Rancang Bangun Sistem *Disaster Recovery* Berbasis *Event-Driven* menggunakan ReaR dan AI *Agent* n8n pada Lingkungan *Virtual Private Server*

SKRIPSI

Itsar Hevara

2207421046

PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN

JURUSAN TEKNIK MULTIMEDIA DAN KOMPUTER

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

Rancang Bangun Sistem *Disaster Recovery* Berbasis *Event-Driven* menggunakan ReaR dan AI *Agent* n8n pada Lingkungan *Virtual Private Server*

SKRIPSI

Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk Memperoleh Diploma Empat Politeknik

Itsar Hevara
2207421046

PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK MULTIMEDIA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Itsar Hevara
NIM	: 2207421046
Jurusan/Prodi	: Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi	: Rancang Bangun Sistem *Disaster Recovery* Berbasis *Event-Driven* menggunakan ReaR dan AI *Agent* n8n pada Lingkungan *Virtual Private Server*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung cirri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Jakarta, 9 Juni 2026

METERAI TEMPEL 10000 25889AOX069015329

Itsar Hevara
NIM 2207421046

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh

Nama	: Itsar Hevara
NIM	: 2207421046
Program Studi	: TMJ
Judul Skripsi	: Rancang Bangun Sistem Disaster Recovery Berbasis Event-Driven menggunakan ReaR dan AI Agent n8n pada Lingkungan Virtual Private Server

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Selasa, Tanggal 23, Bulan Juli, Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh:

Pembimbing I	: Ayu Rosyida Zain, S.ST, M.T.	( )
Penguji I	: Asep Kurniawan, S.Pd., M.Kom.	( )
Penguji II	: Fachroni Arbi Murad, S.Kom., M.Kom.	( )
Penguji III	: Andika Riyadi Jasril, M.Pd.T.	( )

Mengetahui

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua

Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197908032003122003

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas pertolongan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Sistem *Disaster Recovery* Berbasis *Event-Driven* menggunakan ReaR dan AI *Agent* n8n pada Lingkungan *Virtual Private Server*". Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Empat Politeknik.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penulis akan kesulitan dalam menyelesaikan laporan akhir skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ayu Rosyida Zain, S.ST, M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan teknis mulai dari latar belakang, kajian teori, hingga arsitektur sistem kepada penulis selama pengerjaan laporan akhir skripsi ini.
2. Keluarga, sahabat, dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan bantuan, diskusi teknis, dan semangat dalam pengerjaan laporan akhir skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, terutama dalam eksplorasi teknologi otomasi dan kecerdasan buatan yang terus berkembang. Penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila ada kesalahan atau kekurangan dalam proses pengerjaannya.

Jakarta, 9 Juni 2026

Itsar Hevara

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Itsar Hevara

NIM : 2207421046

Jurusan/Prodi : T.Informatika dan Komputer / T. Multimedia dan Jaringan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Rancang Bangun Sistem Disaster Recovery Berbasis Event-Driven menggunakan ReaR dan AI Agent n8n pada Lingkungan Virtual Private Server

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 9 Juni 2026
Yang menyatakan,

Itsar Hevara

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun Sistem *Disaster Recovery* Berbasis *Event-Driven* menggunakan ReaR dan AI *Agent* n8n pada Lingkungan *Virtual Private Server*

ABSTRAK

Sistem *disaster recovery* (DR) tradisional berbasis waktu (*time-driven*) sering kali tidak sensitif terhadap kondisi server secara *real-time*, sehingga memperburuk nilai RTO dan RPO saat terjadi insiden atau muncul ancaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menganalisis performa sistem *Event-Driven Disaster Recovery* menggunakan orkestrator n8n dan mesin pencadangan ReaR pada lingkungan virtual Proxmox VE. Sistem ini dikembangkan sebagai solusi otomatisasi mitigasi bencana dan gangguan server secara real-time untuk menekan intervensi manual IT support. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arsitektur berbasis kejadian ini berhasil mencapai empat dari lima target numerik performa yang ditetapkan. Nilai *Recovery Time Objective* (RTO) dan potensi *Recovery Point Objective* (RPO) berhasil didapatkan kurang dari 15 menit pada seluruh skenario, dengan waktu deteksi insiden kurang dari 5 menit serta total rate false negative di bawah 5%. Pengujian komparatif kecerdasan buatan (LLM Llama 3.2 lokal) menunjukkan bahwa pendekatan *Partial AI* pada *node AI agent* memiliki stabilitas dan akurasi tertinggi (hingga 30/30). Sebaliknya, pendekatan *Full AI* memberikan fleksibilitas tinggi dalam memproses teks tidak terstruktur, namun rentan mengalami *over-mitigation,* memperlama durasi workflow lebih dari 16–20%, serta belum mampu mencapai target akurasi keputusan di atas 90% akibat sifat model yang belum stabil.

Kata kunci: *disaster recovery, event-driven,* n8n, ReaR, Proxmox VE, *AI agent*, RTO, RPO.

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME ii
LEMBAR PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS v
ABSTRAK vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xi
BAB I
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan & Manfaat 3
1.5 Sistematika Penulisan 4
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Penelitian Terdahulu 6
2.2 Disaster Recovery (DR) 9
2.3 Bare-metal Recovery 11
2.3.1 ReaR (Relax-and-Recover) 12
2.4 AI Agent 14
2.4.1 Tipe-tipe Program Agent 15
2.4.2 Konsep Desain AI Agent 16
2.5 Workflow Automation n8n 17
2.5.1 AI Agent dalam Manajemen Infrastruktur pada n8n 18
2.6 Private Server Virtualization 19
2.6.1 Proxmox Virtual Environment (VE) 20
2.6.2 Kernel-Based Virtual Machine (KVM) 20
BAB III
METODE PENELITIAN 22
3.1 Rancangan Penelitian 22
3.1.1 Tahapan Penelitian 22
3.1.2 Objek Penelitian 23
3.2 Sumber Data 25
3.3 Teknik Pengumpulan Data 25
3.4 Teknik Analisis Data 26

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN..... 27
4.1 Analisis Kebutuhan..... 27
4.1.1 Kebutuhan Fungsional..... 27
4.1.2 Kebutuhan Non Fungsional..... 29
4.2 Perancangan Sistem..... 30
4.2.1 Rancangan Topologi Sistem..... 30
4.2.2 Rancangan AI Agent pada Sistem..... 32
4.2.3 Rancangan Decision Logic Sistem..... 33
4.3 Implementasi Sistem..... 34
4.3.1 Infrastruktur Server dan Jaringan Virtualisasi Proxmox..... 36
4.3.2 Implementasi Pada Backup Server..... 41
4.3.3 Implementasi Pada Production Server..... 44
4.3.4 Implementasi n8n Orchestrator & Ollama AI Engine..... 46
4.3.5 Implementasi Otomatisasi Backup..... 50
4.3.6 Implementasi Aktuator Sub-ReaRBackup..... 56
4.3.7 Implementasi Aktuator Sub-CreateSnapshot..... 57
4.3.8 Implementasi Aktuator Sub-BackupDB..... 60
4.3.9 Implementasi Otomatisasi Recovery..... 63
4.3.10 Implementasi Aktuator Sub-ReaRRecovery..... 67
4.3.11 Implementasi Aktuator Sub-Rollback..... 70
4.3.12 Implementasi Aktuator Sub-RecoverDB..... 71
4.3.13 Implementasi Fitur Isolasi..... 73
4.3.14 Implementasi Fitur Notifikasi & Logging..... 75
4.4 Pengujian..... 78
4.4.1 Deskripsi Pengujian..... 78
4.4.2 Prosedur Pengujian..... 85
4.4.3 Data Hasil Pengujian..... 88
4.4.4 Analisis Data..... 91
BAB V
PENUTUP..... 96
5.1 Kesimpulan..... 96
5.2 Saran..... 96
DAFTAR PUSTAKA..... 98
DAFTAR RIWAYAT HIDUP..... 100
LAMPIRAN.....

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 AI Agent pada User Interface n8n....19
Gambar 3.2 Alur Tahapan Penelitian....22
Gambar 3.1 Diagram Blok Arsitektur Sistem....23
Gambar 4.1 Rancangan Topologi Sistem....31
Gambar 4.2 Workflow AI Agent Sistem....33
Gambar 4.3 IP Interfaces pada Host Workstation....35
Gambar 4.4 Aplikasi Virtual Machine Manager....36
Gambar 4.5 Konfigurasi Spesifikasi VM Proxmox....37
Gambar 4.6 Tampilan Console Proxmox VE....38
Gambar 4.7 Menu Login Web Dashboard Proxmox VE....38
Gambar 4.8 Tahapan Membuat VM Baru pada Proxmox....39
Gambar 4.9 Konfigurasi SSH pada Nested VMs....41
Gambar 4.10 Konfigurasi etc/nfs.conf pada Backup Server....42
Gambar 4.11 Konfigurasi /etc/exports pada Backup Server....43
Gambar 4.12 Konfigurasi /etc/rear/site.conf Production Server....44
Gambar 4.13 Konfigurasi /etc/auto.master.d/rear.autofs....45
Gambar 4.14 Konfigurasi /etc/auto.rear....45
Gambar 4.15 Overview Web Dashboard n8n....48
Gambar 4.16 Informasi Driver GPU Host Workstation....49
Gambar 4.17 List dan Size Model AI yang Diuji....50
Gambar 4.18 Workflow Skenario Otomatisasi Backup pada n8n....51
Gambar 4.19 Konfigurasi Node HTTP Request....51
Gambar 4.20 Konfigurasi Script Filter....52
Gambar 4.21 Konfigurasi Node AI Agent....53
Gambar 4.22 Konfigurasi Node Ollama Chat Model....54
Gambar 4.23 Konfigurasi Ollama Account n8n....55
Gambar 4.24 Konfigurasi Node Execute SSH....55
Gambar 4.25 Konfigurasi Credential SSH Private Key n8n....56
Gambar 4.26 Workflow Sub-ReaRBackup....56
Gambar 4.27 Workflow Sub-CreateSnapshot....58
Gambar 4.28 Penambahan API Token pada Proxmox....59
Gambar 4.29 Konfigurasi Kredensial Header Auth Proxmox API....60
Gambar 4.30 Konfigurasi Connection pada DBBeaver....62
Gambar 4.31 Workflow Sub-BackupDB....62
Gambar 4.32 Workflow Skenario Otomatisasi Recovery pada n8n....64
Gambar 4.33 Contoh Konfigurasi Node IF n8n....65
Gambar 4.34 Contoh Konfigurasi Node Redis....66
Gambar 4.35 Contoh Penggunaan Node Loop Over Items....67

Gambar 4.36 Workflow Sub-ReaRRecovery..... 68
Gambar 4.37 Workflow Sub-Rollback..... 70
Gambar 4.38 Workflow Sub-RecoverDB..... 72
Gambar 4.39 Fitur Isolasi dengan Telegram Trigger..... 74
Gambar 4.40 Konfigurasi Umum Node Logging..... 76
Gambar 4.41 Konfigurasi Node Telegram Message..... 77
Gambar 4.42 Workflow Skenario S1A-PartialAI-Seismic-Snapshot..... 80
Gambar 4.43 Workflow Skenario S1C-FullAI-Seismic..... 81
Gambar 4.44 Workflow Skenario S2-Service Down..... 82
Gambar 4.45 Workflow Skenario S3-FailedBoot/NetworkError..... 82
Gambar 4.46 Workflow Skenario S4-DatabaseEdit..... 83
Gambar 4.47 Workflow Skenario S5-DatabaseDown..... 83
Gambar 4.48 Workflow Skenario S6-TelegramInput..... 84
Gambar 4.49 Workflow Skenario S7-CyberSecurityRSS..... 85
Gambar 4.50 Konfigurasi Node Set Pengujian..... 86
Gambar 4.51 Konfigurasi Node Code Pengujian..... 87
Gambar 4.52 Grafik Rata-rata Nilai RPO, RTO, dan Durasi Skenario..... 91
Gambar 4.53 Grafik Komparatif Akurasi AI Agent tiap Skenario..... 94
Gambar 4.54 Grafik Komparatif RPO dan Durasi Workflow BackupReaR..... 95

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....6
Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer Penelitian.....24
Tabel 4.1 Aturan Kondisi-Aksi (IF-THEN Rules) Sistem.....34
Tabel 4.2 Spesifikasi Nested VMs pada Proxmox.....39
Tabel 4.3 Performance Measure.....79
Tabel 4.4 Data Pengujian Performa Skenario Fitur Backup.....89
Tabel 4.5 Data Pengujian Performa Skenario Fitur Recovery.....89
Tabel 4.6 Data Pengujian Performa Skenario S6 Fitur Isolasi.....90
Tabel 4.7 Data Komparatif Skenario S1C dengan S1A dan S1B.....90

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Strategi *disaster recovery* (DR) semakin krusial dalam perusahaan modern. Hal tersebut karena ketersediaan dan keamanan data telah menjadi aspek penting untuk memastikan keberlanjutan bisnis. Selain bencana alam dan kegagalan sistem, urgensi kebutuhan sistem DR yang tangguh juga semakin meningkat karena maraknya ancaman siber yang bisa menyerang server, khususnya ransomware. Insiden serangan ransomware pada Pusat Data Nasional (PDN) pada tahun 2024 juga telah menjadi preseden buruk yang mengakibatkan kelumpuhan layanan pemerintah dan kerugian finansial yang signifikan akibat tingginya biaya pemulihan sistem dikarenakan solusi backup yang tidak memadai. Menurut Simorangkir dkk. (2024), serangan ransomware ini bukan hanya ancaman teknis yang mengenkripsi data penting, tetapi juga ancaman terhadap kedaulatan data dan layanan publik vital. Suksesnya serangan pada PDN tersebut menunjukkan adanya celah dalam pengelolaan risiko keamanan siber dan membuktikan bahwa sistem *backup dan recovery* tradisional tidak lagi cukup untuk menghadapi ancaman yang terus berevolusi.

Merujuk pada standar ISO 22301 dan NIST SP 800-34, sistem *disaster recovery* dipandang sebagai sebuah keharusan bagi organisasi baik itu untuk kepentingan keberlangsungan bisnis, *compliance* , dan keamanan sistem/data mereka dengan mengotomatisasi restorasi infrastruktur secara utuh (Voinilă & Nedelcu, 2025). Tantangan utama dalam implementasi *disaster recovery* (DR) adalah kompleksitas pengelolaan dan backup data pada berbagai level kebutuhan, mulai dari level database hingga level bare-metal, yang sering kali masih dikelola secara manual atau melalui skrip statis dengan skenario yang terbatas. Backup terjadwal ataupun cron jobs pada sistem DR *time-driven* (berbasis waktu) mungkin sudah cukup untuk diterapkan sebagai solusi pada server skala kecil hingga menengah (Ikrom et al., 2025), namun begitu, kelemahan dari sistem DR berbasis waktu adalah tidak adanya sensitivitas terhadap kondisi real-time server. Hasilnya, sistem tidak dapat mendeteksi kegagalan/insiden secara dini, yang secara langsung memperburuk nilai RTO dan RPO.

Untuk mengatasi masalah tersebut, dapat dikembangkan strategi DR yang mampu bekerja secara *event-driven* (berbasis kejadian). ReaR (Relax-and-Recover) sebagai solusi *open-source* untuk recovery sistem Linux hingga level *bare-metal*, yang artinya server dapat dipulihkan secara utuh dari partisi disk yang kosong. Recovery pada level bare-metal ini membuat ReaR lebih universal dalam memitigasi berbagai jenis insiden seperti ransomware, kegagalan hardware, dan bencana alam (Voinilă & Nedelcu, 2025). Adapun teknologi *workflow automation* seperti n8n yang dapat diintegrasikan dengan AI *agent*, memungkinkan sistem tidak hanya mengeksekusi perintah secara rutin, tetapi juga melakukan analisis log dan monitoring pada kondisi yang berpotensi mempengaruhi server (Venkiteela, 2025). Hal tersebut dapat mencakup failed boot, *request* akses/program mencurigakan, dan informasi dari API eksternal seperti ke website berita lokal sebagai deteksi dini terhadap bencana alam.

Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan dan analisis performa prototype sistem DR berbasis *Event-Driven* menggunakan ReaR dan n8n pada Lingkungan Virtual Berbasis Proxmox VE. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi otomatisasi yang mengurangi intervensi manusia hingga tingkat minimum, mempercepat waktu pemulihan, dan meningkatkan ketahanan data melalui orkestrasi yang cerdas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang arsitektur sistem *disaster recovery* yang mampu mengintegrasikan lingkungan VPS dengan ReaR dan n8n ke dalam sebuah workflow otomatis berbasis kejadian (*event-driven*)?
2. Bagaimana mengimplementasikan AI *agent* pada n8n sebagai orkestrator untuk melakukan analisis dan pengambilan keputusan secara otomatis untuk meminimalisir intervensi manusia dalam proses backup dan recovery?
3. Sejauh mana efektivitas dan adaptivitas penggunaan sistem *event-driven disaster recovery* dalam meminimalisir nilai RTO dan RPO?

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Simulasi Virtual Private Server dilakukan menggunakan node VM linux Proxmox VE. AI *agent* dan proses n8n dijalankan menggunakan Docker pada bare-metal diluar VM agar dapat menjalankan AI.
2. Data dan konfigurasi service yang akan digunakan untuk pengujian backup & recovery adalah data database *dummy* dan *services* pada server Linux seperti DNS, SSL, dan FTP.
3. Fokus pengujian dilakukan pada mesin virtual (VM) berbasis Linux Ubuntu yang didukung penuh oleh backup engine ReaR.
4. Sistem DR berfokus pada level bare-metal recovery, yaitu mencakup seluruh sistem operasi, konfigurasi, dan data pengguna dalam bentuk ISO image atau archive yang siap dipulihkan.
5. *Event trigger* untuk backup dan recovery otomatis dibatasi pada kondisi yang dapat diamati tanpa sensor fisik tambahan pada infrastruktur server.
6. Penggunaan *tools* keamanan terpisah yang dapat memitigasi insiden baik itu berupa SIEM *(Security Information and Event Management),* IDS *(Intrusion Detection System)*, dan sejenisnya tidak akan digunakan.
7. Penggunaan AI *agent* pada n8n dibatasi pada fungsi analisis log error, pengambilan keputusan backup otomatis, interpretasi informasi dari API eksternal, dan penyusunan laporan status pemulihan (recovery report).
8. Media penyimpanan hasil backup menggunakan protokol NFS yang dikelola di dalam jaringan private server yang sudah dikonfigurasi.

1.4 Tujuan & Manfaat

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mampu merancang arsitektur sistem *disaster recovery* yang mampu mengintegrasikan Proxmox VE, ReaR, dan n8n ke dalam sebuah workflow otomatis berbasis kejadian (*event-driven*).
2. Mampu mengimplementasikan AI *agent* pada n8n sebagai orkestrator untuk melakukan analisis log dan pengambilan keputusan secara otomatis

untuk meminimalisir intervensi manusia dalam proses backup dan recovery.

3. Mengetahui sejauh mana efektivitas dan adaptivitas penggunaan sistem *event-driven disaster recovery* dalam meminimalisir nilai RTO dan RPO.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagi perusahaan/pemilik usaha, penelitian ini dapat menjadi referensi solusi dalam membangun infrastruktur IT dengan strategi *disaster recovery* yang efektif dengan biaya rendah karena menggunakan tools yang *open-source*, serta membantu menekan risiko kerugian bisnis akibat kehilangan data atau downtime server yang lama.
2. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah tambahan mengenai pemanfaatan *workflow automation* n8n dengan fitur AI *agent* dalam konteks *Disaster Recovery Planning* (DRP) yang masih jarang dibahas dalam literatur akademis saat ini.

1.5 Sistematika Penulisan

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab I menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat yang diharapkan, serta sistematika penulisan skripsi.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisikan penjelasan mengenai landasan teori yang berisi penelitian terkait dan kajian literatur yang relevan dengan topik penelitian. Hal ini mencakup penelitian terdahulu sebagai state-of-the-art, konsep-konsep *disaster recovery*, mekanisme bare-metal recovery, penggunaan ReaR, orkestrasi workflow menggunakan n8n, pemanfaatan AI Agent, dan virtual private server serta alat untuk virtualisasinya.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III menjelaskan alur penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan riset eksperimental. Bab ini mencakup tahapan pengembangan sistem, perancangan arsitektur nested virtualization (Proxmox, ReaR, n8n),

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

skenario simulasi bencana, serta spesifikasi hardware pada penelitian yang akan dilakukan.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV menyajikan hasil implementasi prototype sistem *disaster recovery,* hasil pengujian *event-driven* berdasarkan skenario insiden yang telah ditentukan, analisis performa metrik RTO (Recovery Time Objective), efektivitas AI *agent* dalam menangani log, serta pembahasan mendalam mengenai hasil penelitian.

e. BAB V PENUTUP

Bab V berisikan penjelasan mengenai hasil akhir penelitian berupa kesimpulan yang menjawab rumusan masalah serta saran-saran untuk pengembangan sistem *disaster recovery* di masa yang akan datang.

f. DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisikan daftar referensi, jurnal, buku, dan dokumentasi teknis yang digunakan penulis sebagai rujukan ilmiah dalam penyusunan skripsi.

g. LAMPIRAN

Bagian ini akan berisi dokumen pendukung penelitian berupa dokumentasi pengujian lengkap.

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengintegrasikan arsitektur sistem *disaster recovery* berbasis kejadian (*event-driven*) yang adaptif terhadap berbagai skenario insiden/potensi ancaman. Dengan menghubungkan Proxmox VE, ReaR, orkestrator n8n, database, Docker, dan NFS server, sistem ini terbukti mampu memantau dan merespons berbagai kejadian secara otomatis dan real-time menggunakan *data sources* internal (monitoring database, *network,* ataupun *services*) maupun eksternal (BMKG & RSS Cyber Feed), sekaligus menjadi alternatif yang efektif dari sistem DR tradisional berbasis waktu (time-driven).

Adapun beberapa capaian target numerik yang berhasil dicapai terkait efektivitas sistem, yakni:

1. Target potensi nilai RPO berhasil dicapai kurang dari 15 menit pada seluruh skenario backup dengan nilai RPO rata-rata tertinggi senilai 442.61 detik (7 menit, 22 detik).
2. Target nilai RTO berhasil dicapai kurang dari 15 menit pada seluruh skenario *recovery* dengan nilai RTO rata-rata tertinggi pada seluruh skenario adalah 431.067.detik (7 menit, 11 detik).
3. Waktu deteksi insiden dini berhasil dicapai kurang dari 5 menit setelah kejadian dengan *schedule trigger* yang berjalan paling lama setiap 4 menit.
4. Rate *false negative* secara keseluruhan berada di bawah 5%.
5. Satu-satunya target yang belum terpenuhi adalah tingkat akurasi keputusan AI >90%, yang mana masih sulit dicapai apabila menggunakan pendekatan Full AI yang outputnya tidak stabil.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem dan penelitian lanjutan di masa mendatang, ada beberapa saran yang bisa diajukan, yakni:

1. Peningkatan Akurasi & Stabilitas AI Agent

   Rendahnya nilai akurasi pada skenario Full AI (S1C dan S7) kemungkinan dapat dimitigasi dengan menggunakan model LLM yang lebih besar

ataupun melakukan fine-tuning model LLM berskala kecil khusus untuk analisis dokumen teknis IT. Integrasi *fuzzy logic* untuk pengambilan keputusan juga dapat dilakukan untuk mengurangi sifat halusinasi LLM.

2. Penggunaan *Data Source* yang Lebih Komprehensif

   Tools SIEM (*Security Information and Event Management*) *open-source* seperti Wazuh ataupun IDS (*Intrusion Detection System*) seperti Suricata dapat digunakan sebagai sumber data tambahan untuk mendeteksi anomali jaringan dan ancaman siber secara aktif sebelum memicu workflow n8n. Integrasi sistem dengan *data sources* berupa sensor IoT (*Internet of Things*) fisik juga dapat dilakukan, contohnya sensor suhu/kelembaban ruangan untuk mitigasi server *overheat*/kebakaran, serta sensor tegangan AC untuk mendeteksi pemadaman listrik.

3. Perluasan Skala Infrastruktur

   Penelitian selanjutnya juga dapat memperluas batasan masalah dengan menguji keandalan ReaR pada berbagai distro Linux serta menerapkan skenario arsitektur High Availability (HA) pada klaster multi-node Proxmox VE yang sesungguhnya.

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

Achmad Fachri, Neforawati, I. & Kurniawan, A. 2022. 'Optimalisasi Server Proxmox pada NICT UIN Syarif Hidayatullah Jakarta', MULTINETICS, 7(2), hlm. 196–203. doi: 10.32722/multinetics.v7i2.3960.

Aziz, A. & Tarkono, A. 2016. 'Teknologi Virtualisasi Openvz dan Kernel-Based Virtual Machine sebagai Layanan IaaS pada Jaringan Enterprise', MULTINETICS, 2(1), hlm. 24–30. doi: 10.32722/multinetics.v2i1.1064.

Faust, M., Norman, D. & Chang, E. 2020. How It Works: Bare Metal Restore (BMR) for Linux. Technical White Paper RWP-0508.

Gaffar, A.F.O., Malani, R. & Putra, A.B.W. 2021. Artificial Intelligence: Konsep Fundamental dan Terapan. Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing). Tersedia pada: https://books.google.co.id/books?id=Jn5JEAAAQBAJ (Diakses: 6 Mei 2026).

Ikrom, P., Husain., Marzuki, K., Azhar, R. dan Hariyadi, I.P. 2025. 'Implementasi Disaster Recovery melalui Backup Otomatis pada XenServer berbasis FreeNAS', Prosiding Seminar Nasional CORISINDO 2025, 1. doi: 10.30812/corisindo.v1.5420.

Kolte, S. & Gade, A. 2018. 'Real Time Disaster Recovery and Active Backup of Linux Server', International Journal of Scientific Research in Science and Technology (IJSRST), 4(2), hlm. 1810–1814.

Mahmoud, E. 2025. Enhancing hosting infrastructure management with AI-powered automation. Skripsi. Tersedia pada: https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202504156612.

Nakavisute, I. & Sincharoonsak, T. 2025. 'Optimizing the Automation Process with n8n', TPM – Testing, Psychometrics, Methodology in Applied Psychology, 32(S8), hlm. 1786–1793. Tersedia pada: https://tpmap.org/submission/index.php/tpm/article/view/3011 (Diakses: 9 Januari 2026).

Setiawan, Y.P. & Budiyanto, S. 2025. 'Optimasi Disaster Recovery Planning (DRP) pada Site Recovery Manager (SRM) Menggunakan Algoritma

Genetika', Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika, 24(1), hlm. 89–100. doi: 10.31358/techne.v24i1.580.

Shaytura, S.V. & Pitkevich, P.N. 2022. Data backup methods for mission-critical information systems. MIREA - Russian Technological University.

Simorangkir, A., Sihombing, H., Sihite, P.I. dan Parhusip, J. (2024) 'Ransomware pada Data PDN: Implikasi Etis dan Tanggung Jawab Profesional dalam Pengelolaan Keamanan Siber', Jurnal Sains Student Research, 2(6), hlm. 324–331. Tersedia pada: https://ejurnal.kampusakademik.co.id/index.php/jssr/article/view/2966 (Diakses: 9 Januari 2026).

Singhal, M.K. 2023. 'Protecting customer databases to shield business data against ransomware attacks and effective disaster recovery in a hybrid production environment', dalam Proceedings of the 4th International Conference on Information Management & Machine Intelligence (ICIMMI '22). New York: Association for Computing Machinery. doi: 10.1145/3590837.3590927.

Somalraju, S. 2025. 'AI-Driven Cloud Optimization: Leveraging Machine Learning to Enhance Cloud Performance', International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, 11, hlm. 2119–2135. doi: 10.32628/CSEIT23112583.

Venkiteela, P. 2025. 'n8n: An Open-Source Workflow Automation Platform for Enterprise Integration and AI-Driven Orchestration', International Journal of Computer Applications, 187(63), hlm. 1–11. doi: 10.5120/ijca2025926031.

Voinilă, A.C. dan Nedelcu, A.S. 2025. 'Standards and Best Practices in Disaster Recovery', International Conference of Management and Industrial Engineering, 12. doi: 10.56177/12icmie2025.208.

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Itsar Hevara

Lahir pada tahun 2004 dan saat ini berdomisili di Jakarta. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis penempuh pendidikan dan lulus dari SDN Utan Kayu Selatan 27 Pagi pada tahun 2016, dari SMPN 216 Jakarta pada tahun 2019, dan dari SMAN 68 Jakarta pada tahun 2022. Pada tahun 2022, penulis berkesempatan untuk melanjutkan pendidikan Diploma IV pada Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta. Selama menempuh pendidikan, penulis memiliki ketertarikan pada bidang *server administrations*, operasional IT, *network engineering*, dan Internet of Things (IoT).

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

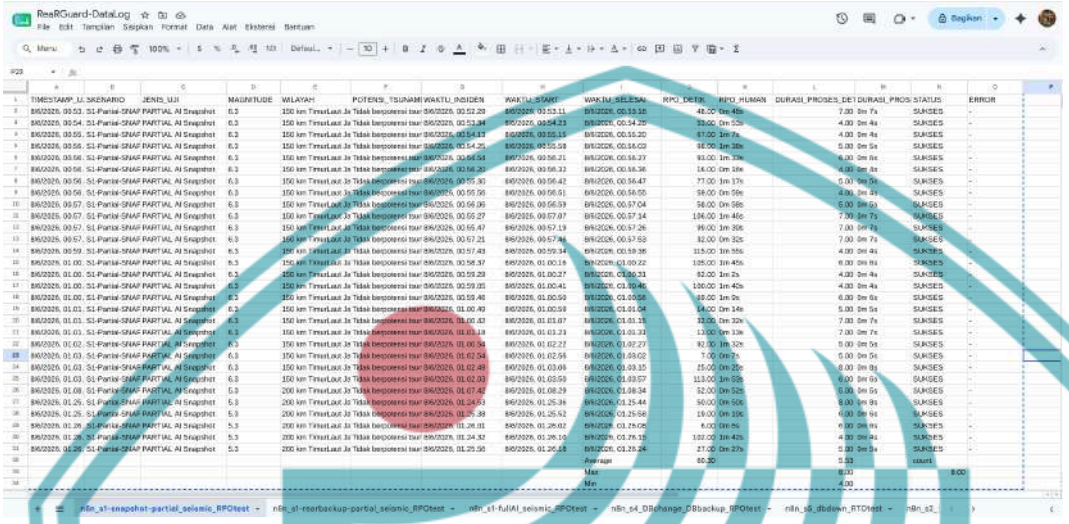
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1

Spreadsheet Log Data Pengujian

n8n_s1-snapshot-partial_seismic_RPOtest



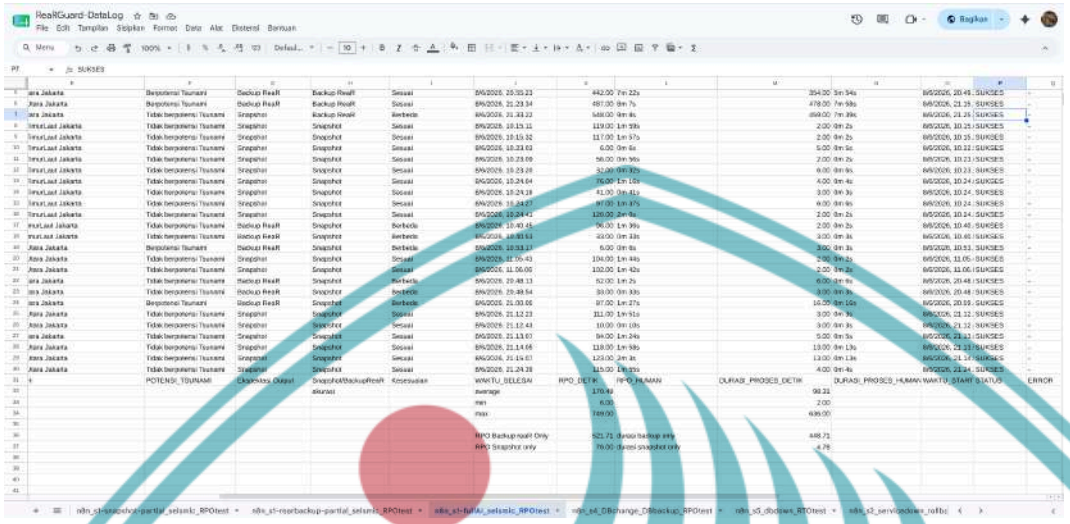
n8n_s1-rearbackup-partial_seismic_RPOtest

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

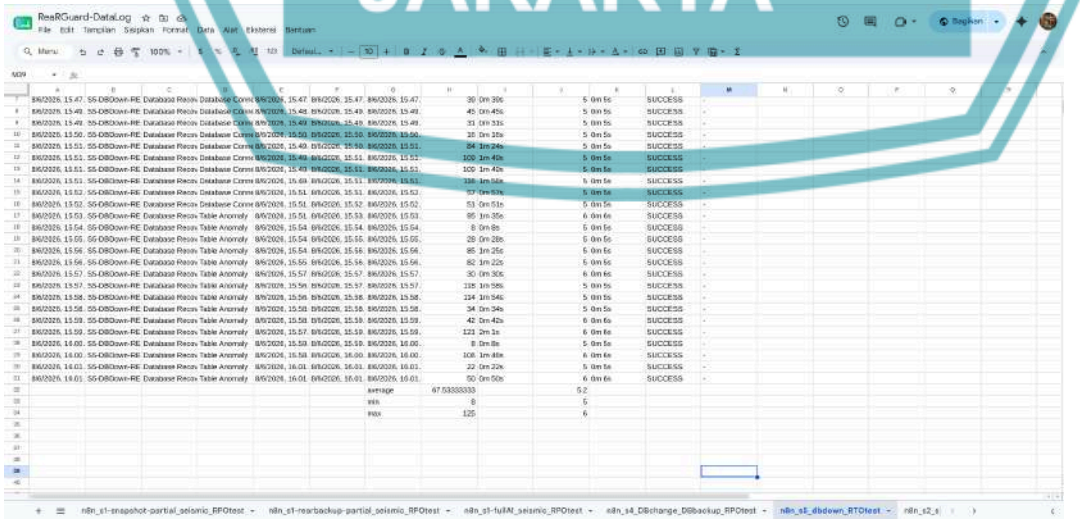
(lanjutan)

n8n_s1-fullAI_seismic_RPOtest



n8n_s4_DBchange_DBbackup_RPOtest

n8n_s5_dbdown_RTOtest

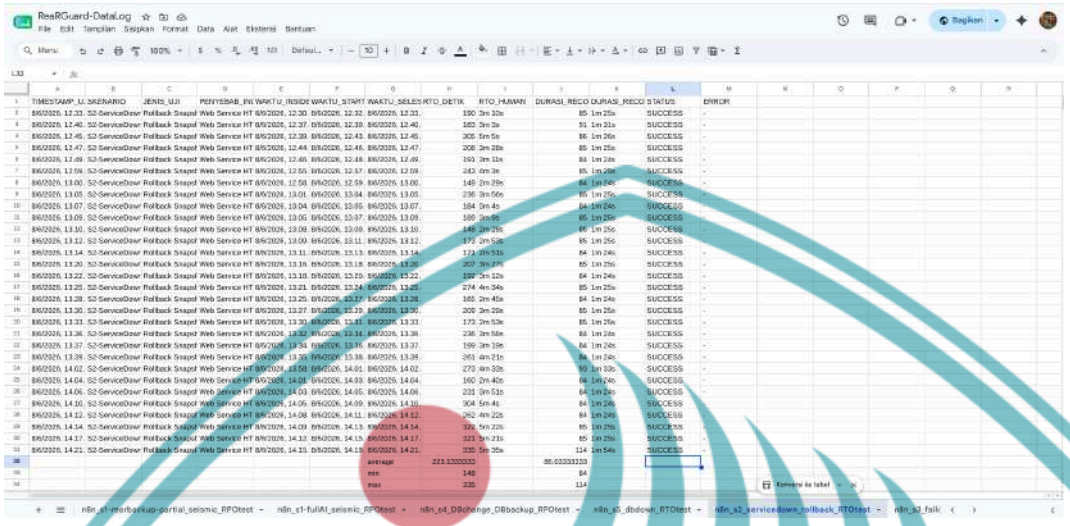


© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

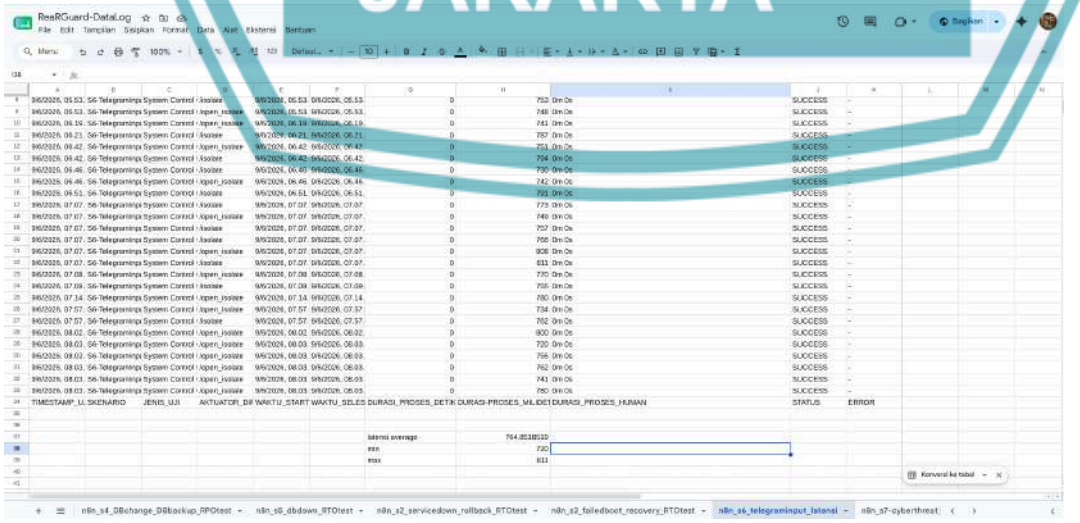
(lanjutan)

n8n_s2_servicedown_rollback_RTOtest



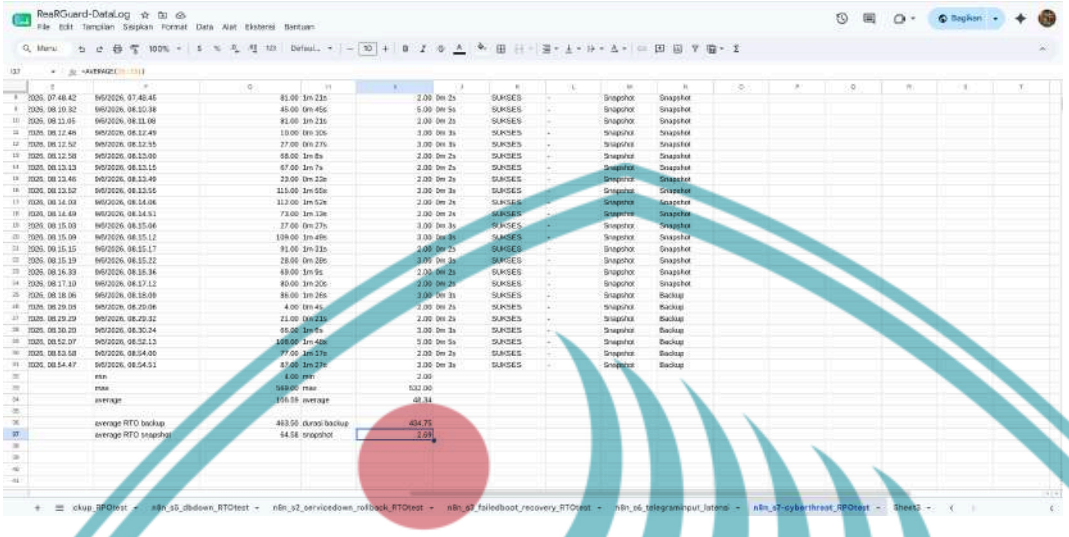
n8n_s3_failedboot_recovery_RTOtest

n8n_s6_telegraminput_latensi



(lanjutan)

n8n_s7-cyberthreat_RPOtest



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2

Template Skrip Pengujian

```
// 1. Set data indikator gempa dan waktu dari Node Set awal
const dataAwal = $node["Set_Data_Awal"].json;

const eqMagnitude = dataAwal.eq_mag || "0.0";
const eqWilayah = dataAwal.eq_region || "Unknown";
const eqPotensi = dataAwal.eq_tsunami || "Unknown";

// 2. Parameter waktu (Waktu Insiden, Waktu Start Workflow, dan Waktu Selesai saat ini)
const waktuInsiden = new Date(dataAwal.eq_time_string);
const waktuStartWorkflow = new Date(dataAwal['eq_workflow-start']);
const waktuSelesaiWorkflow = new Date();

// 3. Kalkulasi Nilai RPO Murni (Waktu Selesai - Waktu Insiden Gempa)
const rpoMilidetik = waktuSelesaiWorkflow - waktuInsiden;
const rpoTotalDetik = Math.max(0, Math.floor(rpoMilidetik / 1000));
const rpoMenit = Math.floor(rpoTotalDetik / 60);
const rpoDetik = rpoTotalDetik % 60;
const rpoFormatted = `${rpoMenit}m ${rpoDetik}s`;

// 4. Kalkulasi Durasi Lamanya Proses Backup/Snapshot (Waktu Selesai - Waktu Start
Workflow)
const durasiMilidetik = waktuSelesaiWorkflow - waktuStartWorkflow;
const durasiTotalDetik = Math.max(0, Math.floor(durasiMilidetik / 1000));
const durasiMenit = Math.floor(durasiTotalDetik / 60);
const durasiDetik = durasiTotalDetik % 60;
const durasiFormatted = `${durasiMenit}m ${durasiDetik}s`;

// 5. Identifikasi Jenis Pengujian dan Evaluasi Status Sukses/Gagal
const jenisPengujian = dataAwal.jenis_uji || "PARTIAL AI Backup ReaR";
const isSuccess = $json.error ? "GAGAL" : "SUKSES";
const errorDetail = $json.error ? $json.error.message : "-";

// 6. Konversi seluruh objek waktu ke String format lokal WIB (Asia/Jakarta)
const optionsTime = { timeZone: 'Asia/Jakarta', hour12: false };
const timestampUjiWIB = waktuSelesaiWorkflow.toLocaleString('id-ID', optionsTime);
const waktuInsidenWIB = waktuInsiden.toLocaleString('id-ID', optionsTime);
const waktuStartWIB = waktuStartWorkflow.toLocaleString('id-ID', optionsTime);

// 7. Konstruksi Data Log Terstruktur
const logData = {
  timestamp_uji: timestampUjiWIB,
  skenario: "S1-Partial-BACKUP",
  jenis_pengujian: jenisPengujian,
  gempa_magnitude: eqMagnitude,
  gempa_wilayah: eqWilayah.replace(/,/g, ';'),
  gempa_potensi: eqPotensi,
  waktu_insiden: waktuInsidenWIB,
  waktu_start_workflow: waktuStartWIB,
```

```
  waktu_selesai: timestampUjiWIB,
  rpo_detik: rpoTotalDetik,
  rpo_human: rpoFormatted,
  durasi_proses_detik: durasiTotalDetik,
  durasi_proses_human: durasiFormatted,
  status_eksekusi: isSuccess,
  keterangan_error: errorDetail
};

// 8. Buat format baris teks CSV dengan tambahan kolom DURASI_PROSES_DETIK dan DURASI_PROSES_HUMAN
const csvHeader = "TIMESTAMP_UJI,SKENARIO,JENIS_UJI,MAGNITUDE,WILAYAH,POTENSI_TSUNAMI,WAKTU_INSIDEN,WAKTU_START,WAKTU_SELESAI,RPO_DETIK,RPO_HUMAN,DURASI_PROSES_DETIK,DURASI_PROSES_HUMAN,STATUS,ERROR\n";
const csvRow = `"${logData.timestamp_uji}","${logData.skenario}","${logData.jenis_pengujian}","${logData.gempa_magnitude}","${logData.gempa_wilayah}","${logData.gempa_potensi}","${logData.waktu_insiden}","${logData.waktu_start_workflow}","${logData.waktu_selesai}",${logData.rpo_detik},"${logData.rpo_human}",${logData.durasi_proses_detik},"${logData.durasi_proses_human}","${logData.status_eksekusi}","${logData.keterangan_error}"\n`;

return [{
  json: {
    ...logData,
    csv_header: csvHeader,
    csv_row: csvRow
  }
}];
```

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3

Sample Workflow n8n dalam JSON

Sub-RollbackSnapshot:


```
{
  "nodes": [
    {
      "parameters": {
        "inputSource": "passthrough"
      },
      "id": "c055762a-8fe7-4141-a639-df2372f30060",
      "typeVersion": 1.1,
      "name": "When Executed by Another Workflow",
      "type": "n8n-nodes-base.executeWorkflowTrigger",
      "position": [
        80,
        304
      ]
    },
    {
      "parameters": {
        "url": "http://192.168.122.92:8006/api2/json/nodes/proxmox/qemu/101/snapshot",
        "authentication": "genericCredentialType",
        "genericAuthType": "httpHeaderAuth",
        "sendHeaders": true,
        "headerParameters": {
          "parameters": [
            {
              "name": "Accept",
              "value": "application/json"
            }
          ]
        },
        "options": {
          "allowUnauthorizedCerts": true
        }
      },
      "type": "n8n-nodes-base.httpRequest",
      "typeVersion": 4.4,
      "position": [
        288,
        304
      ],
      "id": "78c5d47a-8f34-479d-a4a5-cdd2bbee7b60",
      "name": "SnapGetVM101",
      "credentials": {
        "httpHeaderAuth": {
          "id": "yBDnBLSrEJs0hAbp",
          "name": "Header Auth account"
        }
      }
```

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta


```
  },
  {
    "parameters": {
      "url": "http://192.168.122.92:8006/api2/json/nodes/proxmox/qemu/100/snapshot",
      "authentication": "genericCredentialType",
      "genericAuthType": "httpHeaderAuth",
      "sendHeaders": true,
      "headerParameters": {
        "parameters": [
          {
            "name": "Accept",
            "value": "application/json"
          }
        ]
      },
      "options": {
        "allowUnauthorizedCerts": true
      }
    },
    "type": "n8n-nodes-base.httpRequest",
    "typeVersion": 4.4,
    "position": [
      288,
      512
    ],
    "id": "3ee3e3e3-1da2-4f5d-bf5e-6a9f6b226b1f",
    "name": "SnapGetVM100",
    "credentials": {
      "httpHeaderAuth": {
        "id": "yBDnBLSrEJs0hAbp",
        "name": "Header Auth account"
      }
    }
  },
  {
    "parameters": {
      "jsCode": "const allSnapshots = items[0].json.data;\nconst n8nSnapshots = allSnapshots.filter(snap => snap.name.startsWith('n8nSnap'));\nn8nSnapshots.sort((a, b) => b.snaptime - a.snaptime);\nconst latestSnapshotName = n8nSnapshots[0].name;\n\nreturn [{json: {latest_snap: latestSnapshotName}}];"
    },
    "type": "n8n-nodes-base.code",
    "typeVersion": 2,
    "position": [
      480,
      304
    ],
    "id": "15c51565-354e-4e55-b285-a6d5e1a76384",
    "name": "Code in JavaScript"
  },
```

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta


```
{
  "parameters": {
    "method": "POST",
      "url": "=http://192.168.122.92:8006/api2/json/nodes/proxmox/qemu/101/snapshot/{{
$json.latest_snap }}/rollback",
    "authentication": "genericCredentialType",
    "genericAuthType": "httpHeaderAuth",
    "sendHeaders": true,
    "headerParameters": {
      "parameters": [
        {
          "name": "Accept",
          "value": "application/json"
        }
      ]
    },
    "options": {
      "allowUnauthorizedCerts": true
    }
  },
  "type": "n8n-nodes-base.httpRequest",
  "typeVersion": 4.4,
  "position": [
    672,
    304
  ],
  "id": "0a0b533b-d83f-40bc-abe4-67660653fd27",
  "name": "RollbackVM101",
  "credentials": {
    "httpHeaderAuth": {
      "id": "yBDnBLSrEJs0hAbp",
      "name": "Header Auth account"
    }
  }
},
{
  "parameters": {
    "authentication": "privateKey",
    "command": "qm start 101"
  },
  "type": "n8n-nodes-base.ssh",
  "typeVersion": 1,
  "position": [
    1024,
    304
  ],
  "id": "ab154e59-998b-45c3-b20e-82e3912d4423",
  "name": "Proxmox StartVM101",
  "retryOnFail": true,
  "credentials": {
```

```
      "sshPrivateKey": {
        "id": "fZRF3e9jXHy5AIie",
        "name": "ProxmoxServer"
      }
    }
  },
  {
    "parameters": {
      "jsCode": "// 1. Ambil array snapshot dari dalam properti .data\nconst allSnapshots = items[0].json.data;\n\n// 2. Filter hanya snapshot buatan n8n (mengabaikan state \"current\")\nconst n8nSnapshots = allSnapshots.filter(snap => snap.name.startsWith('n8nSnap'));\n\n// 3. Urutkan berdasarkan nilai snaptime dari yang paling besar (terbaru) ke terkecil\nn8nSnapshots.sort((a, b) => b.snaptime - a.snaptime);\n\n// 4. Ambil nama snapshot teratas (paling baru)\nconst latestSnapshotName = n8nSnapshots[0].name;\n\n// 5. Kembalikan hasilnya ke n8n dalam format JSON yang bersih\nreturn [{\n  json: {\n    latest_snap: latestSnapshotName\n  }\n}];"
    },
    "type": "n8n-nodes-base.code",
    "typeVersion": 2,
    "position": [
      480,
      512
    ],
    "id": "d93bf1db-7886-40b2-a35d-1f1de809d883",
    "name": "Code in JavaScript1"
  },
  {
    "parameters": {
      "method": "POST",
      "url": "=http://192.168.122.92:8006/api2/json/nodes/proxmox/qemu/100/snapshot/{{ $json.latest_snap }}/rollback",
      "authentication": "genericCredentialType",
      "genericAuthType": "httpHeaderAuth",
      "sendHeaders": true,
      "headerParameters": {
        "parameters": [
          {
            "name": "Accept",
            "value": "application/json"
          }
        ]
      },
      "options": {
        "allowUnauthorizedCerts": true
      }
    },
    "type": "n8n-nodes-base.httpRequest",
    "typeVersion": 4.4,
    "position": [
```


© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta


```
    672,
    512
  ],
  "id": "136fe318-959a-47c2-9c84-16722c875887",
  "name": "RollbackVM100",
  "credentials": {
    "httpHeaderAuth": {
      "id": "yBDnBLSrEJs0hAbp",
      "name": "Header Auth account"
    }
  }
},
{
  "parameters": {
    "authentication": "privateKey",
    "command": "qm start 100"
  },
  "type": "n8n-nodes-base.ssh",
  "typeVersion": 1,
  "position": [
    1024,
    512
  ],
  "id": "4fc5ea15-e777-4e5b-935d-53c1edb5a3fb",
  "name": "Proxmox StartVM100",
  "retryOnFail": true,
  "credentials": {
    "sshPrivateKey": {
      "id": "fZRF3e9jXHy5AIie",
      "name": "ProxmoxServer"
    }
  }
},
{
  "parameters": {
    "amount": 20
  },
  "type": "n8n-nodes-base.wait",
  "typeVersion": 1.1,
  "position": [
    848,
    512
  ],
  "id": "e307f650-1679-4078-a24f-8dfe2a4deb7f",
  "name": "Wait",
  "webhookId": "7e53e3bd-5bbd-49a0-9f5c-c0060ed51434"
},
{
  "parameters": {
    "amount": 20
```

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta


```
    },
    "type": "n8n-nodes-base.wait",
    "typeVersion": 1.1,
    "position": [
      848,
      304
    ],
    "id": "b0c860b3-3d63-4718-a7ac-8ca12d3bc550",
    "name": "Wait1",
    "webhookId": "7e53e3bd-5bbd-49a0-9f5c-c0060ed51434"
  }
],
"connections": {
  "When Executed by Another Workflow": {
    "main": [
      [
        {
          "node": "SnapGetVM101",
          "type": "main",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "SnapGetVM101": {
    "main": [
      [
        {
          "node": "Code in JavaScript",
          "type": "main",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "SnapGetVM100": {
    "main": [
      [
        {
          "node": "Code in JavaScript1",
          "type": "main",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "Code in JavaScript": {
    "main": [
      [
        {
```

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
        "node": "RollbackVM101",
        "type": "main",
        "index": 0
      }
    ]
  ]
},
"RollbackVM101": {
  "main": [
    [
      {
        "node": "Wait1",
        "type": "main",
        "index": 0
      }
    ]
  ]
},
"Proxmox StartVM101": {
  "main": [
    [
      {
        "node": "SnapGetVM100",
        "type": "main",
        "index": 0
      }
    ]
  ]
},
"Code in JavaScript1": {
  "main": [
    [
      {
        "node": "RollbackVM100",
        "type": "main",
        "index": 0
      }
    ]
  ]
},
"RollbackVM100": {
  "main": [
    [
      {
        "node": "Wait",
        "type": "main",
        "index": 0
      }
    ]
  ]
```

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta


```
  },
  "Proxmox StartVM100": {
    "main": [
      []
    ]
  },
  "Wait": {
    "main": [
      [
        {
          "node": "Proxmox StartVM100",
          "type": "main",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "Wait1": {
    "main": [
      [
        {
          "node": "Proxmox StartVM101",
          "type": "main",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  }
},
"pinData": {},
"meta": {
  "instanceId": "2c076cbc0f554e3cc97cb41c82e8cb7096c1b65fba6d42e9da76a847d93514d6"
}
}
```