

**SIMULASI ALAT PEMANTAU PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
ANGIN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER
MELALUI MONITOR PC**

Irfan Syaifudin, Anton Breva Yunanda^{*}, Agung Kridoyono
Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Email: ^{*}antonbreva@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Kincir angin sebagai penghasil listrik diharapkan dapat beroperasi secara terus-menerus agar pasokan listrik selalu tersedia. biasanya daerah pesisir Indonesia memiliki potensi yang besar didirikannya kincir angin. Bukan hanya untuk daerah pesisir Indonesia saja yang memungkinkan untuk didirikan kincir angin, ada banyak tempat di Indonesia yang memungkinkan untuk didirikannya kincir angin. Agar mendapatkan energi angin yang cukup besar perlu adanya penelitian khusus yang dapat memantau pergerakan angin, dan kincir angin perlu dipantau atau diamati performanya. Pemantauan yang dilakukan pada parameter pembangkit listrik yang dapat menghasilkan data tentang tegangan, arus, daya dan kecepatan putaran kincir angin. Proses pemantauan pembangkit listrik tenaga angin biasanya dilakukan oleh operator secara manual dengan menggunakan anemometer dan daya yang dihasilkan oleh kincir angin. Proses pemantauan secara langsung seperti ini memerlukan usaha yang besar, serta data yang didapatkan cukup lama. Berdasarkan pertimbangan itulah, maka diperlukan sebuah sistem aplikasi yang dapat memantau segala pergerakan atau performa dari kincir angin yang pengiriman datanya menggunakan mikrokontroler. agar proses pemantauan kincir angin menjadi lebih mudah, cepat dan akurat proses pengukuran monitoring yang dihasilkan dari kincir angin menggunakan sensor - sensor sebagai pencatat nilai pada generator kincir.

Kata Kunci: Monitoring ,Tenaga angin, Sensor.

1. Pendahuluan

Indonesia sedang menggalakkan untuk mencari alternatif sumber energi listrik seperti memanfaatkan air untuk menghasilkan energi pada PLTA, memanfaatkan sampah untuk PLTSa, tenaga dari angin, tenaga dari matahari dan lain sebagainya. Namun untuk saat ini akan difokuskan pada pembahasan pembangkit listrik tenaga bayu (angin) yang diharapkan dapat menyelesaikan masalah krisis energi pada saat ini. Pembangkit listrik tenaga alternatif ini beberapa sudah mulai dikembangkan di beberapa wilayah potensial di Indonesia.

Pembangkit listrik tenaga angin adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan angin sebagai sumber utama untuk menghasilkan energi listrik alternatif. Pembangkit ini dapat mengubah angin menjadi energi listrik dengan memanfaatkan turbin yg digerakkan angin atau kincir angin. Sistem pembangkit tenaga listrik dengan memanfaatkan angin sebagai sumber energi alternatif merupakan sistem yang sedang berkembang dengan pesat, mengingat angin merupakan salah satu energi alam yang tidak terbatas.

Dikutip dari *detik finance*, Rida Mulyana, Dirjen EBTKE Kementerian ESDM, mengatakan bahwa para investor di Denmark tertarik dengan potensi energi angin di Indonesia yang mencapai 16 Gigawatt (GW) atau 16.000 Megawatt (MW).

Sebelumnya, perusahaan asal Denmark sudah pernah terlibat pada dua proyek pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) di Indonesia, yakni di PLTB Jenepono berkapasitas 65 MW dan di PLTB Sidrap 70 MW. Keduanya berada di lokasi Sulawesi selatan.

Pemanfaatan tenaga angin sebagai sumber energi alternatif di Indonesia masih dimungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut. Adanya potensi angin yang melimpah di daerah pesisir Indonesia, dimana total kapasitas terpasang di sistem konversi energi angin saat ini masih kurang dari 800 kilowatt.

Di wilayah Indonesia, sekitar lima unit kincir angin pembangkit dengan kapasitas masing-masing 80 kilowatt (kW) sudah dibangun. Tahun 2007, terdapat tujuh unit di empat lokasi yang menyusul untuk dibangun dengan kapasitas sama, masing-masing berada di Sulawesi Utara dua unit, di Pulau Selayar tiga unit dan di Nusa Penida, Bali, serta Bangka Belitung, masing-masing satu unit.

Potensi angin di Indonesia pada umumnya mempunyai kecepatan lebih dari 5 meter per detik (m/detik). Berdasarkan informasi hasil pemetaan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) pada 120 titik lokasi menunjukkan bahwa beberapa wilayah memiliki kecepatan angin lebih besar dari 5 m/detik, yakni masing-masing di Nusa Tenggara Barat, di Nusa Tenggara Timur, di Sulawesi Selatan, dan di Pantai Selatan Jawa. Adapun untuk kecepatan

angin sekitaran 4 m/detik hingga 5 m/detik, tergolong dalam skala menengah dengan potensi menghasilkan kapasitas 10-100 kW.

Pada prinsipnya, energi dihasilkan oleh Kincir Angin dengan cara angin yang berhembus mengenai bilah kincir yang akan menyebabkan perputaran kincir. Perputaran tersebut akan menyebabkan terbentuknya energi mekanik, yang mana kemudian akan menggerakkan pompa untuk menaikkan air ke atas dan kemudian air akan di tampung di dalam tangki.

Kincir Angin akan menghasilkan energi dengan cara Angin yang bergerak mengenai bilah kincir menyebabkan perputaran kincir. Berputarnya kincir tersebut akan menyebabkan terbentuknya energi mekanik, yang kemudian akan menggerakkan pompa untuk menaikkan air ke atas dan kemudian di tampung di dalam tangki. Sedangkan konversi energi angin menjadi energi listrik adalah dengan cara Angin yang melalui sudut-sudut bilah kincir akan menyebabkan bilah kincir berputar. Perputaran kincir menyebabkan perputaran pada generator. Di dalam generator, energi angin akan diubah menjadi energi listrik. Untuk pembangkit tenaga listrik dengan skala kecil, dikarenakan kecepatan angin yang senantiasa berubah, maka diperlukan adanya pengatur tegangan. Disamping itu diperlukan juga adanya baterai untuk menyimpan energi yang telah dihasilkan, karena seringkali terdapat kemungkinan dimana angin tidak berhembus. Bila angin tidak berhembus, maka generator tidak akan berfungsi sebagai motor, sehingga diperlukan adanya sebuah pemutus otomatis untuk mencegah agar generator tidak akan bekerja sebagai motor.

Kelebihan dan Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin diantaranya yaitu sifatnya yang terbaharukan juga ramah lingkungan, dimana penggunaannya tidak menghasilkan emisi polusi gas buang. Kekurangannya yaitu penggunaan angin sebagai pembangkit listrik membutuhkan lahan yang luas dan tidak memungkinkan untuk disembunyikan. Adanya aturan mengenai ketinggian bangunan juga dapat menghambat pembangunan pembangkit listrik tenaga angin. Penggunaan tiang penyangga turbin angin yang tinggi juga dapat menyebabkan terganggunya cahaya matahari yang masuk ke rumah penduduk. Perputaran baling-baling dapat menyebabkan cahaya matahari yang seolah-olah berkedip dan mengganggu pandangan.

Karena permintaan energi angin terus tumbuh pada tingkat yang eksponensial, mengurangi biaya operasi dan pemeliharaan dan meningkatkan keandalan telah menjadi prioritas utama dalam strategi pemeliharaan turbin angin. Selain pengembangan desain turbin angin yang sangat berkembang yang dimaksudkan untuk meningkatkan ketersediaan, penerapan teknik pemantauan kondisi yang andal dan hemat biaya menawarkan pendekatan yang efisien untuk mencapai tujuan ini [1].

Berdasarkan pertimbangan tersebut, diperlukan sebuah sistem monitoring pembangkit listrik tenaga angin yang dapat membantu pemerintah dan pelaku usaha dalam menentukan wilayah yang memiliki potensi untuk dapat dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin, serta dapat dijadikan panduan bagi para pengambil kebijakan dan pelaksana dalam mengintegrasikan

energi listrik berdasarkan dari perhitungan data nyata dilapangan.

2. Tinjauan Pustaka

Saeed [2] menggunakan sistem pemantauan kondisi untuk deteksi kesalahan dini yang akan meningkatkan keandalan turbin angin serta untuk mencegah kerusakan, pemadaman listrik, dan untuk meningkatkan ketersediaan generator turbin angin. Penelitian ini mengusulkan termografi inframerah sebagai pemantauan kondisi online untuk sistem angin. Teknik termografi inframerah diusulkan sebagai sistem pemantauan kondisi terintegrasi untuk digunakan dengan sistem pemantauan yang ada sebagai desain retrofit untuk meningkatkan kinerja sistem deteksi kesalahan dini.

Chakkor dan kawan-kawan [3] melakukan monitoring dan pemeliharaan turbin dengan kendali jarak jauh. Perangkat keras kendali jarak jauh dan sistem pemantauan untuk taman turbin angin dirancang. Menggunakan modul nirkabel GPRS atau Wi-Max untuk mengumpulkan pengukuran data dari sensor mesin angin yang berbeda melalui komunikasi multi-hop berbasis IP. Simulasi komputer dengan alat perangkat lunak Proteus ISIS dan OPNET telah dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang diteliti. Temuan studi menunjukkan bahwa perangkat yang dirancang cocok untuk aplikasi di taman angin.

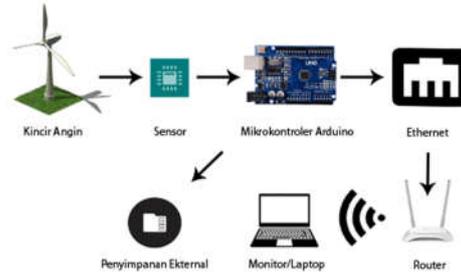
Ahmed & Kim [4] menyelidiki pendekatan agregasi data yang berbeda dari arsitektur berbasis nirkabel untuk pemantauan internal turbin angin skala besar. Tujuan utamanya adalah untuk membangun jaringan internal nirkabel di dalam turbin angin nacelle, untuk mengumpulkan data penginderaan dari

bagian yang berbeda dan mentransmisikan data ke pusat kendali jarak jauh melalui jaringan eksternal nirkabel yang melayani menara turbin di ladang angin. Arsitektur jaringan nirkabel yang diusulkan terdiri dari node sensor nirkabel, node koordinasi, dan perangkat front-end. Desain arsitektur berbasis nirkabel melibatkan pilihan komponen fisik, tipe sensor, laju sampling, dan laju data. Wi-Fi adalah teknologi menjanjikan yang dipertimbangkan untuk jaringan internal turbin angin dalam pekerjaan ini. Melalui simulasi, kinerja jaringan dievaluasi sehubungan dengan penundaan ujung ke ujung untuk berbagai pendekatan agregasi data arsitektur berbasis nirkabel.

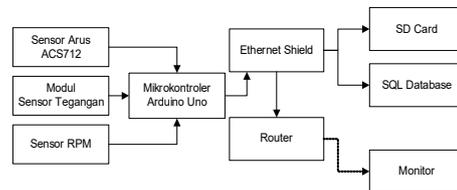
Wanye & Shi [5] membuat sistem monitor jarak jauh untuk memantau proses kerja tak berawak dan kincir yang bekerja pada lingkungan yang buruk. Di bawah sistem pemantauan jarak jauh ini, diperoleh informasi pengawasan peternakan angin, yang mirip dengan SIS pembangkit listrik bahan bakar, termasuk: peramalan daya kipas, perkiraan kesalahan generator angin dan banyak lagi. Artikel ini terutama memperkenalkan sistem OPC untuk pengumpulan data, jaringan pribadi virtual (VPN), pemantauan basis data waktu nyata, dan prediksi kesalahan. Jika ladang angin telah membentuk jaringan komunikasi khusus listrik, kita dapat mengajukan permohonan untuk jaringan komunikasi khusus untuk mentransfer data penggemar dan meningkatkan stasiun, yang akan lebih aman dan stabil. Atas dasar ini, sistem pemantauan jarak jauh memiliki fungsi prediksi kesalahan di pusat kendali.

3. Metode

Arsitektur kinerja pada pembuatan alat pemantau kincir angin agar dapat berjalan dengan baik. maka disusunnya arsitektur ini sebagai gambaran jelas bagaimana kinerja perangkat berjalan dengan baik dan mampu memantau pergerakan dari kincir angina, seperti yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem monitoring pembangkit listrik tenaga angin

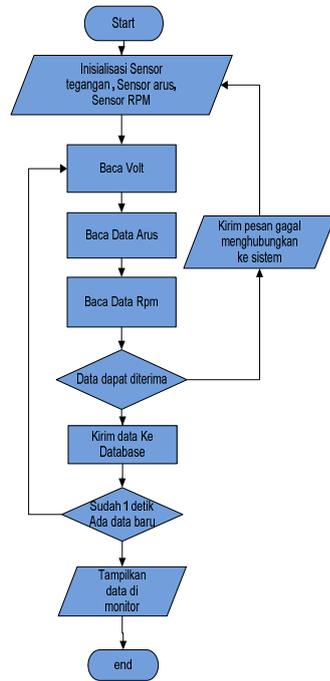


Gambar 2. Perencanaan blok diagram

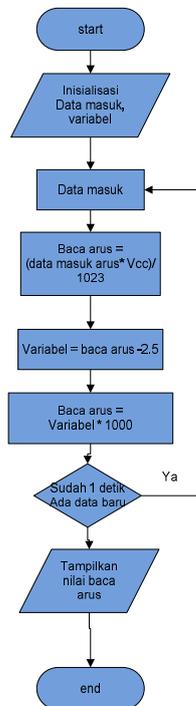
Mikrokontroler akan membaca data sensor (arus, tegangan, dan kecepatan kincir) yang berbentuk data analog, data tersebut akan dikonversi menjadi data digital. Setelah data digital tersedia maka data akan dikirim ke penyimpanan eksternal dan dikirim melalui wireless lan agar data dapat di tampilkan di layar monitor/PC.

Perancangan perangkat lunak blok diagram pada program utama, seperti pada Gambar 2 berisikan tentang garis besar hal yang dikerjakan mikrokontroler sebagai pusat pengontrol. Algoritma pada blok diagram seperti pada Gambar 3 adalah algoritma utama untuk melakukan

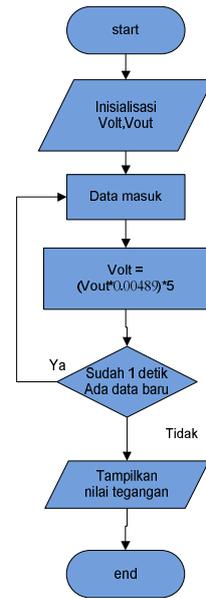
proses pemantauan kincir angin, sehingga sistem dapat berjalan dengan baik.



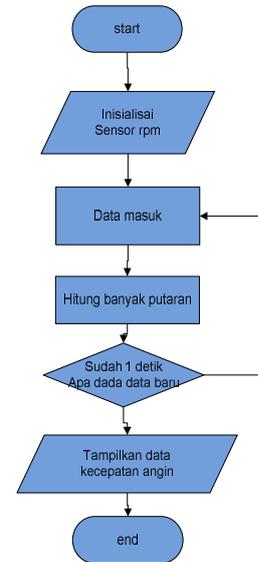
Gambar 3. Flowchart program utama



Gambar 4. Flowchart program sensor arus



Gambar 5. Flowchart program sensor tegangan



Gambar 6. Flowchart program sensor RPM

Agar data dari sensor tegangan, arus dan putaran rpm dapat terbaca dan berjalan maka di perlukan program dan flowchart tambahan untuk sensor arus pada Gambar 4, untuk program sensor tegangan pada

Gambar 5 dan program sensor RPM pada Gambar 6.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mengoperasikan sistem dalam waktu 24 jam. Paket data dikirimkan dengan jadwal pengiriman setiap 5 menit oleh sistem sehingga selama 24 jam jumlah paket data yang dikirimkan adalah 288 paket data. Dari penelitian ini pengujian dilakukan terhadap sensor – sensor, apakah dapat berjalan dengan baik atau tidak.

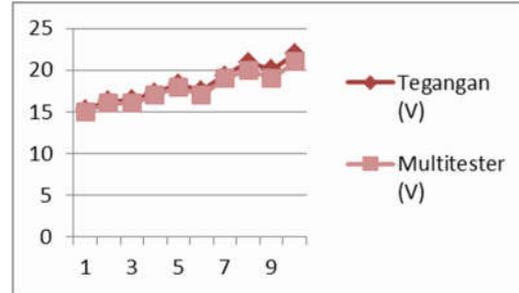
3.1. Pengujian Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan sensor yang penting untuk di uji, karena pembacaan sensor akan mempengaruhi keakuratan sensor tersebut membaca nilai tegangan yang dihasilkan kincir angin.

Tabel 1. Pengujian Sensor Tegangan

Tegangan (V)	Multitester (V)	Error %
15.31	15	0.31
16.33	16	0.33
16.41	16	0.41
17.29	17	0.29
18.34	18	0.34
17.55	17	0.55
19.36	19	0.36
20.95	20	0.95
20.05	19	1.05
21.93	21	0.93

Nilai eror rata – rata pada percobaan 10 data ini adalah $\pm 0,55$ %. Untuk mempermudah pembacaan dari Tabel 1 dibuat grafik hasil pengujian sensor tegangan, seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengujian sensor tegangan

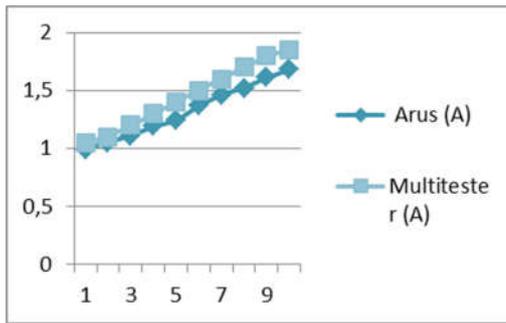
3.2. Pengujian Sensor Arus

Sensor arus menggunakan modul ACS712 dengan maksimum pembacaan arus 5A, sensor arus penting untuk di uji, karena pembacaan sensor akan mempengaruhi keakuratan sensor tersebut membaca nilai arus yang dihasilkan generator kincir angin. Pengujian dilakukan dengan berbagai beban terutama dengan rancangan lampu Led dengan sumber tegangan, perbandingan dilakukan dengan pembacaan arus di multimeter.

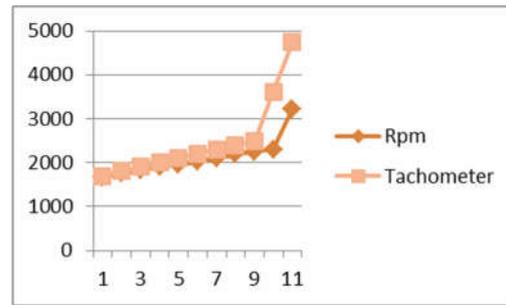
Tabel 2. Pengujian Sensor Arus

Arus (A)	Multitester (A)	Error %
0.99	1.05	-0.06
1.05	1.1	-0.05
1.11	1.2	-0.09
1.19	1.3	-0.11
1.24	1.4	-0.16
1.37	1.5	-0.13
1.46	1.6	-0.14
1.52	1.7	-0.18
1.61	1.8	-0.19
1.68	1.85	-0.17

Dari percobaan yang dilakukan yang tersaji pada Tabel 2 dengan beban dan sumber tegangan didapatkan perbedaan antara pengukuran sensor dengan pengukuran multitester digital rata – rata sebesar ± -0.09 %. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik pengujian sensor arus



Gambar 9. Grafik pengujian RPM

3.3. Pengujian sensor RPM

Sensor RPM menggunakan module encoder FC-03 pembacaan kecepatan putaran. Sensor ini penting untuk di uji, untuk mengetahui unjuk kerjanya. Hasil pengujian dari data yang didapat diperlihatkan pada Tabel 3 dengan grafik pada Gambar 9.

Table 3. Pengujian Sensor RPM

Sensor RPM	tachometer
1670	1700
1750	1800
1825	1900
1919	2000
1950	2100
2020	2200
2095	2300
2190	2400
2258	2500
2305	3610

Pada percobaan yang telah dilakukan terhadap sensor, hasil pengukuran akurat mendekati tachometer. namun mikrokontroler arduino mempunyai batasan pembacaan kecepatan yaitu tidak lebih dari 3500 rps (rotasi per second) seperti pada data ke10. Pembacaan sensor 2305 rps sedangkan tachometer 3610 rps. Hal ini karena mikrokontroler hanya mempunyai 10 bit konversi data, sedangkan data yang masuk melebihi 10 bit data.

3.3. Hasil Pengujian Alat di Lapangan

Pengujian lapangan dilakukan dengan menggunakan generator kapasitas 12 Volt dan daya 10Watt . Untuk mengukur arus yang dihasilkan maka ditambahkan beban pada generator berupa beberapa resistor yang dirangkai secara paralel dengan lampu led untuk mengindikasikan bahwa jika lampu menyala di tempat tersebut memiliki potensi energi angin yang cukup besar dan perlu di adakan pemantauan lebih lanjut, dengan tampilan pada monitor seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan di monitor

Contoh hasil pengujian disajikan pada Tabel 4. Pada ke 10 data nilai tegangan tidak bisa lebih dari 12 Volt karena kapasitas dari alat simulasi dari generator saya tidak lebih dari 12 Volt. Nilai tegangan dapat mempengaruhi

nilai arus dan rpm juga, jadi semakin besar volt yang dihasilkan generator maka semakin besar pula arus dan kecepatan yang dihasilkan.

Tabel 4. Pengujian Data Masuk Pada Database SQLyog

data_masuk	tegangan	arus	rpm
2018-07-21 12:47:38	10.81	1.81	120
2018-07-21 12:52:37	7.12	1.47	117
2018-07-21 12:57:36	9.97	1.66	115
2018-07-21 13:02:35	10.24	1.79	119
2018-07-21 13:07:38	5.01	0.97	102
2018-07-21 13:12:34	3.78	0.52	77
2018-07-21 13:17:35	9.87	1.59	102
2018-07-21 13:22:36	6.11	1.01	100
2018-07-21 13:27:35	1.11	0.09	58
2018-07-21 13:32:37	7.34	1.39	105

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Dengan diselesaikan alat pemantau pembangkit listrik ini dapat diberikan kesimpulan :

1. Hasil penelitian mampu menghimpun informasi tentang kecepatan angin, RPM, Arus, dan Tegangan listrik.
2. Karena alat menggunakan wi-fi maka jangkauan koneksi wi-fi tergantung kondisi sekitar, jika jarak pembangkit dengan pemantaunya terlalu jauh maka data tidak bisa terkirim.

5.2. Saran

Saran-saran yang dapat diberikan untuk alat pemantau pembangkit listrik ini adalah:

1. Sebaiknya kincir jangan dipasang diantara beberapa bangunan, atau sebaiknya kincir dipasang di daerah pantai/daerah yang memungkinkan kecepatan angin tinggi.
2. Agar kinerja lebih maksimal, pemantau kincir angin seharusnya dapat menampilkan database di layar monitor agar tidak perlu melihat data dalam

bentuk excel dan pemangilan data dapat cepat di tampilkan.

6. Daftar Pustaka

- [1] P. Tchakoua, R. Wamkeue, M. Ouhrouche, F. Slaoui-Hasnaoui, T. A. Tameghe, and G. Ekemb, "Wind turbine condition monitoring: State-of-the-art review, new trends, and future challenges," *Energies*, vol. 7, no. 4, pp. 2595–2630, 2014.
- [2] A. Saeed, "Online Condition Monitoring System for Wind Turbine Case Study," Blekinge Institute of Technology, 2008.
- [3] S. Chakkor, M. Baghourri, and A. Hajraoui, "Wind turbine fault detection system in real time remote monitoring," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 4, no. 6, pp. 882–892, 2014.
- [4] M. A. Ahmed and Y. C. Kim, "Wireless communication architectures based on data aggregation for internal monitoring of large-scale wind turbines," *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 12, no. 8, 2016.
- [5] Y. Wanye and Y. Shi, "The Design and Implement of Wind Fans Remote Monitoring and Fault Predicting System," in *Wind Energy Management*, P. Bhattacharya, Ed. InTech, 2016, pp. 63–84.