

# RANCANG BANGUN KONTROL INDUSTRI BERBASIS WIRELESS NETWORKED CONTROL SYSTEM (WNCS) MENGUNAKAN ARDUINO

Ari Sriyanto Nugroho<sup>1)</sup>, Wahyu Sulisty<sup>1)</sup>, Thomas Agung Setyawan<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275  
Email : [ari.sriyanto@gmail.com](mailto:ari.sriyanto@gmail.com)

## ABSTRAK

Integrasi dan konvergensi komunikasi, komputasi, dan kontrol selama dekade terakhir telah mengilhami para peneliti dan praktisi dari berbagai disiplin ilmu untuk tertarik di bidang *Wireless Networked Control System (WNCS)*. Secara umum, WNCS terdiri dari sensor, actuator, dan pengendali operasi yang didistribusikan di lokasi geografis yang berbeda dan dikoordinasikan dengan informasi yang dipertukarkan melalui jaringan komunikasi. Penggunaan Internet telah menjadi salah satu kekuatan pendorong utama untuk penelitian dan pengembangan WNCS. Penelitian ini bertujuan membuat model dan merancang kontrol industri berbasis *wireless networked control system (WNCS)* menggunakan arduino. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat rancangan model kemudian diimplementasikan dalam prototipe. Selanjutnya prototipe tersebut diuji fungsionalitasnya. Model yang dirancang menggunakan jaringan Ethernet sebagai protokol akses untuk medium pembawa. Protokol aplikasi yang digunakan adalah HTTP yang berjalan di atas protokol TCP/IP. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil bahwa model yang dirancang berhasil diimplementasikan dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

**Kata kunci:** *Wireless Networked Control System (WNCS), Kontrol Industri, Arduino*

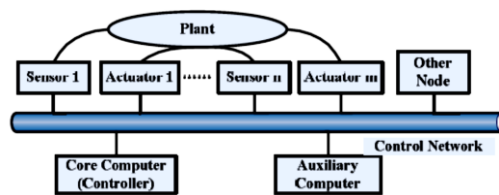
## PENDAHULUAN

Selama bertahun - tahun, teknologi jaringan data telah diterapkan secara luas dalam aplikasi kontrol industri dan militer. Aplikasi ini termasuk pabrik, mobil, dan pesawat. Menghubungkan komponen sistem kontrol dalam aplikasi ini, seperti sensor, pengendali, dan aktuator, melalui jaringan secara efektif dapat mengurangi kompleksitas sistem, dengan investasi yang ekonomis. Selanjutnya, *Wireless Networked Control System (WNCS)* data yang akan dibagi secara efisien. Sangat mudah untuk memadukan informasi global untuk mengambil keputusan cerdas atas ruang fisik yang besar. WNCS menghilangkan kabel yang tidak diperlukan. Kemudian sangat mudah untuk menambahkan lebih

banyak sensor, aktuator dan kontroler dengan biaya yang sangat sedikit dan tanpa perubahan struktural berat untuk seluruh sistem. Sistem ini menjadi lebih realisasi hari ini dan memiliki banyak aplikasi potensial, termasuk eksplorasi ruang angkasa, eksplorasi terestrial, otomatisasi pabrik, *remote diagnostic dan troubleshooting*, lingkungan yang berbahaya, robot domestik, mobil, pesawat, pemantauan pabrik, panti jompo atau rumah sakit, tele-robotika dan tele-operasi.

*Wireless NCS* memiliki keuntungan dari fleksibilitas yang lebih besar dibandingkan dengan sistem kontrol tradisional. NCS memungkinkan untuk mengurangi kabel, serta biaya instalasi yang lebih rendah. NCS adalah kolaborasi dari

dua bidang teknik, teknik komunikasi (baik kabel atau nirkabel) dan kontrol rekayasa. Kebanyakan NCS dilakukan dalam lingkungan kabel, protokol jaringan yang dipakai antara lain *Ethernet*, *Token bus*, *token ring* dan *CAN*. (Lei, 2007). Pada gambar 1 bisa dilihat diagram *Networked Control System* (NCS).

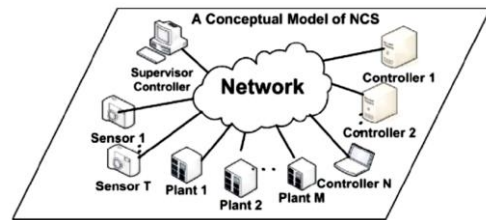


Gambar 1. *Networked Control System* (Lei, 2007)

*Networked Control System* (NCS). Secara umum, NCS terdiri dari sensor, aktuator, dan pengendali operasi yang didistribusikan di lokasi geografis yang berbeda dan dikoordinasikan dengan informasi yang dipertukarkan melalui jaringan komunikasi. (Lei, 2007).

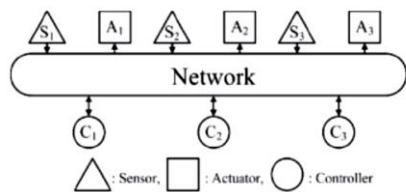
Kemampuan dasar dari setiap NCS adalah *information acquisition* (sensor), *command* (controllers / users), *communication*, serta *network and control* (actuators). Dalam pengertian yang lebih luas, penelitian NCS dikategorikan menjadi dua bagian : (1) *Control of network* : Studi dan penelitian tentang komunikasi dan jaringan untuk membuat mereka cocok untuk *real - time*, misalnya *control routing*, pengurangan kemacetan, komunikasi data yang efisien, protokol jaringan dan lain - lain, (2) *Control over network* : adalah strategi pengendalian dan desain sistem kontrol melalui jaringan untuk meminimalkan efek dari parameter jaringan yang buruk pada kinerja NCS seperti *delay* jaringan (Gupta,

2009). gambar 2 memperlihatkan tipikal *Networked Control System* (NCS)



Gambar 2. *Typical Networked Control System* (NCS) (Gupta, 2009)

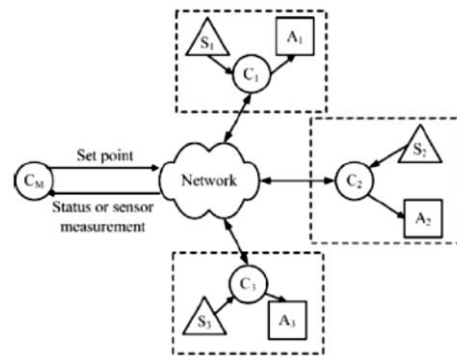
Secara umum terdapat dua tipe sistem *control* yang menggunakan jaringan komunikasi, yaitu : (1) *Shared Networked Control System* dan (2) *Remote Control System*. Pada *Shared Networked Control System*, sumber daya jaringan digunakan untuk mentransfer pengukuran, dari sensor untuk kontroler dan sinyal kontrol dari kontroler ke aktuator. Hal ini dapat mengurangi kompleksitas koneksi. Metode ini, seperti ditunjukkan pada gambar 3, sistematis dan terstruktur, memberikan lebih banyak fleksibilitas dalam instalasi, dan memudahkan pemeliharaan dan pemecahan masalah. Selain itu, jaringan memungkinkan komunikasi antara kontrol. Fitur ini sangat berguna ketika sebuah *control loop* melakukan pertukaran informasi dengan kontrol lain *loop* untuk melakukan kontrol yang lebih canggih, seperti akomodasi kesalahan dan kontrol. Struktur serupa untuk kontrol berbasis jaringan telah diterapkan untuk mobil dan pabrik - pabrik industri. (Gupta, 2009)



Gambar 3. *Shared Networked Control System* (Wang, 2008)

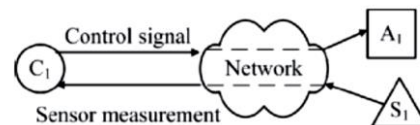
Di sisi lain, *Remote Control System* dapat dianggap sebagai suatu sistem dikontrol oleh kontroler yang terletak jauh dari tempat yang dikontrol. Kadang sistem ini juga disebut sebagai kontrol tele-operasi. *Remote data acquisition systems* dan *remote monitoring systems* juga dapat dimasukkan dalam kelas ini sistem. Tempat di mana kontroler sentral pasang biasanya disebut "*local site*" sementara tempat di mana *plant* terletak disebut "*remote site*".

Ada dua pendekatan umum untuk merancang sebuah NCS. Pendekatan pertama adalah memiliki beberapa sub sistem membentuk struktur hirarkis, di mana masing-masing *sub* sistem berisi sensor, aktuator, dan kontroler dengan sendirinya, seperti yang digambarkan dalam gambar 4. Komponen sistem ini melekat pada kontrol *plant* yang sama. Dalam hal ini, subsistem kontroler menerima set point dari kontroler CM pusat. Kemudian *sub* sistem mencoba untuk memenuhi set point ini dengan sendirinya. Sensor data atau sinyal status dikirim kembali melalui jaringan ke kontroler pusat. (Wang, 2008)



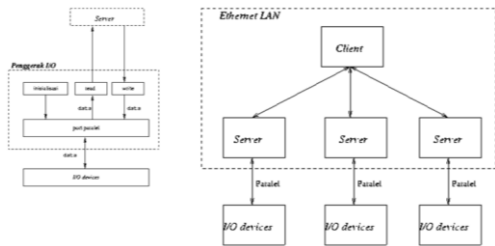
Gambar 4. *Data transfer* pada struktur hirarki (Wang, 2008)

Pendekatan kedua NCS adalah struktur langsung, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Struktur ini memiliki sensor dan aktuator dari *loop* kontrol yang terhubung langsung ke jaringan. Dalam hal ini, sensor dan aktuator yang menempel pada *plant*, sementara kontroler dipisahkan dari *plant* melalui koneksi jaringan. (Wang, 2008)



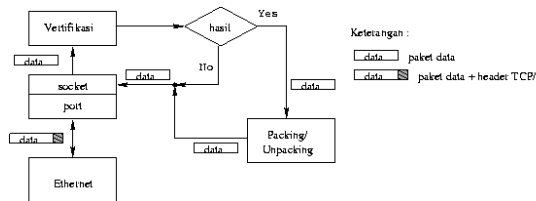
Gambar 5. *Data transfer* pada struktur langsung (Wang, 2008)

Kedua struktur hirarkis dan langsung memiliki *pro* dan kontra mereka sendiri. Banyak NCS adalah gabungan dari dua struktur. Contohnya, laboratorium pengajaran jarak jauh adalah contoh yang menggunakan kedua struktur tersebut. Tahun 2001, Ari Sriyanto Nugroho mengembangkan model sistem pengatur lampu melalui *Local Area Network*. (A.S. Nugroho, 2001) Desain model yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Desain Model Sistem Pengatur Lampu melalui LAN

Desain yang dikembangkan masih sederhana, hanya sebatas *on/off* lampu saja. Perangkatnya juga masih menggunakan PC secara utuh yang besar. Kelemahan lainnya adalah penggunaan *port* paralel untuk menggerakkan perangkat *input/output*. Namun demikian, sudah menerapkan sistem verifikasi sehingga sudah mendukung *security*. Sistem verifikasi yang digunakan bisa dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Sistem Verifikasi yang digunakan

Pada tahun 2010, Wahyu Sulistiyo melakukan penelitian pengaturan motor DC dalam “Desain dan rancang bangun perangkat lunak pemonitor pengendali motor DC berbasis PID dengan *variable tuning*”. Dan pada tahun 2013, Thomas Agung Setyawan melakukan penelitian tentang keamanan jaringan *wireless* di Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang.

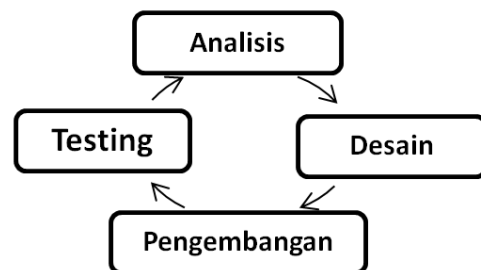
Tujuan penelitian ini adalah membuat model dan perancangan kontrol industri berbasis *wireless*

*networked control system* (WNCS) menggunakan arduino.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *prototyping*, dimana hasil akhirnya berupa *prototype*. Tahapan dalam metode, yaitu: (1) Analisa kebutuhan sitem, dalam tahap ini dilakukan analisa dari kebutuhan sistem, luaran dari tahap ini adalah spesifikasi model *system*. (2) Perancangan dan pemodelan *system*, tahap ini merupakan kelanjutan dari tahap pertama. Setelah didapatkan spesifikasi model sistem, maka dibuatlah rancangan dan modelnya. (3) Pembuatan model *system*, fase pembuatan model ini berupa pembuatan *prototype* menggunakan *hardware* yang sesuai dengan kebutuhan. (4) Pengujian dan evaluasi model *system*, tahap pengujian dan evaluasi adalah tahap untuk menguji dan memastikan bahwa *prototype* yang sudah dibuat sesuai dengan rancangan dan model sistem yang dimaksud. (5) Analisa hasil, tahap ini merupakan analisa dari keseluruhan penelitian dan *prototype* yang dibuat.

Sedangkan siklus pengembangan prototipe dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



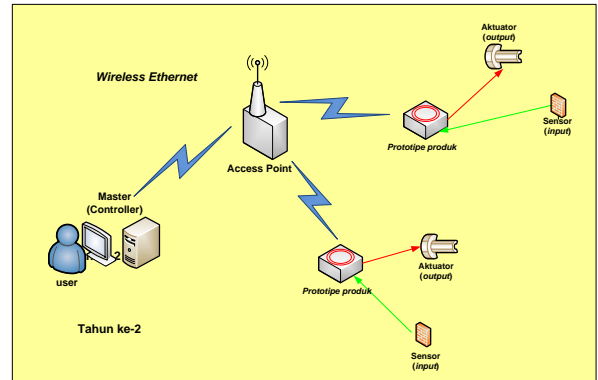
Gambar 8. Siklus Pengembangan Prototipe

Dari siklus tersebut bisa dijelaskan bahwa tahap pengembangan prototipe mulai dari analisa, desain, pengembangan, dan testing akan dilakukan secara berulang. Perulangan tersebut dilakukan untuk mendapat hasil yang terbaik, yaitu yang sesuai dengan spesifikasi sistem yang telah ditetapkan pada tahap pertama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Model *wireless networked control system* (WNCS) yang dibuat harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu : 1) Modul *remote* harus mempunyai *multi port input digital*. 2) Modul *remote* harus mempunyai *multi port input analog*. 3) Modul *remote* harus mempunyai *multi port output*. 4) Modul *remote* harus mempunyai *Ethernet port* untuk komunikasi. 5) Protokol jaringan yang digunakan adalah TCP/IP. 6) Modul *master controller* berupa PC. 7) Modul *master controller* harus mempunyai *Ethernet port* untuk komunikasi. 8) Sistem harus mendukung multi modul *remote*. 9) Sistem *wireless* menggunakan wifi.

Berdasarkan persyaratan tersebut maka dikembangkan sebuah model WNCS. Model WNCS yang dikembangkan seperti terlihat pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Model *Wireless Networked Controlled System* (NCS) yang dikembangkan dalam penelitian ini

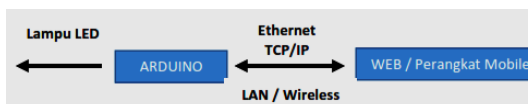
Dari gambar 9 tersebut dapat dijelaskan bahwa NCS menggunakan jaringan *wireless ethernet*, modul *remote* dikembangkan menggunakan Arduino. Modul *remote* memiliki beberapa input dan beberapa output. Dalam jaringan NCS yang dikembangkan ini terdapat satu *master control* yang mengendalikan seluruh modul *remote*. Protokol aplikasi yang digunakan adalah HTTP yang berjalan di atas *protocol TCP/IP*.

Dalam model ini digunakan *protocol HTTP* yang berjalan di atas *protocol TCP/IP*. Penggunaan *protocol HTTP* ini karena mudah dalam mengaksesnya, hanya membutuhkan *web browser*. Sedangkan teknik yang digunakan adalah memarsing alamat akses, misal `http://192.168.1.4/?lighton1`. Setiap perintah yang akan dijalankan dibuatkan alamat aksesnya. Untuk membedakan perintah satu dengan lainnya berdasarkan alamat akses. Tabel 1 memperlihatkan korelasi antara alamat akses dengan perintah yang dijalankan.

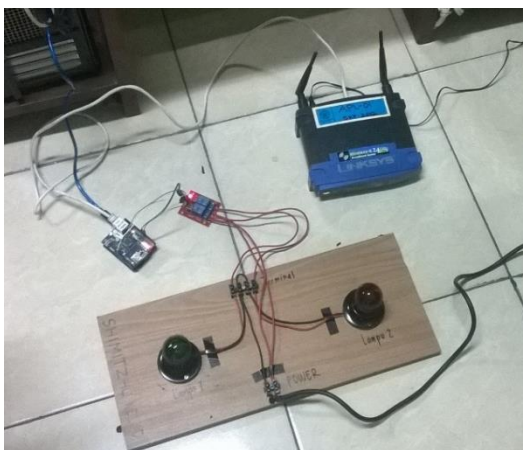
Tabel 1. Korelasi Alamat Akses Dan Perintah

No	Alamat Akses	Perintah yang dijalankan
1	http://192.168.1.4/?lighton1	Menyalakan Lampu 1
2	http://192.168.1.4/?lightoff1	Mematikan Lampu 1
3	http://192.168.1.4/?lighton2	Menyalakan Lampu 2
4	http://192.168.1.4/?lightoff2	Mematikan Lampu 2

Pada gambar 10 memperlihatkan diagram blok *prototipe* sebuah *remote* unit. Sedangkan gambar 11 memperlihatkan wujud prototipenya.

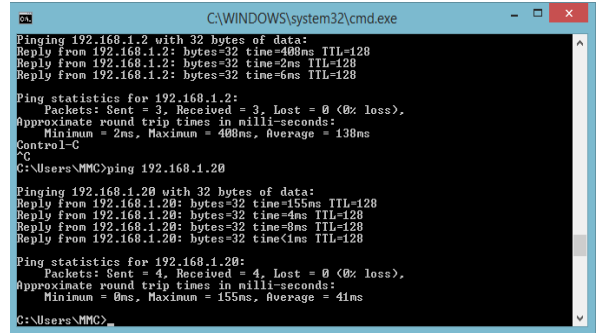


Gambar 10. Diagram blok *prototipe*



Gambar 11. *Prototipe remote unit*

Setelah dilakukan pemrograman, maka dilakukan testing sistem. *Testing* meliputi tes koneksi jaringan dan tes fungsional sistem. Gambar 12 memperlihatkan hasil pengujian koneksi jaringan.



Gambar 12. Tes koneksi jaringan

Pada gambar 13 memperlihatkan antarmuka web yang digunakan untuk pengujian fungsional sistem. Dalam antarmuka tersebut dibuat 4 *link*, yaitu (1) *Turn on Light1*, (2) *Turn on Light2*, (3) *Turn off Light1*, dan (4) *Turn off Light2*.



Gambar 13. Antarmuka web untuk pengujian fungsional

Pada gambar 14 di bawah ini memperlihatkan saat *link Turn on Light1* dan *Turn on Light2* dijalankan. Hal tersebut menyebabkan semua lampu menyala



Gambar 14. Semua lampu menyala

Pada gambar 15 dan 16 memperlihatkan saat salah satu

lampu dinyalakan dan lampu yang lain dipadamkan. Semua prosesnya melalui *web*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Model *Wireless Networked Controlled System* telah berhasil dibuat.
2. Model berhasil diwujudkan menggunakan Arduino yang dilengkapi modul *Ethernet*.
3. Model menggunakan jaringan wifi
4. Model menggunakan *protocol* HTTP yang berjalan di atas *protocol* TCP/IP
5. Teknik yang digunakan adalah memarsing alamat akses kemudian diterjemahkan dalam bentuk perintah.

Pengembangan lebih lanjut adalah penggunaan teknologi protokol yang digunakan di industri, seperti MODBUS.

## DAFTAR PUSTAKA

A. S. Nugroho, “*Sistem Pengaturan Lampu Melalui Jaringan Komputer Lokal: Sebuah Model Sistem Pengaturan*

*Piranti Masukan/Keluaran Melalui LAN (Local Area Network)*,” Semarang, 2001.

Gupta, R. A., & Chow, M.-yuen. (2009). *Networked control system : overview and research trends*. Ieee.

Lei, Z.-M., Sun, H.-X., Liu, Z.-J., Liang, T., & Lin, T. (2007). *QoS Based*

*Media Access Control in a Class of Networked Control Systems*. 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2016-2019. Ieee. doi:10.1109/WICOM.2007.504

T. A. Setyawan, “*Filtering Internet pada Wireless Router di Prodi Teknik Telekomunikasi untuk Mencegah Pengguna Internet yang tidak Memiliki Hak Akses*,” Semarang, 2013.

Wang, F.-yue, & Liu, D. (2008). *Networked Control Systems*. (F.-yue Wang & D. Liu, Eds.). London: Springer-Verlag.

W. Sulistiyo, “*Desain dan rancang bangun perangkat lunak pemonitor pengendali motor DC berbasis PID dengan variable tunning*,” Semarang, 2010.