

STUDI TEKNIK SENSOR NIRKABLE UNTUK SENSOR INDUSTRI ANALOG MENGGUNAKAN PROTOCOL WIFI

Study of Wireless Sensing Technique for Industrial Analog Sensor Using WiFi Protocol

Ali Jaya dan Zulfa

Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung
Jl. By Pass Soekarno-Hatta Km.1 Rajabasa. Bandar Lampung.
E-mail: berjaya.aj82@gmail.com

Abstrak : Dalam aplikasi industri, sensor tradisional masih banyak menggunakan output analog. Beragam keluaran seperti ampere, voltage atau resistant membuat sensor membutuhkan beberapa perangkat untuk membuat sensor pintar. Untuk menjembatani teknologi antara sensor tradisional yang terpasang dengan sensor pintar maka dilakukan penelitian ini, penelitian ini akan membahas sensor dengan keluaran tegangan, dan modifikasi keluaran dari arus ke tegangan. Sensor kabel industri sesuai standar ini menggunakan 4-20 mA sebagai output analog. Dengan menggunakan WiFi, output analog akan ditransfer ke PC, laptop, PDA atau *Smartphone* tanpa kabel berbasis *embedded web server*. Data keluaran analog dari sensor akan dikonversi menggunakan *microcontroler* dan selanjutnya akan ditransfer ke prosesor berbasis linux di dalam board yang memiliki kemampuan WiFi. Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana membangun protokol komunikasi sensor industri yang menggunakan sensor suhu dan kelembaban dengan menerapkan WiFi. Sehingga, teknologi ini bisa diaplikasikan pada sensor yang terpasang pada industri agro seperti industri tapioka atau industri lainnya yang menggunakan sensor untuk sistem automasinya dan tidak terbatas pada sensor yang menerapkan standar ANSI / ISA-50.1.

Kata kunci: *Wireless sensing, Industrial sensor, Modbus TCP, Embedded web server, Smart sensor*

Abstract: Traditional sensors using analog output still used in many industry application, the vary output such as ampere, voltage or resistant make sensors need some device to make a smart sensors. To bridge the technology between the traditional sensors installed with the smart sensors is proposed by this study, this study will cover sensors with voltage output, and modification output from current to voltage will be presented. Industrial wired sensor compliant this standard uses 4-20 mA as analog output. By using WiFi, the analog output will be transferred to PC, laptop, PDA or Smartphone wirelessly based on embedded web server in the architecture. The analog output data from sensor will be converted by using *microcontroller* and data will be transferred to processor based on linux inside a board which has WiFi support. The purpose of this study is how to build communication protocol for industrial sensor taking temperature and humidity sensor by applying WiFi. Then, the technology can be applied in any industrial sensors not only applied ANSI/ISA-50.1 that uses 4-20 mA as analog output.

Key words : *Wireless sensing, Industrial sensor, Modbus TCP, Embedded web server, Smart sensor*

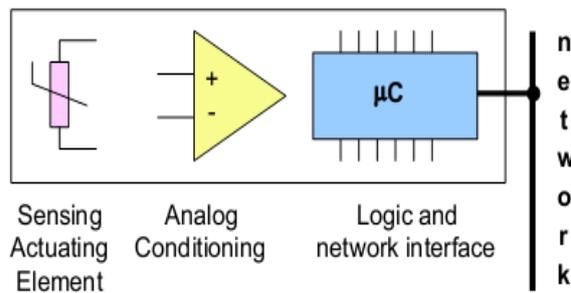
1. Pendahuluan

Semua instrumentasi atau pengukuran menggunakan sensor untuk mendeteksi perubahan fisik dan kimia, sensor itu biasa terhubung dengan transduser dalamnya. Transduser adalah pengubah suatu besaran menjadi bentuk besaran lainnya. Misalnya,

besaran fisika (posisi, gaya, kecepatan, tingkat, suhu, dll) menjadi besaran listrik (tegangan, arus, induktansi resistansi, konduktansi, frekuensi). Jenis transduser umumnya meliputi *photovoltaic, thermocouple, RTD, LVDT, strain gage*, dan lain-lain. Sebagian besar transduser digunakan dalam aplikasi

industri menggunakan prinsip arus, voltase dan hambatan.

Banyak industri masih memanfaatkan jaringan tradisional (menggunakan kabel) sebagai bagian dari arsitektur untuk *interfacing* sensor dan *aktuator* dalam proses mengkomunikasikan informasi. Data dari lapangan harus dibagikan cepat dan akurat untuk mewujudkan sistem yang hemat biaya, fleksibel, terukur dan andal. Sebenarnya tidak ada standar komunikasi khusus untuk jaringan sensor, namun suatu perangkat hanya mempertimbangkan biaya dan fleksibilitas sensor untuk memenuhi kebutuhan Industri. Bahkan ada perangkat generasi baru yang diberi nama "*smart sensor* atau sensor cerdas" atau "*smart transducer* atau transduser cerdas" yang mencoba mengganti sensor tradisional dengan *standard analog interface* (misalnya 0-5, 4-20 ma dan seterusnya) Gambar. 1 (Flammini et al, 2009). Jaringan sensor dievaluasi berdasarkan beberapa karakteristik seperti *Extension the network, compactness, mobility*, persyaratan waktu, dan ketahanan yang tujuan akhirnya untuk keselamatan dan keamanan sistem.



Gambar 1. blok diagram *Smart transducer*.

Faktanya, ada beberapa masalah pada perangkat sensor, karena sensor yang digunakan tidak kompatibel, seperti *interface* yang berbeda pada standar komunikasi, dan masalah baterai yang digunakan. Ada juga *compactness* dan *mobility* sensor tidak begitu penting, karena sensor biasanya dipasang di tempat yang fix dan sumber daya listrik yang tersedia (terutama pada otomasi pabrik). Melalui *sensor wireless* dari *wire sensor* dengan menggunakan *embedded web server*, akan

memberikan jembatan antara output analog dengan *emerge information technology*. Fungsi utama *embedded web server* adalah untuk menjalin koneksi dengan sensor agar bisa memberikan akses terhadap data yang dikumpulkan oleh sensor dan memungkinkan pengguna berinteraksi dengan jaringan (Raskovic et al, 2009).

Dalam penelitian ini akan membahas implementasi sensor cerdas dari sensor analog industri, dengan karakteristik jangkauan akses sensor ke jaringan yang ada dan dengan dukungan basis data. Khusus nya bagaimana menciptakan sumber data dari sensor untuk dibagikan ke perangkat lain dan fokus pada implementasi komputasi melalui *embedded web server* di dalam sensor. Tantangannya adalah bagaimana menerapkan *embedded web server* dengan *resource* terbatas pada blok sensor.

Banyak sensor pabrikan yang diterapkan di industri menggunakan koneksi kabel dengan standar 4-20 mA ANSI / ISA-50.1-1998 (R1992). Beberapa keuntungan menggunakan komunikasi kabel dengan standar ini mampu mengirim sinyal jarak jauh dan memberikan kekuatan untuk *elemen loop* serta memiliki ketahanan terhadap gangguan yang lebih baik (ANSI 50.1, 1998). Tujuan dari standar ANSI/ISA-50.1-1998 adalah membuat keseragaman dalam bidang instrumentasi yang disediakan oleh produsen yang berbeda untuk sensor tekanan, sensor suhu, sensor arus dan lain-lain.

Sensor yang mempunyai arus non-Zero (4 mA) mewakili "nilai nol" dari sinyal analog. Hal ini memungkinkan pengontrol mendeteksi kabel putus/rusak dengan nilai arus 0 mA dan juga membiarkan desain pemancar bertenaga *loop*. Sensor yang mempunyai arus 20 mA merupakan 'nilai maksimum' dari sinyal analog instrumen proses industri, karena arus yang lebih besar akan menghasilkan penurunan voltase yang lebih besar pula dengan pemasangan kabel ukuran yang sama, sehingga membatasi panjang kabel yang digunakan. Selain itu, untuk membatasi kekuatan sinyal pada pemancar, dilakukan dengan membatasi energi yang digunakan hal

ini dilakukan untuk mengurangi memicu debu atau uap peledak di daerah berbahaya (sesuai ANSI/ISA-RP12.06.01-2003 Recommended Practice for Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation Part 1: Intrinsic Safety).

Ada beberapa cara untuk menghubungkan sensor industri ke jaringan internet, *controller* atau *aktuator*. salah satu metode yang digunakan adalah WISA (*Wireless Interface Sensor Actuator*) adalah modul I / O dari ABB merupakan metode menghubungkan sensor, *aktuator* dan pengendali tanpa modifikasi. Simulasi OPNET digunakan untuk mengukur *delay end-to-end* dari sensor ke *controller* dan kemudian dari *controller* ke *actuator* (Refaat et al, 2010). Dengan menggunakan protokol IEEE 802.11b pada rentang 2,4 GHz dan daya pancar 1 mW, *latency* komunikasi maksimum dengan adanya gangguan, dari sensor ke *controller* 2,05 ms dan *controller* menjadi *actuator* adalah 14,80 ms, untuk sistem yang diusulkan pada lingkungan jalur produksi 9 m². Hasil ini memberikan bukti penggunaan wireless untuk komunikasi sensor dapat memenuhi kebutuhan data pengukuran *real time*. Teknologi WiFi menggunakan standar IEEE802.11 memiliki kemampuan MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), teknologi tersebut memungkinkan untuk membuat sistem kontrol otomatis yang bisa mendapatkan informasi dari sensor dan *actuator* (Tozlu et al, 2012).

WSN *real-time temperature logging* pada penghasil makanan laut telah dikembangkan dan diterapkan untuk memantau tangkapan kerang dari panen sampai pengiriman ke pabrik pengolahan (Crowley et al, 2005). *Temperature logger* dalam rumah kerang mentransmisikan data melalui frekuensi radio ke stasiun pangkalan, informasi tersebut ditransfer ke server via jaringan GSM, yang selanjutnya diproses dan diupload ke database. Sistem ini diidentifikasi dan diuji coba di lapangan selanjutnya data yang diperoleh dibandingkan dengan *temperature logger* yang tersedia secara komersial dari Dallas Semiconductor dengan model *temperature logger DS-FS51 iButton*. Koneksi GSM, transfer data dan penyimpanan dikelola

oleh PC jaringan, yang bertindak sebagai server data jarak jauh. Pengendali perangkat lunak dan database sepenuhnya berbasis web dan dapat diakses menggunakan browser web pada perangkat berkemampuan internet manapun.

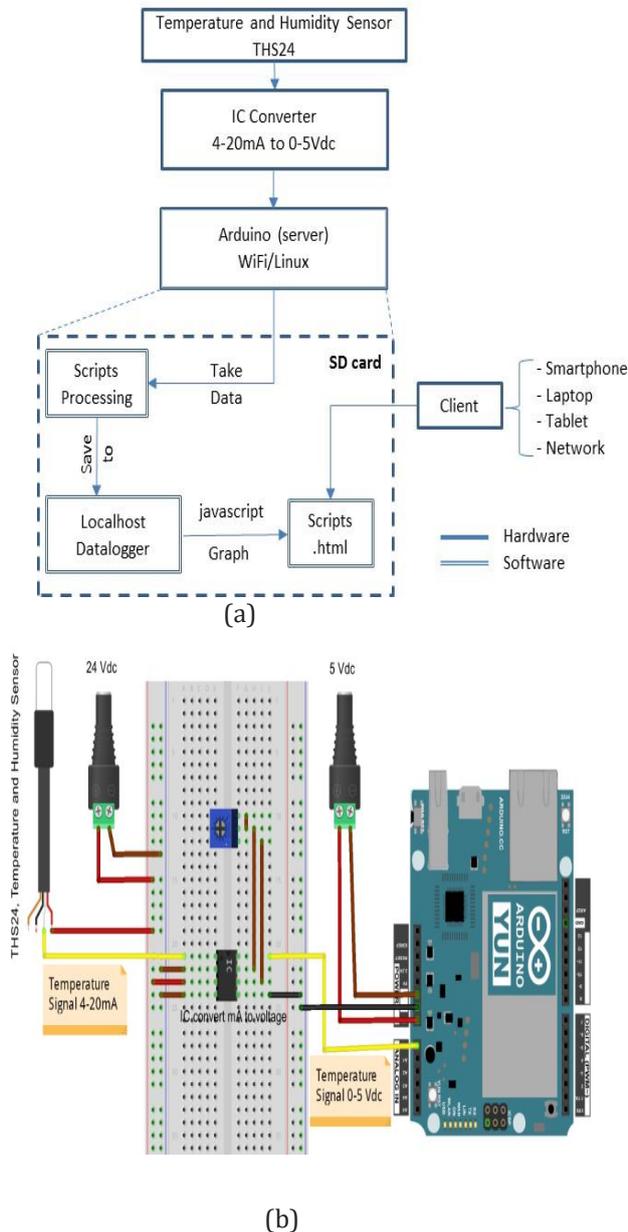
Untuk mengatasi keterbatasan sumber daya jaringan sensor nirkabel digunakan teknologi layanan web, *Efisien Web Service Addressing* (EWSA) (Abangar et al, 2010). Percobaan menunjukkan bahwa teknologi layanan web dapat digunakan secara efisien di jaringan sensor nirkabel. Penerapan teknologi layanan web pada sensor gas CO nirkabel, berinteraksi antara komputasi grid dan jaringan sensor. Dengan menggunakan SOAP (*Simple Object Access Protocol*), yang berfungsi sebagai sebuah komunikasi jaringan sederhana, untuk menghubungkan platform yang berbeda antara komputasi grid dan jaringan sensor.

2. Metodologi

Sistem ini menggunakan WiFi *sensor board* THS24, sensor kelembaban, dan sensor analog industri dengan output 4 -20 mA, tipe 2-2 *wire* berdasarkan ANSI/ISA-50.1. Karakteristik sensor adalah untuk mengukur suhu 0-50 °C dan mengukur kelembaban 20-80% RH (www.eyc-tech.com), namun hanya keluaran suhu yang akan digunakan dalam percobaan ini Gambar 2. Sensor output akan dikonversi menjadi 0-5 Vdc oleh IC converter ISO A4-P1-04 dari Sunyuan yang dapat sesuai dengan input analog ke Arduino. Arduino terdiri dari *mikroprosesor linux* dari Atheros untuk komunikasi WiFi berbasis *Open WRT* yang secara khusus ditujukan untuk konektivitas internet, *Open WRT* adalah distribusi *open source* yang banyak digunakan di router dan jalur akses WiFi. *Mikrokontroler Atmel* memiliki 10 bit ADC (*Analog Digital Converter*) dengan input 0-5 Vdc default.

Processing script digunakan untuk menangkap data dari sensor dan menyimpan data logger di dalam *SD Card*. Data base pada data logger di dalam *SD Card* dapat menyimpan banyak data tergantung dari seberapa banyak kapasitas *SD Card* yang terpasang di blok sensor. Sensor data akan disimpan dalam file CSV (*Coma-Separated Value*) sebagai basis data, untuk mengakses basis data grafik dibuat berdasarkan *Java script* untuk memvisualisasikan suhu dan waktu di browser web seperti yang dicetak dari file

CSV. *Java script* disisipkan pada kode html yang digunakan untuk menampilkan grafik nilai sensor dan load ke web server dalam format html. Klien di jaringan yang sama dapat mengakses secara nirkabel blok sensor melalui layanan web dengan memasukkan alamat IP dari blok sensor untuk mengakses file html di dalam *SD Card*.



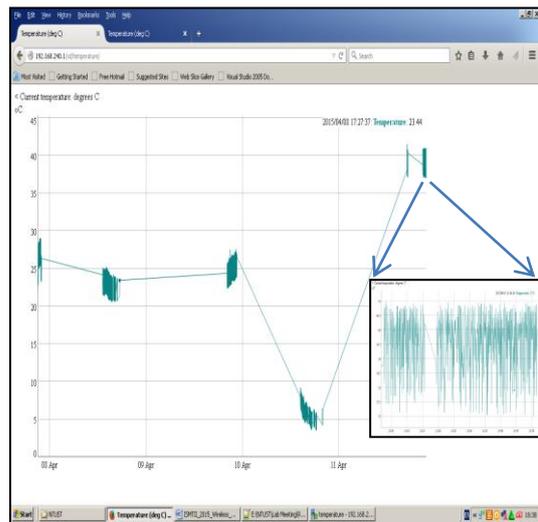
Gambar 2. (a) dan (b) Arsitektur Wifi Board

Jaringan yang digunakan untuk berbagi data sensor suhu dibagi menjadi a) mode jalur akses atau jaringan *ad hoc* dimana klien dapat terhubung ke blok sensor secara langsung, sambungan *peer to peer* yang dibuat dengan klien memiliki perangkat pengaman WiFi yang memiliki browser. Dan b) mode jaringan infrastruktur dimana client terhubung ke blok

sensor melalui router sebagai *gateway*. Dua mode jaringan akan diterapkan untuk menangkap data dengan variasi pengukuran suhu, perbandingan pengukuran akan dihitung dengan menggunakan higrometer komersial Tipe GM-3Q dan pengukuran blok sensor

3. Hasil Dan Pembahasan

Informasi sensor bisa diakses oleh *client* di jaringan yang terpasang. Untuk penelusuran, klien memerlukan suatu perangkat yang memiliki alamat IP menggunakan *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP), atau auto-IP. Untuk melihat grafik *timeline* data, klien harus menulis alamat `http://IP_Address_sensor_block/sd/temperature` di dalam alamat *web browser*. Grafik visualisasi ditunjukkan pada Gambar. 3. Untuk merubah tampilan grafik yang lebih interaktif, pengguna dapat mengubah rentang waktu atau nilai suhu dengan menarik *pointer* ke dalam grafik.



Gambar 3. Visualisasi Grafik Temperatur dari file SCV

Server web dengan database dan lingkungan *runtime java script* mendukung dijalankan di program linux dengan cross compiling. Aplikasi web HTML bekerja di server web, dan *dygraph* menyediakan grafik yang interaktif. Program utama untuk basis web adalah sebagai berikut :

```
<<html>
<head>
<title>Temperature (deg C)</title>
<script type="text/javascript"
src="dygraph-combined-dev.js"></script>
```

```

<script type="text/javascript"
src="zepto.min.js"></script>
<script type="text/javascript">
    function refresh() {
        $('#content').load('/arduino/temperat
ure');
    }
</script>
</head>
<body onload="setInterval(refresh,
2000);">
    Current temperature: <span
id="temperature"></span>degrees C<br>
<span id="content">0C </span><br>
<div id="graphdiv2"
style="width:700px; height:500px;">
<h1>Temperature (deg C)</h1>
</div>
<script type="text/javascript">
    g2 = new Dygraph(
document.getElementById("graphdiv2
"),
    "datalog.txt", // path to CSV file
    {} );
</script>
</body>
</html>

```

Waktu sampling pada mikrokontroler menangkap data setiap 6 detik, dan akan dituliskan dalam file CSV. Visualisasi grafik menunjukkan bahwa *server web* dari jaringan sensor dapat bekerja dengan sangat baik bahkan dalam simulasi intensitas tinggi dengan data beban berat setiap 6 detik. Pengujian dan hasil percobaan menggunakan server web memiliki efisiensi yang tinggi (Peng Zhang, 2010). Karena jaringan WiFi ada dimana-mana, beban wifi yang tinggi dan mungkin memiliki saluran yang sama dengan jaringan lain, akan menyebabkan throughput lebih lambat dan kehilangan packet loss yang lebih tinggi. Dengan menggunakan web server, masalah paket yang hilang karena interferensi akan berkurang. Bahkan, ada metode untuk memisahkan saluran tetangga dengan jarak kanal minimum 25 MHz atau menggunakan pengontrol WiFi yang memiliki beberapa fungsi untuk mengelola sistem WLAN (Z. Gal, 2013). Dengan menggunakan server web tertanam, data yang dikumpulkan ditampilkan melalui basis web atau HTML Base (Dejan Raskovic, 2009).

Percobaan dilakukan dari tanggal 7 April 2015 pukul 9 pagi sampai 11 April 2015 pukul 9 pagi seperti ditunjukkan pada Gambar. 4. Respon sensor dari pengukuran di ruang laboratorium untuk suhu 25 °C, AC dihidupkan untuk melakukan perubahan suhu

dan dibandingkan dengan pengukuran suhu dari higrometer komersial. Untuk mengukur 6 °C, zat pendingin digunakan karena kondisi tidak berubah jika tidak ada interupsi.

Perbandingan hasil pengukuran antara blok sensor dan higrometer komersial ditabulasikan pada Tabel 1. Pengukuran yang berbeda sebagai hasil pengukuran hygrometer dikurangi pengukuran blok sensor rata-rata. Suhu sekitar di laboratorium memberikan pengukuran terbaik dengan perbedaan -0,31 °C dan 0,61 °C untuk kondisi refrigeran.

Gambar 5 menunjukkan foto WiFi sensor output analog industri, hygrometer komersial sebagai alat perbandingan pengukuran. Sensor tersebut diuji di dua ruangan yang berbeda, di laboratorium Taiwan University Science and Technology dan di ruang pendingin.

Tabel 1. Perbandingan pengukuran suhu dengan higrometer komersial

Hygrometer (°C)	Sensor block			Diff (°C)
	Min (°C)	Max (°C)	Average (°C)	
6.54	3.52	9.2	5.84	0.61
22.54	20.60	25.24	22.85	0.31
40.07	37.00	41.53	39.45	0.62



Gambar 4. Modul WiFi dari sensor industri dan higrometer

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, teknik sensor nirkable diintegrasikan dengan output analog sensor industri dan berinteraksi dengan jaringan. Melalui *embedded web server*, klien dapat

