



***ENERGY EFISIENSI PADA CHILLED WATER PUMPING SYSTEM
MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR CONTROLLER***



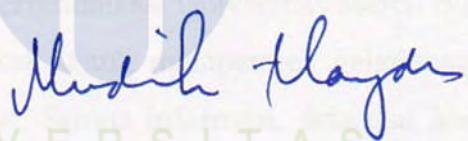
UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Oleh
IGNATIUS WIDIATMOKO SETIAWAN
55414110001

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2016**

PENGESAHAN TESIS

Judul : Energi Efisiensi pada Chilled Water Pumpig System menggunakan Wireless Sensor Controller
Nama : Ignatius Widiatmoko Setiawan
N I M : 55414110001
Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 20 Desember 2016

Mengesahkan
Pembimbing I



Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

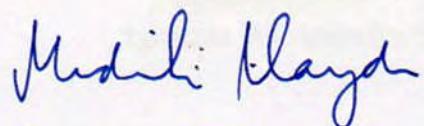
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Direktur Pascasarjana

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Didik J. Rachbini



Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Energi Efisiensi pada Chilled Water Pumping System menggunakan Wireless Sensor Controller
Nama : Ignatius Widiatmoko Setiawan
N I M : 55414110001
Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 20 Desember 2016

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Manajemen Telekomunikasi Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil pengolahan yang digunakan, telah dinyatakan secara sumbernya dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 20 Desember 2016



Ignatius Widiatmoko Setiawan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat NYA kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir Tesis yang berjudul "*ENERGI EFISIENSI PADA CHILLED WATER PUMPING SYSTEM MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR CONTROLLER*".

Selama pembuatan tugas tesis ini penulis masih menyadari kekurang sempurnaan hasil yang disebabkan karena keterbatasan yang penulis miliki, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca yang budiman sangat penulis harapkan demi perbaikan dimasa yan akan datang.

Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis khususnya, serta bagi dunia pendidikan pada umumnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Jakarta, 20 Desember 2016

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat RahmatNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul :

”ENERGI EFISIENSI PADA CHILLED WATER PUMPING SYSTEM MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR CONTROLLER”

Selesainya penulisan tesis ini tidak terlepas dari berbagai pihak, dan secara khusus pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar - besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan, serta selaku Ketua Program Studi Magister Telekomunikasi yang telah memberikan dukungan moril hingga terselesainya penulisan tesis ini.
2. Seluruh civitas Pascasarjana Magister Telekomunikasi Universitas Mercu Buana atas semua ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis.
3. Teman – teman MTEL Angkatan 15 yang telah membangkitkan semangat untuk menyelesaikan penulisan ini, semoga kita dapat selalu kompak dan tetap menjalin tali silahtrahmi dengan baik.
4. Keluarga terutama istri yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan studi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

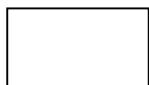
Penulis menyadari akan adanya kekurangan dan keterbatasan pada tulisan dan analisa yang penulis sampaikan. Untuk kesempurnaan dan kesinambungan penulis atau implementasi dari analisa ini, maka sumbang dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Penulis berharap semoga hasil tulisan ini dapat memberikan manfaat.

Jakarta, 20 Desember 2016

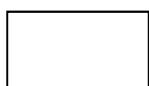
Ignatius Widiatmoko Setiawan

IJIN PENGGANDAAN DAN HARD COVER

Berdasarkan hasil konsultasi dan pemeriksaan akhir dengan memperhatikan butir-butir Berita Acara Ujian Teks, maka kami Pembimbing mengijinkan Tesis mahasiswa bersangkutan sudah layak untuk :



DIGANDAKAN (sebanyak 5 eksemplar)



DI HARD COVER (sesuai standart contoh)

Dengan catatan :



U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Desember 2016

Pembimbing Utama

Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

DAFTAR ISI

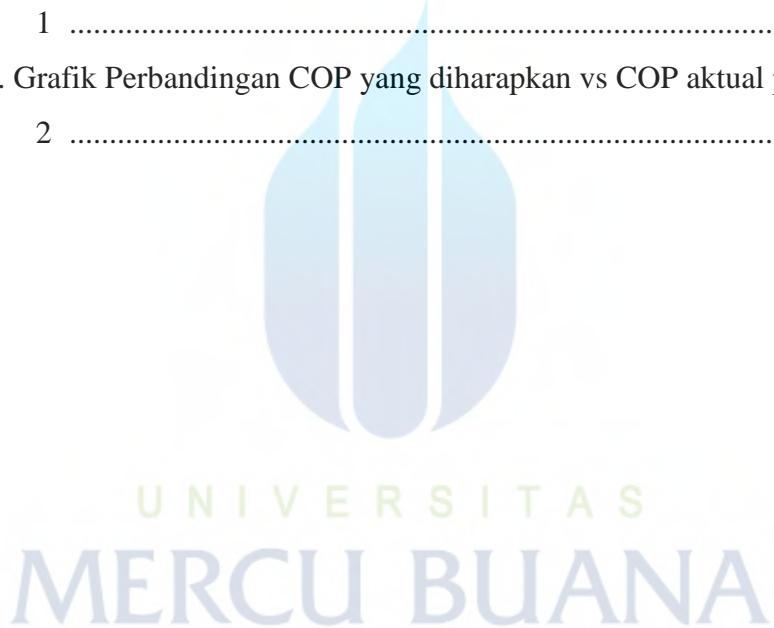
Halaman Judul	i
Abstract/Abstrak	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Pernyataan Keaslian (Originality)	iv
Kata Pengantar	v
Lembar Ucapan Terima Kasih	vi
Lembar ijin penggandaan dan Hard cover.....	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Istilah	xiii
BAB I. Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Identifikasi Permasalahan	3
I.3. Tujuan Penelitian	4
I.4. Pembatasan Masalah	5
I.5. Hipotesa Awal	5
I.6. Sistimatika Penulisan	6
BAB II. Kajian Pustaka	8
II.1. Air Conditioning	8
II.1.1. Air Conditioning menggunakan Chilled Water System	10
II.1.2. Chiled water Pump	11
II.1.3. Variable Speed Drive	13
II.2. Sensor Network	15
II.2.1. Wireless Sensor Network	16
II.2.2. Aplikasi Wireless Sensor Network	17
II.2.3. Prinsip Design dan Teknis Wireless Sensor Network	19

II.3. Microcontroler Arduino	23
II.3.1. Hardware Arduino.....	24
II.3.2. Software Arduino	26
II.4. Referensi Penelitian Sebelumnya	28
 BAB III. Metodologi Penelitian	30
III.1. Pemodelan sistem	30
III.1.1. Pemodelan working pressure Chilled Water Pump.....	31
III.1.2. Model Matematik Chilled water Pump.....	32
III.1.3. Model matematik Algoritma Sensorles pump.....	34
III.1.4. Pemodelan Air conditioning load.....	37
III.2. Propose Metodologi	39
III.3. Model sistem kontrol	39
III.3.1. Design sistem pemipaan chilled water.....	44
III.3.2. Design sistem kontrol.....	45
III.3.Algoritma.....	48
 BAB IV. Simulasi dan Analisa.....	52
IV.1. Simulasi.....	52
IV.1.1. Simulasi 1	52
IV.1.2. Simulasi 2	55
IV.2. Analisa data	58
 BAB V. Kesimpulan dan Saran	63
V.1. Kesimpulan	63
V.2. Saran	63
 Daftar Pustaka	64
 Lampiran	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Water Cooled Chilled Water System	2
Gambar 1.2. Grafik Aktual beban AC di dalam gedung	3
Gambar 1.3. Grafik Perbandingan chilled water flow aktual vs flow design sesuai beban AC aktual	4
Gambar 2.1. Pengkondisian udara pada ruangan	9
Gambar 2.2. Cara kerja AHU	9
Gambar 2.3. Water Cooled Chilled Water System	10
Gambar 2.4. Prinsip kerja impeler pompa	12
Gambar 2.5. Konfigurasi Pompa Centrifugal	12
Gambar 2.6. Grafik kurva performa pompa dan kurva sistem	13
Gambar 2.7. Diagram sistem control motor drive	14
Gambar 2.8. Blok diagram sistem Variable Frequensi Converter.....	15
Gambar 2.9. Komponen sebuah sensor node	19
Gambar 2.10. Susunan Protocol pada Sensor Network	22
Gambar 2.11. Arsitektur ATMega 328	24
Gambar 2.12. Microcontroler Arduino Uno	25
Gambar 2.13. Contoh tampilan software IDE Arduino	27
Gambar 2.14. Diagram vane perbandingan penelitian terkait	29
Gambar 3.1. Flow chart Metode penelitian	30
Gambar 3.2. Grafik variasi tekanan dalam sistem shilled water piping	31
Gambar 3.3. Pressure control menggunakan PID	33
Gambar 3.4. Flow Chart Algoritma Sensorless Pump	35
Gambar 3.5. Grafik nilai kalor jenis air	38
Gambar 3.6. Grafik variasi AC load pada chilled water piping	38
Gambar 3.7. Kurva seleksi pompa	40
Gambar 3.8. Design Prototipe sistem pemipaan dan kontrol chilled water	44
Gambar 3.9. Rangkaian kontrol Xbee transmiter	46
Gambar 3.10. Prototipe Node Transmiter	46
Gambar 3.11. Rangkaian kontrol Xbee Receiver	47
Gambar 3.12. Prototipe Node Receiver	47

Gambar 3.13. Flow Chart Algoritma pada Xbee Transmiter	48
Gambar 3.14. Algoritma pada Xbee Receiver	50
Gambar 4.1. Matrix simulasi kondisi sistem chilled water	52
Gambar 4.2. Grafik Air Conditioning Load Profile pada konsisi simulasi 1	53
Gambar 4.3.Grafik Pressure Profile pada kondisi simulasi 1	53
Gambar 4.4. Pump Speed Profile pada kondisi simulasi 1	54
Gambar 4.5. Grafik Air Conditioning Load Profile pada kondisi simulasi 2	56
Gambar 4.6. Grafik Pressure Profile pada kondisi simulasi 2	56
Gambar 4.7. Grafik Pump Speed Profile pada kondisi simulasi 2	57
Gambar 4.8. Grafik Perbandingan COP yang diharapkan vs COP aktual pada Simulasi 1	60
Gambar 4.9. Grafik Perbandingan COP yang diharapkan vs COP aktual pada Simulasi 2	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Frekuensi untuk aplikasi ISM	23
Tabel 2.2. Deskripsi Pin Arduino	26
Tabel 3.1. Perbandingan Teknologi Wireless Communication	42
Tabel 4.1. Hasil analisa Simulasi 1	59
Tabel 4.2 Hasil Analisa Simulasi 2	61



DAFTAR ISTILAH

- AHU : Air handling unit yaitu alat penukar kalor yang berfungsi untuk mendistribusikan udara dingin ke dalam ruangan yang di kondisikan dengan sistem Air Conditioning.
- CHWP : Chilled water pump yaitu pompa yang digunakan untuk mendistribusikan chilled water dari chiller menuju ke AHU.
- VSD : Variable speed drive yaitu alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik.
- Sensorless : Sistem kontrol pengaturan VSD yang tidak memerlukan adanya sensor pada sistem.
- Thermal Comfort : suatu kondisi udara yang nyaman untuk digunakan oleh manusia.
- Sensor network : Jaringan sensor yang terdiri dari banyak sensor nodes yang disebar secara tersusun baik didalam suatu sistem maupun disekitar sistem yang diamati atau dikontrol.
- WSN : Wireless sensor network merupakan kumpulan sejumlah node (sensor network) yang diatur dalam sebuah jaringan kerjasama yang berkomunikasi secara wireless (nirkabel) dan bisa mengorganisir diri sendiri.
- API : Application Programable Interface adalah sekumpulan perintah, fungsi, serta protokol yang dapat digunakan oleh programmer saat membangun perangkat lunak untuk sistem operasi tertentu.
- frekuensi ISM : frekuensi industrial, scientific & medical adalah frekuensi yang dialokasikan secara internasional untuk keperluan industrial, scientific dan medical dan merupakan frekuensi yang tidak perlu lisensi dalam penggunaanya.
- Microcontroler : adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip di mana di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output.
- UART : Universal Asynchronous Receiver/Transmiter adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan antara bit-bit paralel data dan bit-bit serial

- RAM : Random Access Memory adalah memori tempat penyimpanan sementara pada saat komputer dijalankan dan dapat diakses secara acak atau random.
- ROM : Read Only Memory, yaitu perangkat keras pada komputer berupa chip memori semikonduktor yang isinya hanya dapat dibaca. ROM tidak dapat diisi atau ditulisi data sewaktu-waktu.
- EEPROM : Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory adalah sejenis chip memori tidak-terhapus yang digunakan dalam komputer dan peralatan elektronik lain untuk menyimpan sejumlah konfigurasi data pada alat elektronik tersebut yang tetap harus terjaga meskipun sumber daya diputuskan
- PID : Proportional–Integral–Derivative merupakan kontroler mekanisme umpan balik yang biasanya dipakai pada sistem kontrol industri dimana secara kontinyu kontroler menghitung nilai kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dan variabel proses terukur.
- Zigbee : adalah spesifikasi untuk jaringan protokol komunikasi tingkat tinggi, menggunakan radio digital berukuran kecil dengan daya rendah, dan berbasis pada standar IEEE 802.15.4-2003 untuk jaringan personal nirkabel tingkat rendah
- COP : Coefisien of Performance adalah besarnya kapasitas yang dihasilkan untuk setiap satuan daya yang digunakan.

MERCU BUANA