Automatisasi *Photovoltage Supervisory Control and Data Acquistion* (PV SCADA) Menggunakan Model Baru *Power Plant Controller* Tipe PCS-9700PPC Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Kontrol & Monitoring *Central Inverter*.
(Studi kasus : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)

TESIS

ILMAN RIZKY
(55420110027)

PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2024

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

Automatisasi *Photovoltage Supervisory Control and Data Acquistion* (PV SCADA) Menggunakan Model Baru *Power Plant Controller* Tipe PCS-9700PPC Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Kontrol & Monitoring *Central Inverter*. (Studi kasus : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Elektro

ILMAN RIZKY
(55420110027)

PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2024

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam tesis ini:

Judul : Automatisasi Photovoltage Supervisory Control and Data Acquistion (PV SCADA) Menggunakan Model Baru Power Plant Controller Tipe PCS-9700PPC Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Kontrol & Monitoring Central Inverter. (Studi kasus : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)

Nama : Ilman Rizky

NIM : 55420110027

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Tanggal : 11 September 2024

Merupakan hasil Studi Pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 11 September 2024

Ilman Rizky

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh:

Nama	: Ilman Rizky
NIM	: 55420110027
Program	: Program Pascasarjana Magister Teknik Elektro
Konsentrasi	: Manajemen Telekomunikasi
Judul	: Automatisasi Photovoltage Supervisory Control and Data Acquistion (PV SCADA) Menggunakan Model Baru Power Plant Controller Tipe PCS-9700PPC Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Kontrol & Monitoring Central Inverter. (Studi kasus : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelas Magister Strata 2 pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik/Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing	: Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T., IPM., Asean-Eng., APEC-Eng	( )
NIDN	: 0312118206	
Ketua Sidang	: Yudhi Gunardi, S.T., M.T., Ph.D.	( )
NIDN	: 0330086902	
Penguji 1	: Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D.	( )
NIDN	: 0320057603	

Jakarta, 11 September 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi
(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)	(Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T., IPM., Asean-Eng., APEC-Eng.)

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul "Automatisasi Photovoltage Supervisory Control and Data Acquistion (PV SCADA) Menggunakan Model Baru Power Plant Controller Tipe PCS-9700PPC Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Kontrol & Monitoring Central Inverter. (Studi kasus : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)".

Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat wajib dalam perjalanan saya menuju gelar Magister Teknik di Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Saya sangat menyadari bahwa pencapaian ini tidak dapat terwujud tanpa dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak sepanjang perjalanan pendidikan dan penelitian saya.

Oleh karena itu, dengan tulus dan penuh rasa terima kasih, saya ingin menyampaikan penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T., IPM., Asean-Eng., APEC-Eng., selaku dosen pembimbing yang telah dengan tulus memberikan waktu, tenaga, dan bimbingan intelektualnya dalam proses penyusunan tesis ini.
2. Para dosen Program Studi Magister Teknik Elektro yang telah berdedikasi dalam proses pembelajaran kami, memberikan wawasan yang berharga, dan mendorong kami untuk berkembang secara akademis.
3. Istriku tercinta Dean Irmawati Komariah, S.Pd yang selalu mendukung baik secara moril dan materil.

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

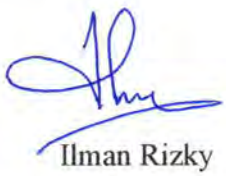
4. Kedua Orang Tuaku yang telah memberikan doa dan motivasi sehingga penyususan Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.

5. Teman-teman seangkatan Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan dukungan dan kolaborasi yang sangat berarti dalam perjalanan ini.

6. Serta seluruh tim PLTS Terapung Cirata 145 MWac & PT. PMSE (PJB Masdar Solar Energi) yang telah memberikan izin, inspirasi dan semangat untuk penelitian Tesis saya.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan, doa dan dukungan dari semua pihak yang telah saya sebutkan. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 11 September 2024



Ilman Rizky

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilman Rizky

NIM : 55420110027

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Judul : Automatisasi Photovoltage Supervisory Control and Data Acquistion (PV SCADA) Menggunakan Model Baru Power Plant Controller Tipe PCS-9700PPC Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Kontrol & Monitoring Central Inverter. (Studi kasus : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universtitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exlusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Laporan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 September 2024

Yang menyatakan,

Ilman Rizky

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

ABSTRAK

Penelitian ini mengidentifikasi kelemahan sistem PV SCADA pada PLTS Terapung Cirata 145 MWac, khususnya dalam mengelola kontrol nilai setpoint target pada *Central Inverter*. Ketidakoptimalan ini mengganggu kestabilan produksi listrik, menyebabkan *overshoot* target produksi dan nilai *steady-state error* yang besar, sehingga mempengaruhi stabilitas jaringan listrik. Metode yang digunakan adalah *Power Plant Controller* PCS-9700PPC dengan pendekatan *Research and Development*, data dikumpulkan melalui observasi dan simulasi kontrol PV SCADA dan PPC. Dari hasil analisis simulasi yang dilakukan, nilai *overshoot* dan *steady-state error* menunjukkan PPC meningkatkan stabilitas target produksi dengan nilai *steady-state error* 1,18 MWac dan *overshoot* 0,814%. Kemudian peningkatan faktor daya dari 0,81 menjadi stabil di angka 1 menunjukkan penggunaan energi yang lebih efisien. Selain itu, keandalan respon sistem kontrol menunjukkan PPC mampu menstabilkan sistem saat kondisi *overshoot* dalam dengan waktu respon waktu kurang dari 1 detik saat membatasi keluaran daya dari 157,81 MWac menjadi 138,21 MWac. Ini membuktikan peningkatan efisiensi dan keandalan operasional setelah penerapan PPC. Penelitian ini menawarkan aplikasi praktis bagi industri energi terbarukan untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi operasional pembangkit listrik.

Kata Kunci: PLTS Terapung, PV SCADA, *Central Inverter, Power Plant Controller, Overshoot, Steady-State Error*

UNIVERSITAS MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

ABSTRACT

This research identifies the weaknesses of the SCADA PV system in the Cirata 145 MWac Floating Solar Power Plant, especially in managing the control of the target setpoint value on the Central Inverter. This inoptimization disrupts the stability of electricity production, causing overshoot of production targets and large steady-state error values, thus affecting the stability of the power grid. The method used is the Power Plant Controller PCS-9700PPC with a Research and Development approach, data is collected through observation and simulation of PV SCADA and PPC controls. From the results of the simulation analysis carried out, the overshoot and steady-state error values showed that PPC increased the stability of the production target with a steady-state error value of 1.18 MWac and an overshoot of 0.814%. Then the increase in power factor from 0.81 to stable at 1 indicates more efficient energy use. In addition, the reliability of the control system's response showed that PPC was able to stabilize the system during deep overshoot conditions with a response time of less than 1 second while limiting the power output from 157.81 MWac to 138.21 MWac. This proves the improvement in operational efficiency and reliability after the implementation of PPC. This research offers practical applications for the renewable energy industry to improve the stability and operational efficiency of power plants.

Keywords: Floating Solar PV, PV SCADA, Central Inverter, Power Plant Controller, Overshoot, Steady-State Error

UNIVERSITAS MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

DAFTAR ISI

PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI iii

HALAMAN PENGESAHAN iv

KATA PENGANTAR v

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS vii

ABSTRAK viii

ABSTRACT ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR GAMBAR xiii

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK xvii

BAB I 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 7

1.3. Tujuan Penelitian 8

1.4. Manfaat Penelitian 8

1.5. Batasan Penelitian 10

BAB II 12

UNIVERSITAS MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

2.1. Rancangan Penelitian 12
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terapung..... 14
2.3. Komponen Utama PLTS Terapung Cirata 145 MWac 16
2.4 Steady-State Error Pada Sistem Kontrol PLTS..... 27
2.5 Overshoot Pada Sistem Kontrol PLTS..... 28
BAB III.....30
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian 30
3.2. Latar Belakang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terapung Cirata 145 MWac..... 30
3.3. Flowchart Penelitian..... 32
3.4. Metode Pengumpulan Data 35
3.5. Konsep Sistem 39
3.6. Rancangan Sistem 43
3.7. Sistem Kontrol Central Inverter Menggunakan PV SCADA 43
3.8. Sistem Kontrol Central Inverter Menggunakan PPC 48
BAB IV.....70
4.1. Simulasi Kontrol Central Inverter Menggunakan SCADA PV dan SCADA PPC 70
4.2. Hasil Simulasi Kontrol Inverter Mode PV SCADA & PPC 70
4.2.1. Simulasi 1 : Kontrol Central Inverter Menggunakan Mode Batch Control PV SCADA 72
4.2.2. Simulasi 2 : Kontrol Central Inverter Menggunakan Mode AGC PPC 85

UNIVERSITAS MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

4.3. Analisa Pengujian..... 89
4.3.1. Perbandingan Steady-State Error & Overshoot Pada Saat Simulasi 89
4.3.2. Evaluasi Reabilitas dan Respon Sistem Kontrol Central Inverter Dengan Menggunakan Power Plant Controller PCS-9700PCC..... 92
4.3.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Sistem Kontrol Central Inverter di PLTS Terapung Cirata 145 MWac 94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....97
5.1. Kesimpulan 97
5.2. Saran..... 99
DAFTAR PUSTAKA.....100
LAMPIRAN 105

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLTS Terapung yang terhubung ke jaringan Listrik [4] 17
Gambar 2.2 Floating Photovoltaic (sumber: PLTS Terapung Cirata 145 MWac) 19
Gambar 2.3 Combainer Box (sumber : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)..... 20
Gambar 2.4 Central Inverter (sumber : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)..... 21
Gambar 2.5 Transformer (sumber : PLTS Terapung Cirata 145 MWac) 22
Gambar 2.6 Floating Pontoon (sumber: PLTS Terapung Cirata 145 MWac) 23
Gambar 2.7 Ring Main Unit (sumber : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)..... 25
Gambar 3.1 PLTS Terapung Cirata 145 MWac..... 31
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian..... 33
Gambar 3.3 Block Diagram of PV SCADA System 40
Gambar 3.4 Operator & PV SCADA..... 44
Gambar 3.5 Main Circuit SLD Central Inverter 44
Gambar 3.6 STA21, Inverter 1..... 46
Gambar 3.7 Inverter Batch Control..... 47
Gambar 3.8 Flowchart Closed Loop Control Automation..... 49
Gambar 3.9 Sistem kontrol PPC di PV SCADA..... 51
Gambar 3.10 Tampilan Sistem AGC pada PCS-9700PPC 55
Gambar 3.11 Tampilan Sistem AVC pada PCS-9700PPC 65
Gambar 4.1 Tampilan rekaman saat kontrol setpoint target central inverter..... 72
Gambar 4.2 Tampilan Grafik GHI pada 18 Maret 2024..... 73
Gambar 4.3 Tampilan Grafik GTI pada 18 Maret 2024 78

UNIVERSITAS MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

Gambar 4.4 Hasil tampilan Grafik P total net AC pada mode Batch Control 83

Gambar 4.5 Tampilan rekaman saat kontrol setpoint target central inverter..... 85

Gambar 4.6 Hasil tampilan grafik PPC_Remote Target dengan grafik P total net AC 86

Gambar 4.7 Hasil tampilan grafik P total net AC dengan PPC_Remote Target .. 89

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Penelitian Serupa Tahun Sebelumnya..... 12

Tabel 3.1 Informasi kapasitas pembangkitan dan hal lainnya 36

Tabel 3.2 Informasi Spesifikasi Server PV SCADA & PPC 38

Tabel 3.3 Spesifikasi 1 Module Central Inverter SG3125HV-MV-30 45

Tabel 4.1 Unit Profile Update pada tanggal 18 Maret 2024, 06:20 WIB 71

Tabel 4.2 Perbandingan Steady-State Error dan Overshoot pada Simulasi Kontrol Inverter 90

Tabel 4.3 Faktor Daya (PF) Main Transformer-1 & Main Transformer 2 Setelah Impelentasi Sistem Kontrol Otomatis 92

Tabel 4.4 Keandalan Respon PPC Terhadap Setpoint Target Saat Kondisi Overshoot 93

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Main Circuit SLD Central Inverter 106

Lampiran 2. STA21, Inverter 1 107

Lampiran 3. Inverter Batch Control 108

Lampiran 4. Sistem kontrol PPC di PV SCADA 109

Lampiran 5. Tampilan Sistem AGC pada PCS-9700PPC 110

Lampiran 6. Tampilan Sistem AVC pada PCS-9700PPC 111

Lampiran 7. Tampilan rekaman saat kontrol setpoint target central inverter 112

Lampiran 8. Tampilan Grafik GHI pada 18 Maret 2024 113

Lampiran 9. Tampilan Grafik GTI pada 18 Maret 2024 114

Lampiran 10. Hasil tampilan Grafik P total net AC pada mode Batch Control.. 115

Lampiran 11. Tampilan rekaman saat kontrol setpoint target central inverter ... 116

Lampiran 12. Hasil tampilan grafik PPC_Remote Target dengan grafik P total net AC 117

Lampiran 13. Hasil tampilan grafik P total net AC dengan PPC_Remote Target 118

UNIVERSITAS MERCU BUANA

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Ilman Rizky

NIM : 55420110027

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Dengan judul "Automatisasi Photovoltage Supervisory Control and Data Acquistion (PV SCADA) Menggunakan Model Baru Power Plant Controller Tipe PCS-9700PPC Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Kontrol & Monitoring Central Inverter. (Studi kasus : PLTS Terapung Cirata 145 MWac)" Telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Trunitin pada Tanggal 11 September 2024 dengan didapatkan nilai presentase sebesar 12 %.

Jakarta, September 2024

Administrasi Trunitin

Saras Nur Praticha, S.Psi., MM.

http://lib.mercubuana.ac.id
Menteng