tingkah laku fluida dalam keadaan diam dan bergerak. Fluida merupakan zat-zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadahnya. Fluida dapat digolongkan ke dalam cairan dan gas. Perbedaan-perbedaan utama diantara keduanya, yaitu: (1) cairan bersifat *inkompresibel*, dan gas bersifat *kompresibel*, (2) cairan mengisi volume tertentu, sedangkan gas dengan massa tertentu mengembang sampai mengisi seluruh bagian wadahnya[3].

4. Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds menyatakan perbandingan gaya-gaya inersia terhadap gaya-gaya kekentalan (*viskositas*). Bilangan Reynold merupakan bilangan tak berdimensi. Dilihat dari kecepatan aliran, dikategorikan laminar bila aliran tersebut mempunyai bilangan Re kurang dari 2300, Untuk aliran transisi berada pada pada bilangan Re 2300 dan 4000 biasa juga disebut sebagai bilangan Reynold kritis, sedangkan aliran turbulen mempunyai bilangan Re lebih dari 4000[1].

5. Persamaan Kontinuitas

Massa fluida yang bergerak tidak berubah ketika mengalir. Fakta ini membimbing kita pada hubungan kuantitatif penting yang disebut dengan persamaan kontinuitas (*continuity equation*).



Gambar 1 Tabung Air Dengan Luas Penampang

Perhatikan bagian tabung aliran antara dua penampang lintang stasioner dengan luas A_1 dan A_2 (lihat Gambar 1). Laju fluida pada bagian ini berturut turut adalah v_1 dan v_2 . Apabila aliran terjadi dalam tabung dengan luas penampang yang berbeda, maka kelajuan fluida pada setiap titik pun akan berbeda[3].

6. Rotasi Benda Tegar

Sebuah benda dikatakan melakukan gerakan rotasi jika semua titik pada benda bergerak mengitari poros benda tersebut, seperti gerakan kipas angin atau gerakan compact disc. Benda tegar (*rigid body*) dapat didefinisikan sebagai benda yang memiliki bentuk dan ukuran yang definit dan tidak berubah. Dalam gerak rotasi, benda mengalami pergeseran, kecepatan dan percepatan sudut, ini analogi dengan pergeseran, kecepatan dan percepatan linier pada gerak translasi. Titik-titik yang berbeda pada suatu benda tegar yang berotasi bergerak dengan jarak yang berbeda dalam selang waktu tertentu, tergantung dari seberapa jauh titik tersebut terhadap sumbu rotasi. Tetapi karena benda itu tegar, semua titik berotasi melalui sudut yang sama pada waktu yang sama[4].

7. Momen Inersia

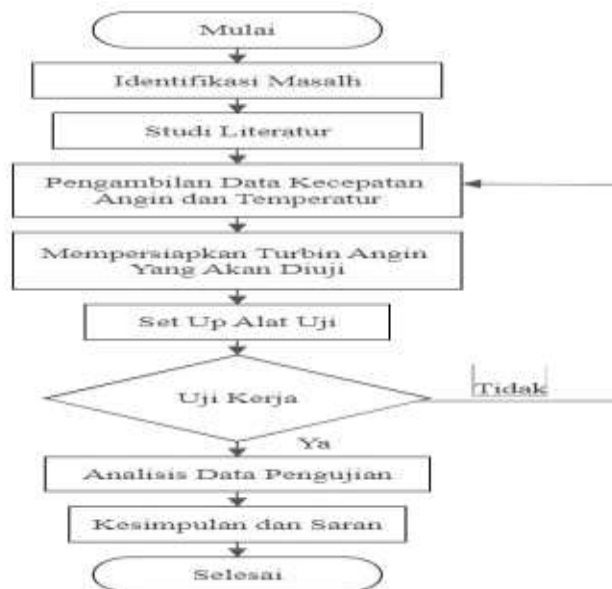
Momen inersia I adalah ukuran kelembaman sebuah benda terhadap perubahan dalam gerak rotasi (kelembaman rotasi), sama halnya seperti massa m yang merupakan sifat kelembaman benda dalam gerak translasi. Momen inersia hanya tergantung pada distribusi massa radial, tidak pada distribusinya sepanjang sumbu. Untuk sebuah benda yang sumbu rotasinya dan massa totalnya diketahui, semakin besar jarak sumbu terhadap partikel penyusun benda, semakin besar momen inersianya[3].

8. Torsi

Torsi merupakan ukuran kuantitatif dari kecenderungan sebuah gaya untuk menyebabkan atau mengubah gerak rotasi dari suatu benda. Torsi total yang bekerja pada suatu benda tegar, menentukan percepatan sudutnya dapat dihubungkan. Torsi pada masing-masing partikel disebabkan oleh gaya total yang bekerja pada partikel tersebut. Pada turbin, besar torsi bergantung pada kecepatan angin dan sudu turbin[3].

METODOLOGI PENELITIAN

1. Diagram Alir



Gambar 2 Diagram Alir

2. Prosedur Penelitian

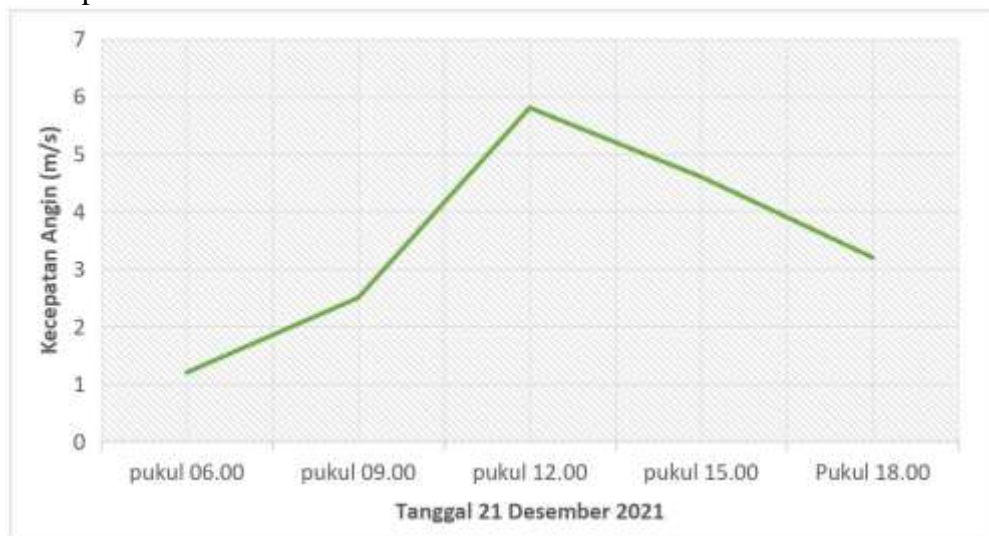
- a. Studi Literatur adalah bagian yang sangat penting dalam membuat suatu laporan penelitian, teori-teori landasan dilakukannya pada penelitian. Studi literatur dapat diartikan sebagai kegiatan yang meliputi, mencari, membaca, dan menelaah laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
- b. Pengambilan data kecepatan angin dan temperatur, dalam langkah ini dilakukan nya pengambilan data kecepatan angin dan temperatur yang berada pada curug cigentis desa mekarbuana.
- c. Mempersiapkan turbin angin yang akan di uji.
- d. Set up alay uji atau mengatur alat uji yang akan digunakan.
- e. Uji kerja, uji kerja mesin turbin yang digunakan dalam penelitian ini.
- f. Analisa data pengujian adalah Analisa data hasil pengujian kinerja turbin angin untuk endapatkan daya dari turbin angin paling besar.
- g. Kesimpulan dan saran, dalam kesimpulan yaitu hasil yang didapat dari pengujian turbin apakah turbin tersebut layak untuk di operasikan atau tidak. Sedangkan dengan saran yaitu saran atau masukan untuk penelitian selanjutnya agar penelitian ini semakin baik jika dikembangkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diambil pada tanggal 21 Desember 2021, ketika pukul 06.00-18.00 di Daerah Curug Cigentis Desa Mekarbuana Karawang.

1. Hasil Pengujian Kecepatan Angin

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa kecepatan angin pada tanggal 21 Desember 2021 terbesar terjadi pada pukul 12.00 dengan besar kecepatan 5,83 m/s. Untuk kecepatan angin terendah terjadi pada pukul 06.00 dengan kecepatan 1.27 m/s.



Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Angin

2. Hasil Pengujian Temperatur

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa Temperatur pada tanggal 21 Desember 2021 terbesar terjadi pada pukul 12.00 dengan nilai 34,5 C. Dan untuk nilai

temperatur terkecil terjadi pada pukul 06.00 dengan nilai 22.1°C. Dari pengujian di simpulkan bahwa nilai temperatur tidak berpengaruh pada kecepatan angin dan besar daya yang dihasilkan oleh generator. Dan tidak berpengaruh pada kecepatan angin yang tidak konstan.



Gambar 4 Grafik Hasil Pengujian Temperatur

3. Hasil Pengujian Putaran Turbin

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa putaran turbin pada tanggal 21 Desember 2021 terbesar terjadi pada pukul 12.00i dengan besar putaran 422 rpm Untuk kecepatan angin terendah terjadi pada pukul 06.00 dengan kecepatan 102 rpm.



Gambar 5 Gfarik Hasil Pengujian Putaran Turbin

4. Hasil Pengujian Daya Terhadap TSR

Pembahasan:

Diketahui: $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$
 $A = 0,441 \text{ m}^2$
 $Dd = 0,96 \text{ m}$

$$R_d = 0,48 \text{ m}$$

$$r = 0,0017 \text{ Nm}$$

Ditanyakan: $P_{in} = \dots\dots?$
 $P_{out} = \dots\dots?$
 $C_p = \dots\dots?$
 $\lambda = \dots\dots\dots?$

Jawab :

A. Tanggal 21 Desember 2021 Pukul 06.00

$$v = 1,27 \text{ m/s}$$

$$\omega = 1,02 \text{ rad/s}$$

$$P_{in} = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 0,441 \text{ m}^2 (1,27 \text{ m/s})^3$$

$$= 0,343 \text{ watt}$$

$$P_{out} = r \omega$$

$$= 0,0017 \text{ Nm} \times 1,02 \text{ rad/s}$$

$$= 0,001734 \text{ watt}$$

$$C_p = (P_{out}/P_{in}) 100\%$$

$$= (0,0017 \text{ Nm}/0,343 \text{ watt}) \times 100\%$$

$$= 0,5\%$$

$$\lambda = (\omega \cdot R_d) / v$$

$$= (1,02 \text{ Rad/s} \times 0,48 \text{ m}) / 1,27 \text{ m/s}$$

$$= 0,621$$

B. Tanggal 21 Desember 2021 pukul 09.00

$$v = 2,54 \text{ m/s}$$

$$\omega = 1,98 \text{ rad/s}$$

$$P_{in} = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 0,441 \text{ m}^2 \times (2,54 \text{ m/s})^3$$

$$= 0,686 \text{ watt}$$

$$P_{out} = r \omega$$

$$= 0,0017 \text{ Nm} \times 1,98 \text{ rad/s}$$

$$= 0,003366 \text{ watt}$$

$$C_p = (P_{out}/P_{in}) 100\%$$

$$= (0,003366 / 0,686) \times 100\%$$

$$= 0,49 \%$$

$$\lambda = (\omega R_d) / v$$

$$= (1,98 \text{ rad/s} \times 0,48 \text{ m}) / 2,54 \text{ m/s}$$

$$= 0,37$$

C. Tanggal 21 Desember 2021 pukul 12.00

$$v = 5,83 \text{ m/s}$$

$$\omega = 4,22 \text{ rad/s}$$

$$P_{in} = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 0,441 \text{ m}^2 \times (5,83 \text{ m/s})^3$$

$$= 1,574 \text{ watt}$$

$$P_{out} = r \omega$$

$$= 0,0017 \text{ Nm} \times 4,22 \text{ rad/s}$$

$$= 0,007174 \text{ watt}$$

$$\begin{aligned}
 C_p &= (P_{out}/P_{in}) \times 100\% \\
 &= (0,007174 / 1.574) \times 100\% \\
 &= 0,45 \% \\
 \lambda &= (\omega R_d) / v \\
 &= (4,22 \text{ rad/s} \times 0,48 \text{ m}) / 5,83 \text{ m/s} \\
 &= 0,34
 \end{aligned}$$

D. Tanggal 21 Desember 2021 pukul 15.00

$$\begin{aligned}
 v &= 4,67 \text{ m/s} \\
 \omega &= 3,05 \text{ rad/s} \\
 P_{in} &= \frac{1}{2} \rho A v^3 \\
 &= \frac{1}{2} \times 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 0,441 \text{ m}^2 \times (4,67 \text{ m/s})^3 \\
 &= 1,261 \text{ watt} \\
 P_{out} &= r \omega \\
 &= 0,0017 \text{ Nm} \times 3,05 \text{ rad/s} \\
 &= 0,005185 \text{ watt} \\
 C_p &= (P_{out}/P_{in}) 100\% \\
 &= (0,005185 / 1,261) \times 100\% \\
 &= 0,41 \% \\
 \lambda &= (\omega R_d) / v \\
 &= (3,05 \text{ rad/s} \times 0,48 \text{ m}) / 4,67 \text{ m/s} \\
 &= 0,31
 \end{aligned}$$

E. Tanggal 21 Desember 2021 pukul 18.00

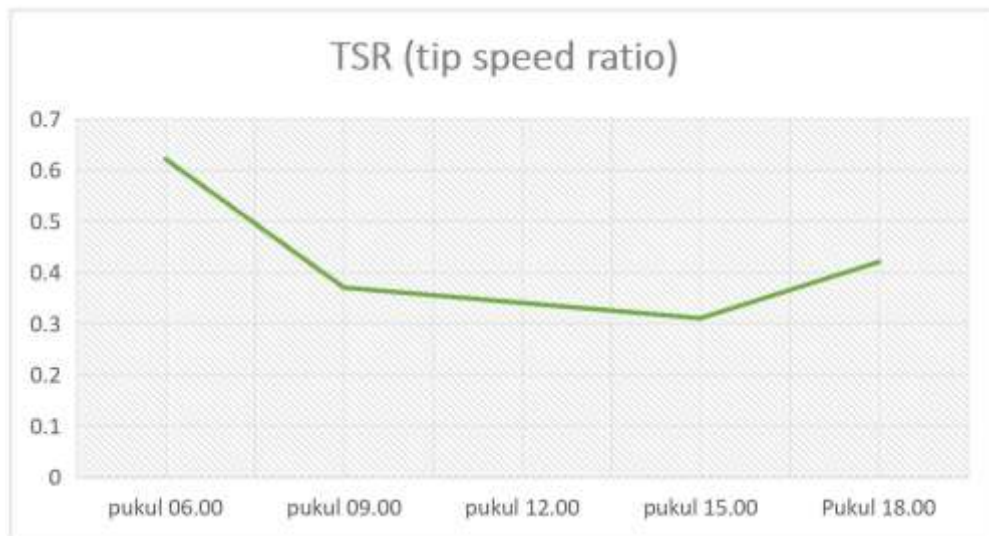
$$\begin{aligned}
 v &= 3,2 \text{ m/s} \\
 \omega &= 2,82 \text{ rad/s} \\
 P_{in} &= \frac{1}{2} \rho A v^3 \\
 &= \frac{1}{2} \times 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 0,441 \text{ m}^2 \times (3,2 \text{ m/s})^3 \\
 &= 0,864 \text{ watt} \\
 P_{out} &= r \omega \\
 &= 0,0017 \text{ Nm} \times 2,82 \text{ rad/s} \\
 &= 0,004794 \text{ watt} \\
 C_p &= (P_{out}/P_{in}) 100\% \\
 &= (0,004794 / 0,864) \times 100\% \\
 &= 0,55 \% \\
 \lambda &= (\omega R_d) / v \\
 &= (2,82 \text{ rad/s} \times 0,48 \text{ m}) / 3,2 \text{ m/s} \\
 &= 0,42
 \end{aligned}$$

Dari Gambar 6 dan 7 dibawah menunjukkan bahwa Koefisien Daya terbesar terjadi pada Tanggal 21 Desember 2021 pada pukul 18.00 dengan nilai $C_p = 0,55$ sedangkan nilai TSR terbesar pada pukul 06.00 yaitu sebesar $TSR = 0,621$. Untuk Koefisien Daya terendah terjadi pada pukul 15.00 dengan nilai $C_p = 0,41$ dan sedangkan nilai TSR terendah pada pukul 15.00

yaitu sebesar TSR = 0,31.



Gambar 6 Grafik hasil perhitungan faktor daya (Cp)



Gambar 7 Grafik hasil perhitungan tip speed ratio (TSR)

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan untuk pengujian turbin angin adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan angin pada tanggal 21 Desember 2021 terbesar terjadi pada pukul 12.00 dengan besar kecepatan 5,83 m/s. Untuk kecepatan angin terendah terjadi pada pukul 06.00 dengan kecepatan 1.27 m/s.
2. Temperatur pada tanggal 21 Desember 2021 terbesar terjadi pada pukul 12.00 dengan nilai 34,5°C. Dan untuk nilai temperatur terkecil terjadi pada pukul 06.00 dengan nilai 22.1°C.
3. Putaran turbin pada tanggal 21 Desember 2021 terbesar terjadi pada puku 12.00 dengan besar putaran 422 rpm Untuk kecepatan angin terendah terjadi pada pukul 06.00 dengan kecepatan 102 rpm.
4. Koefisien Daya terbesar terjadi pada Tanggal 21 Desember 2021 pada pukul 18.00 dengan nilai Cp = 0,55 sedangkan nilai TSR terbesar pada pukul 06.00 yaitu sebesar TSR = 0,621. Untuk Koefisien Daya terendah terjadi pada

pukul 15.00 dengan nilai $C_p = 0,41$ dan sedangkan nilai TSR terendah pada pukul 15.00 yaitu sebesar $TSR = 0,31$.

SARAN

Adapun saran untuk pengujian turbin angin selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya pengujian dilakukan dengan menggunakan alat yang lebih modern terutama pada alat tachometer.
2. Agar mendapatkan daya yang maksimal turbin angin harus dibuat lebih tinggi dari sebelumnya.

REFERENCES

- [1] F. M. Akbar and C. Rangkuti, "Pengujian Kinerja Turbin Angin Kombinasi Darrieus," *J. Tek. Mesin Univ. Trisakti*, vol. 1, no. 1, pp. 173–178, 2018.
- [2] N. Aklis, H. Syafi'i, Y. C. Prastiko, and B. M. Sukmana, "Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin Angin Darrieus-H Sumbu Vertikal Naca 0012," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 17, no. 2, pp. 6–12, 2016, doi: 10.23917/mesin.v17i2.2878.
- [3] M. Halil, "Pengujian Kinerja Turbin Angin Savonius Sumbu Vertikal Overlap Dengan Deflektor Lengkung Ganda," *Maj. Tek. Simes*, vol. 11, no. 1, 2017.
- [4] Q. Yogasmara *et al.*, "Perancangan Pulley Dan Sabuk Pada Mesin Mixer Garam Bleng Proyek," *Energy Reports*, vol. 5, pp. 909–918, 2019, doi 10.1016/j.egy. vol. 21, no. 2, pp. 1689–1699, 2017, [Online]. Available: [https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance Notebook 2.6 Smoke.pdf](https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance%20Notebook%202.6%20Smoke.pdf)