



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

VIRTUAL INERTIA KONTROL PADA AC MICROGRID

Riko Kristian Mondy

NIM 2212040

Dosen pembimbing

Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Widamuri Anistia, ST, M Tr.T

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Juli 2026



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

VIRTUAL INERTIA KONTROL PADA AC MICROGRID

Riko Kristian Mondy

NIM 2212040

Dosen pembimbing

Awan Uji Krismanto, ST., MT., ph.D.

Widamuri Anistia, ST, M Tr.T

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Juli 2026

VIRTUAL INERTIA KONTROL PADA AC MICROGRID

SKRIPSI

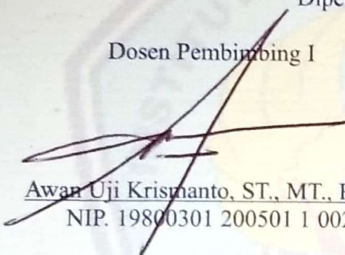
Riko Kristian Mondy
2212040

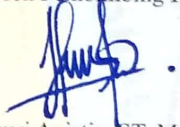
Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

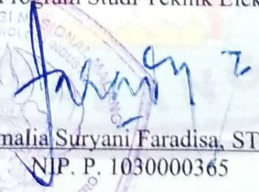
Dosen Pembimbing II


Awan Uji Krishanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19800301 200501 1 002


Widamuri Anistia, ST, M Tr.T
NIP. P. 1032200604

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG
Agustus 2026

ABSTRAK

VIRTUAL INERTIA KONTROL PADA AC MICROGRID

Riko Kristian Mondy, NIM: 2212040

Dosen Pembimbing I: Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II: Widamuri Anistia, ST, M Tr.T

Perkembangan sistem *microgrid* berbasis energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) menyebabkan berkurangnya inersia alami pada sistem tenaga listrik karena sebagian besar sumber energi terhubung melalui inverter elektronik daya. Kondisi tersebut dapat menimbulkan fluktuasi frekuensi, peningkatan nilai (*RoCoF*), serta ketidakstabilan sistem saat terjadi perubahan beban maupun operasi pada kondisi *islanding mode*. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan metode *Virtual Inertia Control* (VIC) pada sistem AC *microgrid* guna meningkatkan kestabilan frekuensi dan menjaga performa sistem secara keseluruhan. Metode (VIC) diterapkan pada inverter untuk memberikan karakteristik inersia virtual sehingga sistem mampu merespons perubahan daya dengan lebih cepat dan stabil. Studi dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB R2023b dengan memberikan gangguan berupa perubahan beban dan membandingkan respons sistem sebelum dan sesudah penerapan (VIC). Parameter yang dianalisis meliputi frekuensi, (*RoCoF*), daya aktif, daya reaktif, tegangan, dan arus. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan (VIC) mampu meningkatkan nilai frequency nadir dari 48,8 Hz menjadi 49,6 Hz, sehingga mampu mengurangi penurunan frekuensi sebesar 0,8 Hz. Selain itu, waktu pemulihan sistem menuju kondisi stabil menjadi sekitar 1,5 detik serta nilai (*RoCoF*) menurun dibandingkan sistem tanpa (VIC). Respons daya aktif dan daya reaktif juga menunjukkan karakteristik transien yang lebih baik dengan *overshoot* dan *undershoot* yang lebih kecil. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode (VIC) efektif meningkatkan stabilitas frekuensi, memperbaiki respons transien, dan meningkatkan keandalan operasi AC *microgrid* berbasis energi terbarukan.

Kata kunci: Virtual Inertia Kontrol pada AC Microgrid, Transfer Fuction, Frekuensi, *Droop Control*.

ABSTRACT

VIRTUAL INERTIA CONTROL IN AC MICROGRID

Riko Kristian Mondy, Student ID: 2212040

Supervisor I: Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Supervisor II: Widamuri Anistia, ST, M Tr.T

The development of renewable energy-based microgrid systems such as Solar Power Plants (PLTS) and Wind Power Plants (PLTB) has reduced natural inertia in the electric power system because most energy sources are connected through power electronic inverters. This condition can cause frequency fluctuations, increased (RoCoF) values, and system instability when there are load changes or operations in islanding mode conditions. This study aims to analyze the application of the Virtual Inertia Control (VIC) method in AC microgrid systems to improve frequency stability and maintain overall system performance. The (VIC) method is applied to the inverter to provide virtual inertia characteristics so that the system is able to respond to power changes more quickly and stably. The study was conducted using MATLAB R2023b software by providing disturbances in the form of load changes and comparing the system response before and after the application of (VIC). The parameters analyzed include frequency, (RoCoF), active power, reactive power, voltage, and current. The simulation results show that the application of (VIC) is able to increase the nadir frequency value from 48.8 Hz to 49.6 Hz, thereby reducing the frequency drop by 0.8 Hz. In addition, the system recovery time to steady state is approximately 1.5 seconds, and the RoCoF value decreases compared to the system without VIC. The active and reactive power responses also exhibit better transient characteristics with smaller overshoots and undershoots. These results indicate that the VIC method effectively improves frequency stability, transient response, and increases the operational reliability of renewable energy-based AC microgrids.

Keywords: Virtual Inertia Kontrol pada AC Microgrid, Frekuensi, Transfer Fuction, Droop Control.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi yang berjudul **“VIRTUAL INERTIA KONTROL PADA AC MICROGRID”** dibuat untuk memenuhi persyaratan kelulusan program Sarjana S1 Institut Teknologi Nasional Malang pada program studi teknik energi listrik. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih atas bimbingan dan dukungan semua pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang selalu membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran.
2. Ibu Widamuri Anistia, ST, M Tr.T_selaku Dosen Pembimbing II yang selalu membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang.
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang selalu membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Kedua orang tua atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Kepada kakak saya tercinta atas cinta dan dukungan yang telah di berikan kepada penulis.
7. Seluruh teman-teman squad kampus 3, squad SSTE, dan grup OYEK BOYS yang telah membantu penulis selama menempuh sarjana.

Namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon saran dan kritikan yang membangun untuk menambah kesempurnaan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa dan pembaca lainnya.

Malang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Microgrid.....	5
2.2 Kestabilan Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.3 Virtual Inertia Control	8
2.4 Frekuensi	12
2.4.1 Devisiasi Frekuensi.....	13
2.4.2 RoCoF	13
2.4.3 Frekuensi Nadir	14
2.5 Droop Kontrol.....	14
2.5.1 P-F Droop.....	16
2.5.2 Q-V Droop	17
2.6 Virtual Synchronous Generator (VSG).....	18
2.7 Metode Transfer Fuction	19
2.8 Inverter	20
2.9 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	22
2.10 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	23
2.11 MATLAB dan Smulink	24
BAB III PERANCANGAN PENELITIAN	27
3.1 Diagram Alir Flowchart.....	27
3.2 Single Line Diagram.....	30
3.3 Data Pembangkit dan Beban	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Profil hasil Grafik Kondisi Basecase	33
4.1.1 Profil Grafik Active Power Response	33
4.1.2 Profil Grafik Reactive Power Response	34
4.1.3 Profil Grafik Voltage Response	35
4.1.4 Profil Grafik Frequency Response	36
4.1.5 Profil Grafik Current dan Voltage Response	37

4.2 Profil hasil Grafik Kondisi Gangguan	38
4.2.1 Profil Grafik Active Power Response	38
4.2.2 Profil Grafik Reactive Power Response	39
4.2.3 Profil Grafik Voltage Response	40
4.2.4 Profil Grafik Frequency Response	41
4.2.5 Profil Grafik Current dan Voltage response	42
4.3 Profil Hasil Grafik Kondisi Menggunakan (VIC)	43
4.3.1 Profil Grafik Active Power Response	43
4.3.2 Profil Grafik Reactive Power Response	44
4.3.3 Profil Grafik Voltage Response	45
4.3.4 Profil Grafik Frequency Response	46
4.3.5 Profil Current dan Voltage response	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 koordinasi microgrid.....	5
Gambar 2 Klasifikasi Kestabilan.	7
Gambar 3 Klasifikasi Virtual Inertia Control Microgrid.	9
Gambar 4 Grafik RoCoF Terhadap Waktu VIC.	10
Gambar 5 Kontrol droop dengan loop kontrol impedansi keluaran virtual.	14
Gambar 6 Karakteristik P -F Droop.	17
Gambar 7 Karakteristik Q – V Droop.	18
Gambar 8 Komponen Inverter 3 phase.....	20
Gambar 9 Komponen sistem PLTB yang terhubung ke Grid.	22
Gambar 10 Komponen sistem PLTS yang terhubung ke Grid.....	23
Gambar 11 Flowchart	27
Gambar 12 Single Line Diagram	30
Gambar 13 Grafik Active Power Response.....	33
Gambar 14 Grafik Reactive Power Response.....	34
Gambar 15 Grafik Voltage Response.....	35
Gambar 16 Grafik Frequency Response.....	36
Gambar 17 Grafik Current and Voltage Response.....	37
Gambar 18 Grafik Active Power Response.....	38
Gambar 19 Grafik Reactive Power Response.....	39
Gambar 20 Grafik Voltage Response.....	40
Gambar 21 Grafik Frequency Response.....	41
Gambar 22 grafik Current and Voltage Response	42
Gambar 23 Grafik Active Power Response.....	43
Gambar 24 Grafik Reactive Power Response.....	44
Gambar 25 Grafik Voltage Response.....	45
Gambar 26 Grafik Frequency Response.....	46
Gambar 27 Grafik Current and voltage Response	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data Parameter	31
Tabel 2 Data Pembangkitan.....	32
Tabel 3 Data Beban.....	32