

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wireless Sensor Network

2.1.1 Pengertian Dasar WSN.

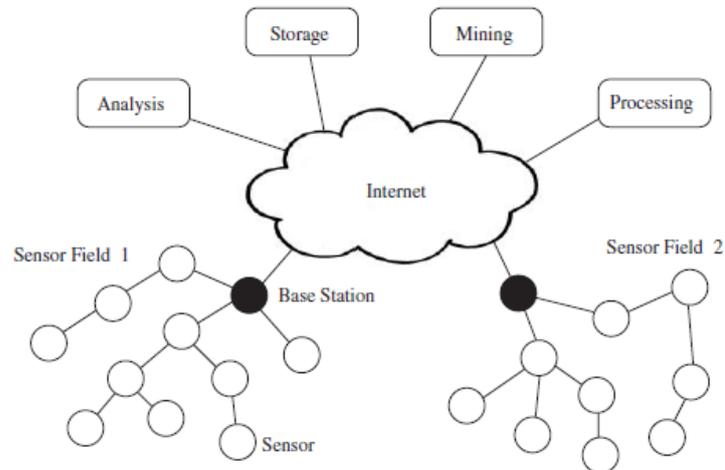
Wireless sensor network (WSN) terdiri dari sejumlah node sensor khusus dengan penginderaan dan kemampuan komputasi, yang dapat merasakan dan memonitor parameter fisik dan mengirimkan data yang dikumpulkan ke lokasi pusat menggunakan teknologi komunikasi nirkabel. Sebuah WSN memiliki nomor karakteristik yang melekat termasuk lingkungan yang tidak dapat dikendalikan, kendala topologi, dan terbatas sumber node untuk energi dan daya komputasi[11]

Secara umum, sebuah WSN menggunakan lebih banyak sensor daripada penempatan optimal untuk meningkatkan keandalan sistem dan toleransi kesalahan [12]. Selama dekade terakhir, WSN telah banyak digunakan dalam berbagai bidang aplikasi yang terkait pemantauan air[13]

Dalam sistem pemantauan lingkungan laut berbasis WSN, berbagai jenis sensor digunakan monitor dan ukur parameter fisik dan kimia yang berbeda seperti suhu air, tekanan, arah angin, kecepatan angin, salinitas, kekeruhan, pH, kepadatan oksigen, dan kadar klorofil[14].

WSN fisik topologi dan kepadatan sepenuhnya tergantung pada aplikasi [15], sehingga desain dan penyebaran WSN harus mempertimbangkan lingkungan dan penerapannya.

Sejumlah node sensor dikerahkan untuk meningkatkan akurasi data dan mencapai konektivitas sistem yang lebih baik. Namun, penyebaran node sensor yang padat memiliki beberapa kerugian: konsumsi energi yang tinggi, tabrakan data, interferensi, dll. [16].



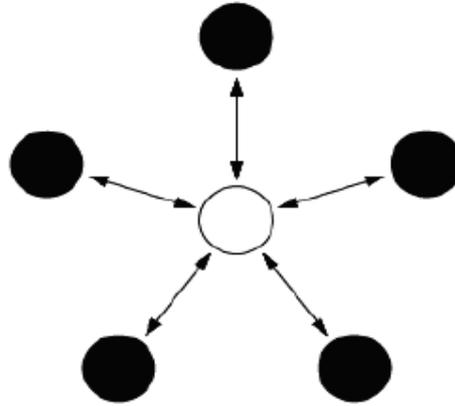
Gambar 2.1 Wireless Sensor Network[10]

2.1.2 Struktur Jaringan Topologi WSN

Struktur WSN umumnya memiliki 3 jaringan khas yang sering dipakai untuk membangun suatu wsn . jaringan tersebut merupakan : 1. Topologi Star , 2. Topologi Mesh dan 3. Topologi Tree.

1. Topologi Star

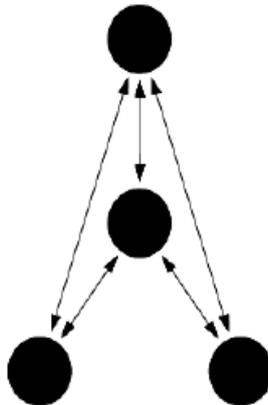
Jaringan Star adalah topologi komunikasi tempat stasiun induk tunggal dapat mengirim dan / atau menerima pesan ke sejumlah node jauh. Simpul remote tidak diizinkan untuk mengirim pesan satu sama lain.[10]. Sebuah topologi bintang adalah arsitektur single-hop point-to-point di mana setiap sensor node terhubung langsung ke node sink. Ini berpotensi menggunakan paling sedikit kekuatan di antara ketiganya arsitektur topologi.[14].



Gambar 2.2 Topologi Star [14]

2. Topologi Mesh

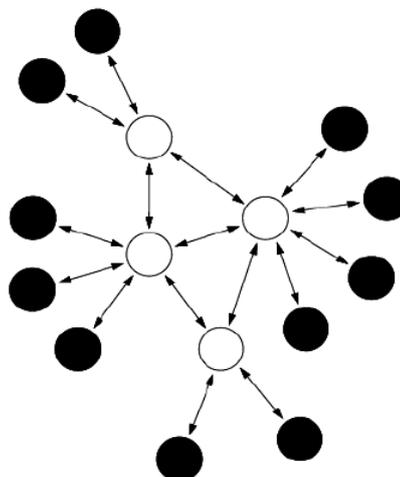
Topologi mesh adalah arsitektur multi-hopping satu-ke-banyak di mana masing-masing node router terhubung ke beberapa node. Keuntungannya atas topologi bintang termasuk rentang yang lebih panjang jarak transmisi, penurunan kehilangan data, dan kemampuan komunikasi penyembuhan diri yang lebih tinggi. Namun, kerugiannya adalah pada biaya latensi yang lebih tinggi dan konsumsi daya yang lebih tinggi.[10] Jaringan *mesh* memungkinkan transmisi data dari satu node ke node lain di jaringan yang berada dalam jangkauan transmisi radionya. Kerugian dari jenis jaringan ini adalah konsumsi daya untuk node yang menerapkan komunikasi multi-hop pada umumnya lebih tinggi daripada node yang tidak memiliki kemampuan ini, seringkali membatasi masa pakai baterai. Selain itu, karena jumlah hop komunikasi ke tujuan meningkat, waktu untuk menyampaikan pesan juga meningkat, terutama jika operasi dengan daya rendah dari simpul adalah persyaratan[14]



Gambar 2.3 Topologi Mesh [14]

3. Topologi Tree

Topologi Tree adalah arsitektur hibrida bintang-mesh. Dibutuhkan keuntungan dari konsumsi daya rendah dan arsitektur sederhana dari topologi bintang, serta jangkauan diperpanjang dan toleransi kesalahan dari satu mesh. Namun, mungkin ada beberapa latensi[10] Pada topologi jaringan ini, node sensor dengan daya terendah tidak diaktifkan dengan kemampuan untuk meneruskan pesan.. Umumnya, node dengan kemampuan multi-hop adalah daya yang lebih tinggi, dan jika mungkin, sering dihubungkan ke saluran listrik. Ini adalah topologi yang diimplementasikan oleh jaring jaringan *mesh* [14]



Gambar 2.4 Topologi Tree/ hybrid star [14]

2.2 WSN sebagai sistem monitoring lingkungan

Pembangunan industri dan konstruksi mengakibatkan meningkatnya polusi industri pada lingkungan. Pencemaran industri terdiri dari limbah dalam bentuk air, gas dan padat. Secara umum, limbah ini berbahaya karena sebagian besar komponennya terdiri dari adiktif dan bahan-bahan kimia yang sulit terdegradasi [6]. Zat-zat ini memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dan mengancam kelangsungan hidup makhluk hidup, menurut Environmental Protection Agency. Beberapa negara maju telah mengembangkan teknologi untuk mendeteksi tingkat limbah dalam air, tetapi karena ini relatif mahal untuk diadopsi di Indonesia, itu harus dikembangkan secara independen di dalam negeri untuk menghemat pengeluaran barang-barang impor.[7]

Lingkungan saat ini sudah sangat tercemar ini disebabkan banyaknya faktor yang mendukung terjadinya pencemaran. pencemaran lingkungan tidak tercipta dari hanya limbah industri tetapi juga dari limbah pembuangan emisi kendaraan.

mesin telah meningkat secara substansial dari hari ke hari. Sebagai tambahannya meluasnya penggunaan mesin-mesin ini dengan banyak kelebihan, mereka memainkan peran penting dalam pencemaran lingkungan masalah di seluruh dunia. Mesin diesel dianggap sebagai satu kontributor terbesar untuk pencemaran lingkungan disebabkan oleh emisi gas buang, dan mereka bertanggung jawab atas beberapa masalah kesehatan .[8]

Wireless Sensor Network atau Jaringan sensor nirkabel merupakan perangkat otonom yang terdistribusi khusus menggunakan sensor dalam memantau kondisi fisik atau lingkungan, seperti suhu, suara, getaran, tekanan, gerakan di lokasi yang berbeda[9] dan secara kooperatif meneruskan data melalui jaringan ke jaringan utama atau *Base Station* yaitu lokasi dimana data dapat diamati dan dianalisis dan berperan sebagai antarmuka antara pengguna dan jaringan[10].

Aplikasi untuk WSN banyak dan beragam. Mereka digunakan dalam aplikasi komersial dan industri untuk memonitor data yang akan sulit atau mahal untuk dipantau dengan menggunakan sensor kabel. Dalam aplikasi yang khas, WSN tersebar di wilayah yang dimaksudkan untuk mengumpulkan data melalui node sensornya [9].

Sistem pemantauan kualitas air biasanya dikembangkan untuk memantau kondisi dan kualitas air termasuk suhu, pH, kekeruhan, konduktivitas dan oksigen terlarut (DO) untuk teluk laut, danau, sungai dan badan air lainnya. Sistem penginderaan dan pemantauan lautan digunakan untuk memantau air laut kondisi dan parameter lingkungan lainnya[14].

Tidak hanya laut yang mengalami pencemaran lingkungan tetapi seluruh element di muka bumi ini telah mengalami pencemaran yang sangat signifikan dari tahun ke tahun .

Karena pertumbuhan dramatis dalam perkembangan industri dan populasi, lingkungan atmosfer alami telah menjadi tercemar dan cepat memburuk. Jadi, itu pemantauan dan pengendalian polutan seperti itu sangat penting untuk mencegah bencana lingkungan. Instrumen analitik konvensional untuk tujuan ini memakan waktu, mahal, dan jarang digunakan secara real-time di lapangan. Dengan demikian, sensor gas solid state itu kompak, kuat, dengan aplikasi serbaguna dan biaya rendah, bisa menjadi alternatif yang sama efektifnya[17].

Environmental Protection Agency (2014) menyatakan enam polutan udara berbahaya bagi kesehatan manusia, kerusakan lingkungan bahkan harta benda yang kini umum ditemukan di Amerika Serikat adalah *particulate matter*, *ground-level ozone*, karbon monoksida, sulfur oksida, nitrogen oksida, dan timbal (Pb). Adanya kadar Pb udara tinggi di jalan raya diakibatkan polutan udara yang terakumulasi tersebut sebagian besar dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor yang menggunakan timbal (Pb) sebagai bahan aditif dalam bahan bakar bensin. Senyawa timbal (Pb) tersebut berbentuk *Tetraethyl Lead* (TEL) dan *Tetramethyl Lead* (TML) yang berfungsi untuk meningkatkan nilai oktan dari bahan bakar bensin, meningkatkan daya pelumas, serta meningkatkan kinerja kendaraan bermotor dengan pembakaran bahan bakar bensin pada mesin yang lebih efisien. [19]

Lingkungan yang telah tercemar tidak hanya berada di luar rumah saja tetapi udara yang berada di dalam ruangan pun masih dapat terkena pencemaran lingkungan .

Ada kesadaran publik yang berkembang mengenai risiko yang terkait dengan kualitas udara dalam ruangan yang buruk di rumah dan tempat kerja. Karena orang Amerika menghabiskan sekitar 22 jam setiap hari di dalam ruangan, individu yang rentan jauh lebih besar risiko efek kesehatan yang merugikan dari tingkat paparan kronis yang rendah polutan udara dalam ruangan dari waktu ke waktu. Seiring dengan partikulat materi, gas seperti ozon, nitrogen dioksida, karbon monoksida, dan sulfur dioksida; mikroba dan kimia organik yang mudah menguap senyawa; asap pasif; dan udara luar ruangan adalah jenis polutan udara yang paling umum ditemui di dalam ruangan[18].

2.3 Aplikasi Monitoring Lingkungan Real Time

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel telah mendapatkan popularitas yang cukup besar karena fleksibilitas mereka dalam memecahkan masalah di berbagai domain aplikasi dan berpotensi untuk mengubah hidup kita dengan berbagai cara. WSN telah berhasil diterapkan di berbagai domain aplikasi dan aspek kehidupan.

Aplikasi militer: Jaringan sensor nirkabel kemungkinan merupakan bagian integral dari komando militer, kontrol, komunikasi, komputasi, intelijen, pengawasan di medan perang, sistem pengintaian dan penargetan. Mobile robot war merupakan pengaplikasian dari WSN sehingga manusia bisa melakukan pertahanan hanya dengan sebuah robot sebagai pengganti manusia.

Area monitoring : Di area *monitoring*, node sensor dikerahkan di atas wilayah dimana beberapa fenomena dipantau. Bila sensor mendeteksi kejadian yang dipantau (panas, tekanan dll), kejadian tersebut dilaporkan ke salah satu base station, yang kemudian mengambil tindakan yang tepat.

Transportasi : Informasi lalu lintas real-time dikumpulkan oleh WSN untuk kemudian dikirimkan model transportasi dan *driver* peringatan kemacetan dan masalah lalu lintas. Informasi pelanggaran yang diterima dari transportasi juga termasuk WSN real time karena dari data yang dikumpulkan oleh cctv langsung dikirim ke server database .

Aplikasi kesehatan : Beberapa aplikasi kesehatan untuk jaringan sensor mendukung antarmuka untuk penyandang cacat, pemantauan pasien terpadu, diagnostik, dan pemberian obat di rumah sakit, pemantauan data fisiologis manusia, dan pemantauan & pemantauan dokter atau pasien di dalam rumah sakit.

Penginderaan lingkungan : Istilah *Environmental Sensor Network* telah dikembangkan untuk mencakup banyak aplikasi penelitian *WSNs to earth science*. Ini termasuk merasakan gunung berapi, samudra, gletser, hutan , monitoring siklus kehidupan di perairan dll. Beberapa area utama lainnya tercantum di bawah ini :

1. Pemantauan polusi udara
2. Deteksi kebakaran
3. Monitoring sistem perairan
4. Deteksi tanah longsor
5. Monitoring rumah kaca.
6. Deteksi gas berbahaya

Pemantauan struktural : *Wireless sensor* dapat digunakan untuk memantau pergerakan di dalam bangunan dan infrastruktur seperti jembatan, jalan layang, tanggul, terowongan dll yang memungkinkan praktik rekayasa untuk memantau aset dari jarak jauh tanpa memerlukan kunjungan ke tempat yang mahal. Pemantauan jarak jauh ini didukung oleh sensor-sensor node pada wsn yang mampu menembus halangan sehingga terjadi komunikasi jarak jauh

Pemantauan industri : WSN telah dikembangkan untuk mesin kondisi berbasis pemeliharaan (CBM) karena mereka menawarkan penghematan biaya yang signifikan dan memungkinkan fungsi baru. Dalam sistem kabel, pemasangan sensor cukup sering dibatasi oleh biaya pemasangan kabel.

Sektor pertanian : menggunakan *Wireless sensor* membebaskan petani dari pemeliharaan kabel di lingkungan yang sulit. Otomatisasi irigasi memungkinkan penggunaan air lebih efisien dan mengurangi limbah. Membuat petani lebih cepat dalam melakukan proses pertanian seperti monitoring hasil panen , dan bisa membuat pekerjaan petani lebih mudah dalam mengetahui hama yang menyerang dengan cara melihat monitoring dari WSN.

2.4 Aplikasi Lingkungan Berbasis IoT

IoT atau istilahnya Internet of Thing merupakan sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer jadi secara definisi IoT komunikasi yang bisa bergerak dengan sendirinya tanpa bantuan user (manusia). Adapun pengaplikasian dari IoT yakni :

Hadirnya teknologi Internet of Things (IoT) potensial dimanfaatkan untuk solusi pemantauan tersebut. IoT merupakan teknologi yang memungkinkan benda-benda di sekitar kita terhubung dengan jaringan internet. Teknologi ini ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Hingga saat ini, teknologi IOT sudah dikembangkan dan diaplikasikan. Cara kerjanya setiap obyek diberikan identitas unik (IP Address) agar dapat terhubung dengan internet sehingga bisa diakses kapan saja dan dimana saja [20].

Sistem keamanan lingkungan perumahan yang dikembangkan ini merupakan sistem yang dapat digunakan untuk melakukan proses monitoring suatu lingkungan perumahan dengan menggunakan telepon pintar berbasis Android serta melihat hasil rekaman kejadian yang terjadi sebelumnya. Sistem menggunakan Raspberry Pi sebagai pusat komputasi pada beberapa lokasi pengamatan yang terhubung dengan suatu komputer server dan telepon pintar atau smartphone pengguna untuk mengakses aplikasi web untuk melakukan monitoring melalui suatu jaringan lokal nirkabel [21]

Jaringan listrik cerdas atau yang lebih dikenal dengan istilah *Smart Grid* merupakan salah satu bentuk transformasi dan reformasi teknologi di industri ketenagalistrikan. *Smart Grid* adalah jaringan energi listrik modern yang secara cerdas dapat mengintegrasikan jaringan listrik dengan perangkat komunikasi yang mendukung pembangkit dan jaringan transmisi distribusi listrik menjadi lebih atraktif, komunikatif dan berkualitas. *Smart Grid* juga mampu untuk mencegah dan mengisolasi gangguan dengan cepat serta menyajikan informasi data kelistrikan secara *real time*. Sedangkan Internet of Thing (IoT) adalah

sebuah metode yang bertujuan untuk memaksimalkan manfaat dari konektivitas internet untuk melakukan transfer dan pemrosesan data-data atau informasi melalui sebuah jaringan internet secara nirkabel, virtual dan otonom.[22].

Perkembangan industri jasa transportasi memegang peranan penting dan berkembang pesat dalam hal distribusi. Di dalam industri jasa transportasi kita mengenal tiga jenis transportasi, yaitu : transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara. Peningkatan jumlah kendaraan di jalan raya yang jauh melebihi pertumbuhan panjang badan jalan yang tersedia menyebabkan waktu tempuh kendaraan menjadi sulit untuk diperkirakan karena banyaknya kemacetan serta keamanan kendaraan tersebut menjadi suatu permasalahan sendiri. Aplikasi ini dapat mengontrol keberadaan dan kecepatan kendaraan travel, mengontrol rute perjalanan, dapat mengetahui estimasi jadwal pada kendaraan travel, dan juga dapat mengetahui history keberangkatan[23].

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini berdampak pada meningkatnya kebutuhan manusia akan sumber daya energi. Salah satunya penggunaan LPG (Liquefied Petroleum Gas) dalam kehidupan sehari-hari. Namun dari banyaknya kelebihan yang didapatkan dari pemanfaatan LPG tersebut, masih terdapat beberapa faktor berbahaya yang harus diperhatikan. Misalnya dalam proses pemasangan tabung LPG yang tidak benar dapat menyebabkan terjadinya kebocoran gas yang nantinya dapat memicu ledakan. Untuk itulah diperlukan alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas dengan Internet of Things supaya dapat memberikan notifikasi yang cepat agar bisa dilakukan penanggulangan dini jika terjadinya kebocoran gas.[24]

Salah satu perkembangan teknologi internet pada saat ini adalah Internet of thing. Ada beberapa protokol yang berkembang untuk implementasi Internet of things diantaranya adalah Message Queue Telemetry Transport (MQTT). Pada artikel ini dibahas implementasi protokol MQTT untuk sistem monitoring suhu jarak jauh. Implementasi sistem menggunakan sensor suhu LM35, Arduino UNO dan modul wifi Esp8266 ver 01. Prototype sistem berhasil direalisasikan baik pada Node Sensor maupun Node Monitor. Berdasarkan hasil pengujian, sistem

dapat melakukan koneksi ke server MQTT lokal maupun server MQTT global, mampu mengirim data (publish) dan menerima data (subscribe)[25].

Monitoring suhu jarak jauh sangat bermanfaat jika dilakukan pada daerah yang luas, daerah yang berbahaya atau untuk kecepatan pengambilan data karena hanya peralatan sensor dan sistem transmisi yang berada di lokasi. Akses jarak jauh dapat melalui media kabel, nirkabel atau serat optik baik secara *point to point* maupun jaringan[25].

2.5 Perbandingan Penelitian

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Penulis	Teknik Deteksi	Software	Hardware	Sensor	ITS kategori aplikasi	Kelebihan	Kekurangan
Zhisheng Li, Qingmei Wen, Ruilin Zhang	Sources, health effects and control strategies of indoor fine particulate matter	-	-	-	Environmental Informasi	<ul style="list-style-type: none"> - Meningkatkan kualitas udara pada bangunan yang kedap udara - Konsentrasi PM2.5 dalam ruangan yang tinggi memiliki dampak langsung pada manusia sehingga di minimalisir - 	<ul style="list-style-type: none"> - lingkungan dalam ruangan sangat tercemar dengan sumber sumber kompleks
Bedoui, S, Gomri, S. Samet, H. and Kachouri,	A prediction distribution of atmospheric pollutants using	discriminant analysis DA, mapping, ozone, suspended	vector machine SVM	-	Environmental Informasi A prediction distribution of atmospheric pollutants using	<ul style="list-style-type: none"> - Mudah dalam mengontrol dan memperkirakan parameter kualitas udara - SVM sangat efektif untuk 	<ul style="list-style-type: none"> - Data prediksi partikel ozon tidak terlalu tepat

	support vector machines, discriminant analysis and mapping tools	particles				memprediksi konsentrasi ozon dan partikel	
Hakim-Moulay Dehbi , Marta Blangiardo ,John Gulliver	Air pollution and cardiovascular mortality with over 25 years follow-up: A combined analysis of two British cohorts	-	-	-	Environmental Informasi	Meminimalisir efek buruk dari pencemaran udara pada mortalitas penyakit kardiovaskular (CVD).	- Pengembangan penelitian masih mencakup beberapa masyarakat di benua eropa sehingga kurang terisolir lebih mendunia.
Bo dong, subir biswas, Alexander Montoye, Karin Pfeiffer	Comparing Metabolic Energy Expenditure Estimation Using Wearable Multi-Sensor Network and Single Accelerometer	-	Multi sensor network-	Accelometer, ActiGraph GT3X	Wearable Sensor Network	- jaringan sensor yang dapat dipakai dapat mendeteksi 14 ktivitas dengan akurasi hingga 6,95%, dan terbukti lebih banyak sensor yang bisa memberikan akurasi deteksi yang lebih tinggi	- sensor pada ActiGraph GT3X keakuratan nya lebih buruk dari pada wsn dengan berapa akurasi turun menjadi 80,71%, dan itu menunjukkan beberapa kesulitan
Duk-Dong Lee	Environmental	-	Semiconductor and Capacitor-	optical spectroscopy or	Environmental	- sensor gas solid-state itu kompak, kuat,	- pertumbuhan dramatis dalam pengembangan industri dan

and Dae-Sik Lee	Gas Sensors		Type Gas Sensors	gas chromatography/mass spectrometry	system	dengan aplikasi serbaguna dan biaya rendah, bisa menjadi alternatif yang sama efektifnya	populasi, lingkungan atmosfer alami telah tercemar dan cepat memburuk - Instrumen analitik konvensional untuk tujuan ini memakan waktu, mahal, dan jarang digunakan secara real-time di lapangan
K.Wetchakuna, T. Samerjai, N.Tamaekong, C.Liewhiran, C. Siriwong, V. Kruefu, A. Wisitsoraat, A. Tuantranont, S. Phanichphant	Sensors and Actuators B: Chemical	-	chemiresistive, surface acoustic wave (SAW), quartz crystal microbalance (QCM),	transistor (MOSFET), metal-oxide-semiconductor	environmentally hazardous gases	- Gas sensor telah dianggap alternatif yang menjanjikan bagi lingkungan pengukuran karena biaya rendah, sensitivitas tinggi, respon cepat dan antarmuka elektronik langsung	Sensor gas oksida logam semikonduktor chemiresistive mengalami perubahan resistansi terhadap paparan gas pereduksi sehingga harus selalu di perhatikan
Jonathan A. Bernstein, MD, Neil Alexis, PhD,	The health effects of nonindustrial indoor air	-	-	-	Environmental system	Meminimalisirkan efek kesehatan yang diakibatkan polusi udara didalam ruangan	Masih kurangnya sosialisasi kepada masyarakat tentang dampak yang diakibatkan oleh

Hyacinth Bacchus, NP.....	pollution					dengan cara memberi informasi ke masyarakat.	polusi udara
Nikos Grammalidis1, Enis Çetin, Kosmas Dimitropoulos, dkk...	A MULTI- SENSOR NETWORK FOR THE PROTECTION OF CULTURAL HERITAGE	online Adaptive Decision Fusion (ADF) framework	Wireless sensor network,zigbee wireless	Temperatur sensor . gps ,kamera	Network security of cultural	<ul style="list-style-type: none"> - Jangkauan monitoring kebakaran lebih luas karna didukung map gps. - Pemantauan terhadap kebakaran secara real time dan cepat . - Telah didukung algoritma cerdas yang berfungsi pengenalan pola serta teknik fusi data untuk secara otomatis menganalisis informasi sensor 	<ul style="list-style-type: none"> - keterbatasan penerbangan dengan kontrol lalu lintas udara atau kondisi cuaca buruk dan jangkauan yang terbatas - Sistem udara mengacu pada sistem yang dipasang di gelikopter (ketinggian <1 km) atau pesawat terbang (hingga 2 hingga 10 km di atas permukaan laut)
Muhammad Fachrurrozi, Saparudin, Erwin	Real Time Monitoring System of Pollution Waste on Musi River Using Support	Support Vector Machine (SVM), Structural Risk Minimization (SRM).	-	GPRS	Environmental system monitoring	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem ini bekerja secara real time, sehingga dapat dengan cepat meminimalkan dampak negatif dari polusi. - Menguji kadar 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya relatif mahal karena banyak nya alat yang harus di impor. -

	Vector Machine (SVM) Method					kualitas air derajat keasaman (pH), kekeruhan, dan zat amonia (NH3). Dengan akurat sehingga bisa ditentukan kualitas air layak konsumsi	
Guobao Xu, Weiming Shen, and Xianbin Wang	Applications of Wireless Sensor Networks in Marine Environment Monitoring: A Survey	CPLD sampling controller	Cpu, memory, wireless transceiver, RF transceiver, solar panel, wind energy, tidal power, seawater generator, etc	Zigbee, ARM-DSP, CDMA wireless transmission networks, and	Environment Monitoring	<p>- (WSN) baru-baru ini dianggap sebagai alternatif yang berpotensi menjanjikan untuk memantau lingkungan laut sejak saat itu mereka memiliki sejumlah keunggulan seperti operasi tanpa awak, penempatan yang mudah, waktu nyata pemantauan, dan biaya yang relatif rendah.</p> <p>- Monitoring ini berfungsi real time.</p>	<p>- Sistem pemantauan lingkungan laut tradisional menggunakan kapal penelitian oseanografi mahal.</p> <p>-</p>
Wei Ying Yi, Kin Ming Lo, Terrence Mak, Kwong Sak Leung, Yee	A Survey of Wireless Sensor Network Based Air Pollution Monitoring	According to data from Google Search, Email,	Sensor node hardware.	Gas chromatograph-mass spectrometers, zigbee, gsm.	Monitoring Systems	- Sistem real-time dengan spatio-temporal tinggi resolusi	- ketersediaan data yang terbatas dan non-skalabilitas udara konvensional sistem

Leung , and Mei Ling Meng	Systems	SMS and customizedWeb App				- The Next Generation Sistem Pemantauan Polusi udara (TNGAPMS) dan telah mencapai terobosan signifikan oleh memanfaatkan teknologi penginderaan tingkat lanjut	pemantauan polusi - ketersediaan data yang terbatas dan non-skalabilitas udara konvensional sistem pemantauan polusi
------------------------------	---------	---------------------------------	--	--	--	---	--