

Evaluasi Kapabilitas Deteksi *anti-spyware* Terhadap *Dropper Spyware Mode Stealth*

Proposal Tugas Akhir

Oleh

**M. Kasyfil Aziz
18222127**



**PROGRAM STUDI SISTEM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Desember 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Evaluasi Kapabilitas Deteksi *anti-spyware* Terhadap *Dropper Spyware Mode Stealth*

Proposal Tugas Akhir

Oleh

M. Kasyfil Aziz
18222127

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung

Proposal Tugas Akhir ini telah disetujui dan disahkan
di Bandung, pada tanggal 4 Desember 2025

Pembimbing

Dr. Ir. John Doe, M.T.
NIP. 123456789

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR KODE	vi
I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan	3
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Metodologi	4
II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Malware	7
II.2 Spyware	8
II.3 Dropper	10
II.4 Fileless Malware	11
II.5 Teknik Evasi Malware	12
II.6 Deteksi Malware dan Teknologi Anti-Malware	13
III ANALISIS MASALAH	15
III.1 Analisis Kondisi dan Kesenjangan (Current State and Gap Analysis) . .	15
III.1.1 Keterbatasan Deteksi Konvensional	15
III.1.2 Analisis Kesenjangan Desain <i>Dropper</i> (Gap Analysis)	16
III.2 Metodologi Penelitian: Design Research Methodology (DRM)	17
III.3 Persyaratan Fungsional dan Non-Fungsional	18
III.4 Desain Keputusan dan Solusi yang Diusulkan	19
III.4.1 Alternatif Solusi	19
III.4.2 Analisis Penelitian Solusi	19
III.4.3 Metodologi Penilaian Solusi (Multi-Criteria Decision Analysis) . .	20
III.4.3.0.1 Langkah 1: Normalisasi Matriks Keputusan.	20
III.4.3.0.2 Langkah 2: Perhitungan Nilai Entropi.	20
III.4.3.0.3 Langkah 3: Penentuan Bobot Kriteria.	20
III.4.3.0.4 Langkah 4: Perhitungan Skor Komposit Akhir.	21
III.4.4 Hasil Analisis Penentuan Solusi	21

III.5 Rencana Evaluasi (Overview)	22
III.5.1 Skenario Pengujian	22
III.5.2 Metrik dan Alat Evaluasi	22
IV DESAIN KONSEP SOLUSI	24
IV.1 Desain Solusi	24
IV.2 Tahapan Desain	24
IV.2.1 Desain Artefak <i>Dropper</i>	25
IV.2.1.1 Arsitektur Modul dan Fungsi <i>Evasion</i>	25
IV.2.1.2 Mekanisme Alur Logika <i>Dropper</i>	26
IV.3 Rancangan Lingkungan Pengujian	27
IV.4 Spesifikasi Mesin Uji	27
IV.5 Hasil Desain	28
IV.5.1 Tahap Inisialisasi dan Dekripsi (Proses 2.1 & 2.2)	29
IV.5.2 Tahap Validasi Lingkungan / <i>Anti-Analysis</i> (Proses 2.3)	29
IV.5.3 Tahap Manajemen <i>Payload</i> (Proses 2.4 & 2.5)	30
IV.5.4 Tahap Eksekusi <i>Fileless</i> (Proses 2.6 & 2.7)	30
V RENCANA SELANJUTNYA	31
V.1 Rencana Implementasi	31
V.1.1 Pengembangan Komponen <i>Dropper</i>	31
V.1.2 Lingkungan Pengembangan	32
V.2 Rencana Evaluasi	33
V.2.1 Konfigurasi Sistem Pengujian	33
V.2.2 Skenario Pengujian	33
V.2.3 Metrik Evaluasi	34
V.3 Analisis Risiko	34

DAFTAR GAMBAR

I.1	Kerangka kerja DRM	5
IV.1	Diagram alir eksekusi <i>dropper spyware mode stealth</i>	29

DAFTAR TABEL

III.1	Ringkasan kesenjangan desain <i>dropper</i> dan arah solusi	16
III.2	Persyaratan fungsional (Functional Requirements)	18
III.3	Persyaratan non-fungsional (Non-Functional Requirements)	19
III.4	Bobot kriteria hasil metode EWM	21
III.5	Skor komposit akhir alternatif solusi	21
III.6	Metrik evaluasi dan alat ukur	23
IV.1	Komponen Modul <i>Dropper</i>	26
IV.2	Spesifikasi lingkungan uji	28
V.1	Spesifikasi lingkungan implementasi	32
V.2	Metrik evaluasi	34
V.3	Analisis risiko dan mitigasi	35

DAFTAR KODE

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi yang pesat turut membawa peningkatan ancaman keamanan siber, terutama berupa malware yang semakin canggih dan sulit dideteksi (Sudhakar dan Kumar 2020). Salah satu varian berbahaya adalah *spyware*, yang merupakan perangkat lunak berbahaya dirancang untuk memantau dan mengumpulkan informasi sensitif tanpa izin, sehingga menimbulkan ancaman serius terhadap privasi dan keamanan pengguna (Reddyvari dkk. 2024). Dalam rantai infeksi *spyware* modern, *dropper* memainkan peran penting sebagai komponen pengantar dan eksekutor malware. *Dropper* bertugas untuk mendistribusikan, membuka kemasan (*unpack*), serta menjalankan *payload spyware* dalam sistem target dengan teknik yang mampu menghindari deteksi oleh *anti-malware* konvensional (Chatzoglou dkk. 2023).

Evolusi ini menunjukkan perpindahan dari ancaman tradisional berbasis berkas menuju serangan yang lebih canggih dan tersembunyi seperti *fileless malware* dan *spyware* mode *stealth*. *Dropper* saat ini tidak hanya berfungsi sebagai pengantar biasa, tetapi juga dilengkapi fitur *anti-debugging*, *anti-virtual machine*, serta teknik *stealth* lainnya yang membuatnya sangat tahan terhadap mekanisme deteksi dan pencegahan (Elghaly 2024). *Dropper* juga bisa bersifat *fileless*, beroperasi langsung di memori tanpa meninggalkan jejak file yang bisa dipindai, sehingga menjadi tantangan besar bagi sistem keamanan (Sudhakar dan Kumar 2020). Keberhasilan *dropper* menentukan efektivitas infeksi *spyware* secara keseluruhan, termasuk kemampuan *persistensi* dan pencurian data (Kareem 2024).

Kondisi keamanan siber saat ini dicirikan oleh evolusi ancaman yang signifikan. Sistem pertahanan keamanan menghadapi beberapa masalah kritis. Pertama, *anti-malware* tradisional masih mengandalkan pencocokan tanda tangan (*signature*), yang

dapat dihindari dengan teknik *packing*, enkripsi, dan *obfuscation* untuk mengubah *signature digital payload*. Kedua, *fileless malware* memanfaatkan komponen sah sistem operasi seperti *PowerShell* atau *WMI* untuk menjalankan kode berbahaya langsung di memori tanpa menulis berkas ke media penyimpanan, sehingga sulit di-deteksi oleh *anti-malware* konvensional (Sudhakar dan Kumar 2020). Ketiga, penelitian menunjukkan bahwa metode *evasion* yang relatif sederhana, seperti enkripsi, injeksi proses, dan penambahan *junk data* ke berkas eksekusi, terbukti sangat efektif dalam menghindari deteksi (Chatzoglou dkk. 2023). Evolusi ini menciptakan celah kritis dalam kemampuan deteksi sistem *anti-malware* dan *Endpoint Detection and Response* (EDR) yang tersedia di pasar.

Penelitian ini bertujuan mengkaji kapabilitas *anti-spyware* dalam mendeteksi dan menangkal *dropper spyware* baru yang menerapkan teknik evasi lanjutan. Kajian ini penting untuk mengetahui sejauh mana solusi keamanan saat ini mampu menghadapi ancaman yang semakin kompleks, dan memberikan dasar bagi pengembangan metode pertahanan yang lebih adaptif dan tangguh. Dengan mengacu pada studi dan analisis malware dari berbagai literatur terkini, penelitian ini juga akan menguji efektivitas berbagai produk *anti-spyware* komersial terhadap varian *dropper* tersebut dalam lingkungan simulasi yang realistik.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian difokuskan pada *dropper spyware* mode *stealth* sebagai mekanisme serangan tahap awal (*initial access*). Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah:

1. Seberapa efektif sistem *anti-malware* dan *Endpoint Detection & Response* (EDR) dalam mendeteksi aktivitas *dropper spyware* mode *stealth* yang berfungsi sebagai *initial access and delivery mechanism* pada lingkungan uji terkontrol?
2. Bagaimana pendekatan paling efektif untuk mengembangkan *dropper spyware stealth* yang mampu menghindari deteksi *anti-malware* dengan memanfaatkan teknik evasi modern seperti *fileless execution*, *in-memory payload delivery*, dan pemeriksaan *anti-analysis*?
3. Bagaimana pengaruh teknik evasi, misalnya *obfuscation*, enkripsi *payload*, *sandbox evasion*, dan deteksi *anti-VM*, terhadap kemampuan deteksi produk *anti-malware* dan EDR komersial saat ini?
4. Celah keamanan spesifik apa saja yang muncul pada produk *anti-malware* maupun EDR ketika dihadapkan pada *dropper spyware* kustom yang dirancang

dengan teknik penghindaran deteksi terintegrasi?

I.3 Tujuan

Secara umum penelitian ini bertujuan mengukur efektivitas sejumlah produk *anti-malware* dan EDR komersial dalam mendeteksi *dropper spyware* mode *stealth* yang bertindak sebagai vektor serangan awal. Tujuan khusus yang hendak dicapai yaitu:

1. Menganalisis dan mengidentifikasi teknik evasi *dropper spyware* paling efektif untuk menghindari deteksi *anti-malware* dan EDR, mencakup kategori *file-based*, *network-based*, *script-based*, *downloader-based*, serta *non-persistent*.
2. Mengembangkan prototipe *dropper spyware* mode *stealth* yang mengintegrasikan teknik evasi modern, seperti *fileless payload delivery*, eksekusi di memori, pemeriksaan *anti-VM/anti-debugging*, komunikasi C2 terenkripsi, dan modul *spyware* aktif menggunakan bahasa pemrograman Rust.
3. Melakukan pengujian komparatif prototipe terhadap beberapa produk *anti-malware* dan EDR terkemuka guna mengamati keberhasilan *payload delivery* serta respons deteksi pada setiap tahap eksekusi.
4. Mengidentifikasi celah keamanan dan kelemahan deteksi pada tiap produk, kemudian merumuskan rekomendasi teknis maupun strategis untuk meningkatkan kapabilitas mitigasi serangan *initial access* berbasis *dropper*.

Kriteria keberhasilan penelitian meliputi:

- Prototipe *dropper* berhasil mengimplementasikan sedikitnya tiga teknik evasi terintegrasi dan terbukti lolos dari deteksi minimal pada satu produk *anti-malware* yang diuji
- Hasil eksperimen menunjukkan perbedaan signifikan antar produk dalam mendeteksi *dropper* dan mengungkap tahap eksekusi yang paling sulit diawasi

I.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan yang ditetapkan untuk memastikan fokus dan kelаяkan penelitian.

Batasan Penelitian

1. Batasan umum: Seluruh eksperimen dilaksanakan di lingkungan simulasi terkontrol dengan skenario yang telah ditetapkan. Ruang lingkup hanya sampai pemastian *payload* berhasil dijalankan pada sistem target tanpa mengevaluasi dampak pasca-infeksi.
2. Batasan desain pengujian: Penelitian berfokus pada *dropper spyware* mode

stealth yang memanfaatkan teknik *fileless execution, in-memory payload*, serta pemeriksaan *anti-analysis*. Metode distribusi lain seperti *worm* atau *supply-chain attack* tidak dianalisis secara detail.

3. Batasan implementasi: Pengujian hanya menilai kemampuan deteksi dan respons *anti-malware/EDR* hingga tahap *payload* aktif, tanpa melakukan analisis rinci terhadap *payload* lanjutan atau serangan lanjutan setelah *dropper* selesai bertugas.
4. Batasan lingkungan: Penelitian tidak melibatkan sistem nyata atau jaringan publik. Semua pengujian dilakukan dalam lingkungan virtual terisolasi untuk mencegah penyalahgunaan dan penyebaran malware.
5. Batasan produk yang diuji: Evaluasi dilakukan terhadap produk *anti-malware* dan EDR yang tersedia dan dapat diakses secara legal untuk tujuan akademis atau *trial period*.
6. Tugas akhir ini dikerjakan secara kelompok dengan anggota penelitian sebagai berikut:
 - Nathaniel Liady
 - M. Kasyfil Aziz
 - Audra Zelvania Putri Harjanto
 - Khayla Belva Annandira

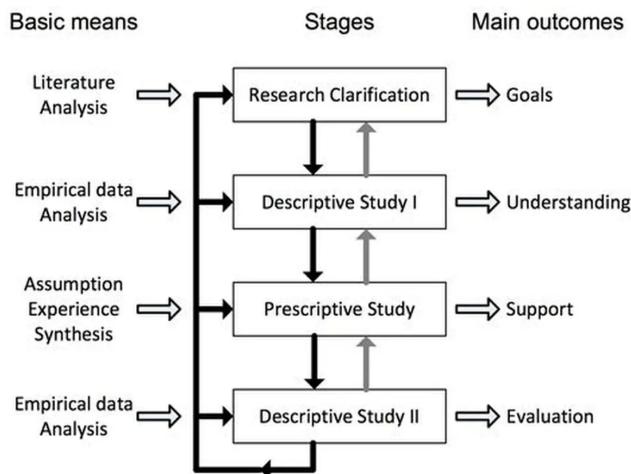
I.5 Metodologi

Metodologi penelitian mengacu pada *Design Research Methodology* (DRM) yang diperkenalkan oleh Blessing dan Chakrabarti (Blessing dan Chakrabarti 2009). Kerangka ini dipilih karena menyajikan proses iteratif yang terstruktur untuk merancang sekaligus mengevaluasi artefak teknis dalam konteks penelitian pendesainan sistem yang kompleks. DRM telah terbukti efektif dalam mengintegrasikan riset akademis dengan pengembangan praktis, sehingga cocok untuk penelitian yang mengkombinasikan analisis keamanan siber dengan pengembangan prototipe malware untuk tujuan defensif.

Kerangka DRM terdiri atas empat fase utama yang saling terkait dan berulang.

1. Research Clarification (RC)

Fase pertama adalah Research Clarification (RC), yang mengidentifikasi kesenjangan antara evolusi teknik *dropper* modern dan keterbatasan sistem deteksi yang ada saat ini. Pada tahap ini, dilakukan studi literatur mendalam terhadap laporan industri keamanan siber terkini untuk memahami tren ancaman terbaru, analisis publikasi akademis mengenai teknik evasi malware termasuk



Gambar I.1 Kerangka kerja DRM

fileless execution dan *anti-analysis mechanisms*, studi kasus analisis terhadap serangan *dropper* nyata yang telah didokumentasikan, serta wawancara dengan praktisi keamanan siber untuk mengkonfirmasi relevansi masalah. Hasil dari RC adalah rumusan masalah yang terdefinisi jelas, urgensi penelitian yang berdasar pada bukti mutakhir, dan identifikasi parameter kritis yang perlu dievaluasi.

2. Descriptive Study I (DS-I)

Fase kedua adalah Descriptive Study I (DS-I), yang menelaah kondisi eksisting melalui analisis karakteristik *dropper* modern dalam *cyber kill chain* yang komprehensif. Fokus DS-I ada pada identifikasi mekanisme *fileless payload delivery* dan bagaimana *dropper* memanfaatkan memori sistem untuk eksekusi, analisis teknik *anti-analysis* seperti deteksi VM, deteksi *sandbox*, dan *anti-debugging* untuk memahami bagaimana *dropper* menghindari analisis otomatis, studi terhadap *obfuscation string* dan komunikasi C2 terenkripsi untuk memahami bagaimana *dropper* menyembunyikan identitasnya, pemetaan metode distribusi *dropper* seperti *phishing*, *drive-by download*, dan dokumen berbahaya, serta rekonstruksi rantai serangan *dropper* dari *initial access* hingga *command-and-control*. Hasil DS-I berupa pernyataan persyaratan fungsional dan non-fungsional yang detail, serta panduan untuk fase desain berikutnya.

3. Prescriptive Study (PS)

Fase ketiga adalah Prescriptive Study (PS), yang merupakan tahap inti di mana solusi dirancang dan dikembangkan berdasarkan temuan DS-I. Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur *dropper spyware mode stealth* yang mengintegrasikan *multiple evasion techniques* secara kohesif, implementasi

prototipe menggunakan bahasa Rust yang menyediakan kontrol *low-level* untuk operasi *fileless* sambil mempertahankan *safety features*, pengembangan modul-modul utama termasuk *payload builder*, manajemen *in-memory execution*, pemeriksaan *anti-VM/anti-debug*, kanal komunikasi terenkripsi, dan modul *spyware*, serta melakukan pengujian awal secara iteratif untuk memastikan setiap teknik evasi bekerja sesuai spesifikasi. Selama PS, setiap komponen diuji secara individual dan kemudian diintegrasikan untuk pengujian sistem secara menyeluruh.

4. Descriptive Study II (DS-II)

Fase keempat dan terakhir adalah Descriptive Study II (DS-II), yang mengevaluasi prototipe yang telah dikembangkan melalui eksperimen yang komprehensif pada beberapa lingkungan uji dan produk *anti-malware/EDR* komersial. Parameter evaluasi pada DS-II mencakup analisis tahap deteksi atau kelolosan (*evasion*) aktivitas *dropper* oleh berbagai *anti-malware*, verifikasi keberhasilan *payload delivery* di memori tanpa meninggalkan artefak disk, pengukuran efektivitas masing-masing teknik evasi dalam menghindari deteksi, analisis performa dan latensi eksekusi, serta identifikasi pola perilaku *dropper* yang terdeteksi versus yang terlewat. Data kuantitatif berupa *detection rate* dan *evasion rate* dibandingkan antar produk *anti-malware* yang diuji. Data kualitatif seperti pola perilaku *dropper* dan jejak forensik dianalisis untuk memahami penyebab lolosnya deteksi. Temuan DS-II menjadi dasar rekomendasi peningkatan mekanisme deteksi dan arah penelitian lanjutan untuk memperkuat pertahanan terhadap *initial access* berbasis *dropper*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Malware

Malware, atau *malicious software*, merupakan perangkat lunak yang dirancang secara sengaja untuk melakukan aktivitas merusak, mengganggu, atau mengakses sistem tanpa izin pengguna. Istilah ini mencakup berbagai jenis ancaman siber seperti *virus*, *worm*, *trojan horse*, *ransomware*, dan *spyware* yang masing-masing memiliki mekanisme infeksi dan tujuan spesifik. *Malware* modern tidak lagi hanya bertujuan untuk merusak data atau sistem, tetapi semakin berorientasi pada pencurian informasi sensitif, penciptaan *botnet* untuk serangan DDoS, atau bahkan sebagai vektor untuk serangan *ransomware* yang menuntut pembayaran tebusan. Evolusi *malware* ini menunjukkan pergeseran paradigma dari ancaman yang mudah dideteksi melalui tanda tangan digital (*signature-based*) menuju varian yang menggunakan teknik *obfuscation* dan *polymorphism* untuk menghindari deteksi sistem keamanan konvensional (Sudhakar dan Kumar 2020).

Dalam konteks keamanan siber saat ini, *malware* telah menjadi alat utama dalam *cyber kill chain* yang sistematis, dimulai dari *initial access* hingga *command and control*. Kompleksitas *malware* meningkat seiring dengan adopsi teknik *fileless execution* dan *living off the land binaries* (LOLBins), di mana *malware* memanfaatkan komponen sistem operasi yang sah seperti *PowerShell* atau *WMI* untuk eksekusi tanpa meninggalkan jejak file di disk. Hal ini menciptakan tantangan fundamental bagi sistem deteksi tradisional yang bergantung pada analisis *file-based*, karena *malware* kini beroperasi sepenuhnya di memori atau melalui proses yang tampak *legitimate*. Penelitian menunjukkan bahwa serangan *malware* global mencapai 5,5 miliar insiden pada 2022, dengan peningkatan 2% dari tahun sebelumnya, menandakan eskalasi ancaman yang berkelanjutan (Chatzoglou dkk. 2023).

Relevansi *malware* dengan penelitian ini terletak pada peran sentralnya sebagai fon-

dasi bagi pengembangan *dropper spyware* mode *stealth*. *Dropper*, sebagai salah satu varian *malware*, berfungsi sebagai *delivery mechanism* yang mengantarkan *payload spyware* ke sistem target sambil menghindari deteksi awal. Kelemahan sistem *anti-malware* konvensional dalam mendeteksi *malware evasif* menjadi dasar utama penelitian ini, yang bertujuan menguji kapabilitas *anti-spyware* terhadap *dropper* yang mengintegrasikan teknik evasi modern. Tanpa pemahaman mendalam tentang evolusi *malware* dari ancaman tradisional ke varian *stealth* seperti *fileless* dan *dropper-based*, pengembangan solusi pertahanan yang efektif akan terus tertinggal dari inovasi penyerang. Oleh karena itu, analisis *malware* tidak hanya memberikan konteks teoritis, tetapi juga landasan empiris untuk merancang prototipe *dropper* yang realistik dalam lingkungan pengujian terkontrol (Koutsokostas dan Patsakis 2021).

Dalam kerangka MITRE ATT&CK, *malware* mencakup berbagai taktik seperti *Execution*, *Persistence*, *Privilege Escalation*, dan *Defense Evasion* yang saling terkait membentuk rantai serangan yang kohesif. Pemahaman ini krusial untuk mengidentifikasi tahap mana yang paling rentan terhadap deteksi, khususnya pada fase *initial access* yang menjadi fokus utama *dropper spyware*. Studi empiris menunjukkan bahwa 95% CEO menganggap keamanan siber sebagai ancaman utama pertumbuhan bisnis pada 2021, naik dari 61% tahun sebelumnya, yang menegaskan urgensi penelitian terhadap kemampuan deteksi *malware* modern (Ainslie dkk. 2023). Dengan demikian, tinjauan *malware* ini menjadi titik awal untuk memahami mengapa evaluasi *anti-spyware* terhadap *dropper stealth* menjadi imperatif dalam lanskap ancaman siber kontemporer.

II.2 Spyware

Spyware merupakan jenis *malware* yang secara spesifik dirancang untuk memantau, mengumpulkan, dan mengirimkan data sensitif dari sistem target tanpa sepenuhnya atau persetujuan pengguna. Berbeda dengan *ransomware* yang fokus pada enkripsi data untuk pemerasan atau *trojan* yang bertujuan akses *backdoor*, *spyware* beroperasi secara diam-diam dengan tujuan pencurian informasi seperti kredensial *login*, riwayat aktivitas, lokasi geografis, hingga percakapan pribadi melalui mikrofon dan kamera. Karakteristik utama *spyware* adalah kemampuan *stealth* dan *persistensi*, di mana ia mampu bertahan di sistem selama berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun tanpa terdeteksi oleh pengguna atau sistem keamanan standar (Reddyvari dkk. 2024).

Mekanisme infeksi *spyware* modern semakin canggih, memanfaatkan *zero-click exploit*

its yang tidak memerlukan interaksi pengguna, seperti kerentanan dalam aplikasi pesan instan atau peramban. Studi kasus *Pegasus* dari NSO Group menunjukkan bagaimana *spyware* tingkat negara dapat menginfeksi *iPhone* dan *Android* hanya melalui panggilan *WhatsApp* yang dibatalkan, memungkinkan akses penuh ke data perangkat tanpa meninggalkan jejak signifikan. *Spyware* ini mampu mengekstrak pesan terenkripsi, merekam panggilan, dan melacak lokasi *real-time*, menjadikannya alat pengawasan yang sangat efektif namun kontroversial secara etis dan hukum (Kareem 2024). Dalam konteks *cyber kill chain*, *spyware* biasanya berada pada tahap *Collection* dan *Exfiltration*, tetapi ketergantungannya pada *dropper* sebagai vektor *initial access* menjadikan rantai infeksi ini rentan pada tahap awal pengiriman *payload*.

Ancaman *spyware* tidak hanya terbatas pada individu, tetapi juga mencakup infrastruktur kritis dan organisasi pemerintah. Laporan menunjukkan bahwa *spyware* komersial seperti *Pegasus* telah digunakan terhadap jurnalis, aktivis HAM, dan pejabat tinggi di 45 negara, menimbulkan implikasi serius terhadap privasi digital dan keamanan nasional. Yang lebih mengkhawatirkan, *spyware* modern mengintegrasikan teknik evasi lanjutan seperti *fileless execution* dan komunikasi *C2* terenkripsi, membuatnya sulit dideteksi oleh solusi *anti-malware* konvensional yang masih mengandalkan *signature matching* (Kareem 2024; Reddyvari dkk. 2024). Keterbatasan ini menjadi dasar krusial bagi penelitian ini, yang secara spesifik menguji kapabilitas *anti-spyware* terhadap *dropper spyware* mode *stealth*, komponen pengantar yang menentukan keberhasilan infeksi *spyware* secara keseluruhan.

Relevansi *spyware* dengan penelitian ini terletak pada posisinya sebagai *payload* utama yang akan diuji melalui prototipe *dropper*. Tanpa *dropper* yang efektif dalam mengantarkan dan mengaktifkan *spyware* tanpa deteksi, seluruh rantai serangan menjadi tidak efektif. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kemampuan *anti-spyware* dalam mendeteksi tahap *delivery mechanism dropper* menjadi sangat kritis, terutama mengingat studi menunjukkan bahwa deteksi *spyware* masih bergantung pada analisis perilaku pasca-infeksi, bukan pencegahan pada tahap awal (Reddyvari dkk. 2024). Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan dan menguji *dropper* yang mensimulasikan serangan *spyware* realistik, memberikan wawasan empiris tentang kelemahan sistem pertahanan saat ini terhadap ancaman yang semakin *stealth* dan *targeted*.

II.3 Dropper

Dropper merupakan jenis *malware* spesialis yang berfungsi sebagai *delivery mechanism* atau pengantar untuk *malware* utama, khususnya *spyware*, dengan tugas utama mendistribusikan, membuka kemasan (*unpack*), dan mengeksekusi *payload* berbahaya di sistem target tanpa terdeteksi. Berbeda dengan *malware* lain yang langsung menjalankan fungsi destruktif, *dropper* dirancang untuk beroperasi secara *stealth* pada tahap awal *cyber kill chain*, yaitu *initial access* dan *execution*, memastikan *payload spyware* dapat diaktifkan dengan sukses sebelum sistem keamanan bereaksi. *Dropper* sering kali berupa *executable* kecil yang tampak *benign*, yang kemudian mengekstrak dan menjalankan *malware* utama dari memori atau *stream* terenkripsi, menjadikannya komponen kritis yang menentukan efektivitas seluruh rantai serangan (Chatzoglou dkk. 2023; Elghaly 2024).

Arsitektur *dropper* modern mencakup beberapa modul inti: *payload container* yang menyimpan *spyware* terenkripsi, *unpacker/decryptor* untuk ekstraksi *payload*, *environment checker* untuk mendeteksi analisis (*anti-VM*, *anti-sandbox*), dan *loader* untuk eksekusi *fileless* melalui injeksi proses atau *reflective DLL loading*. Alur eksekusinya biasanya dimulai dengan validasi lingkungan target, diikuti dekripsi *payload*, pengecekan integritas, dan aktivasi *spyware* melalui teknik seperti *process hollowing* atau *APC injection* yang memanfaatkan proses sistem sah. Dalam kerangka MITRE ATT&CK, *dropper* mendominasi taktik T1105 (*Ingress Tool Transfer*), T1027 (*Obfuscated Files or Information*), dan T1055 (*Process Injection*), menjadikannya titik lemah potensial dalam rantai serangan jika sistem deteksi mampu mengidentifikasi perlakunya pada tahap awal (Chatzoglou dkk. 2023).

Peran strategis *dropper* dalam infeksi *spyware* tidak dapat diremehkan, karena kegagalannya berarti seluruh operasi pengintaian gagal sebelum dimulai. Penelitian empiris menunjukkan bahwa *dropper* dengan teknik evasi sederhana seperti enkripsi XOR dan *junk data insertion* mampu melewati 50% produk *antivirus* komersial, sementara integrasi *anti-analysis mechanisms* meningkatkan tingkat keberhasilan hingga 80% terhadap *scanner multi-engine* seperti *VirusTotal*. *Dropper* juga berevolusi menjadi varian *non-persistent* yang menghilang setelah *payload* aktif, meninggalkan jejak minimal untuk analisis forensik (Koutsokostas dan Patsakis 2021). Konteks ini sangat relevan dengan penelitian ini, yang mengembangkan prototipe *dropper spyware* mode *stealth* menggunakan Rust untuk mensimulasikan serangan realistik dan mengukur kapabilitas deteksi *anti-spyware* pada tahap *delivery*, fase yang paling kritis namun jarang dievaluasi secara komprehensif.

Kelemahan utama dalam pemahaman *dropper* saat ini adalah kurangnya evaluasi terhadap integrasi *multiple evasion techniques* dalam satu artefak, di mana penelitian terpisah hanya menguji *packing*, *anti-VM*, atau *fileless* secara individual. Penelitian ini mengatasi *gap* tersebut dengan prototipe holistik yang menggabungkan teknik-teknik tersebut, memberikan bukti empiris tentang sejauh mana produk *anti-spyware* mampu mendeteksi dan menangkal *dropper* sebagai vektor infeksi *spyware* modern. Dengan demikian, analisis *dropper* tidak hanya memberikan landasan teoritis, tetapi juga metodologi pengujian yang dapat direplikasi untuk meningkatkan maturitas sistem pertahanan siber (Elghaly 2024).

II.4 Fileless Malware

Fileless malware merupakan evolusi canggih dari ancaman tradisional yang sepenuhnya menghindari penggunaan file eksekusi di disk, beroperasi langsung melalui memori sistem atau memanfaatkan *living off the land binaries* (LOLBins) seperti *PowerShell*, *WMI*, atau *registry* untuk eksekusi kode berbahaya. Berbeda dengan *malware* konvensional yang meninggalkan artefak file yang dapat dipindai oleh *antivirus*, *fileless malware* menyamarkan aktivitasnya sebagai proses sistem sah, sehingga lolos dari deteksi *signature-based* dan bahkan sebagian besar *heuristic analysis*. Penelitian menunjukkan bahwa serangan *fileless* meningkat secara eksponensial sejak 2017, dengan kasus seperti *Poweliks* dan *Kovter* yang menggunakan *WMI* untuk *persistensi* tanpa jejak disk, menjadikannya ancaman yang sangat sulit dilacak secara forensik (Sudhakar dan Kumar 2020).

Mekanisme kerja *fileless malware* biasanya melibatkan *script-based execution* melalui *interpreter* yang sudah ada di sistem target, seperti *PowerShell* untuk *reflective loading DLL* atau *WMI event subscription* untuk *persistensi*. Teknik ini memanfaatkan API Windows yang sah untuk injeksi kode ke proses seperti *explorer.exe* atau *svchost.exe*, menciptakan ilusi aktivitas normal sambil menjalankan *payload spyware*. Studi kasus *PowerShell fileless malware* menunjukkan tingkat *evasion rate* hingga 94% terhadap EDR modern, karena kemampuannya menyembunyikan *payload* dalam memori dan mengubah *behavioral signature* secara dinamis melalui *obfuscation* (Elghaly 2024). Dalam konteks *dropper*, *fileless execution* menjadi metode *delivery* utama karena memungkinkan *payload spyware* diaktifkan tanpa menulis file ke disk, yang secara langsung relevan dengan prototipe *stealth* yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Tantangan utama *fileless malware* terletak pada keterbatasan sistem deteksi yang

masih bergantung pada *file artifacts*, di mana *memory forensics* dan *behavioral analysis* menjadi satu-satunya pertahanan efektif namun *resource-intensive*. Laporan industri mencatat bahwa 77% organisasi mengalami serangan *fileless* pada 2019, dengan kerugian rata-rata mencapai jutaan dolar per insiden karena sulitnya *attribution* dan *remediation*. Penelitian *Sudhakar dan Kumar* (Sudhakar dan Kumar 2020) secara kritis menyoroti bahwa dari 20 metode deteksi *fileless* yang dianalisis, hanya 30% efektif terhadap varian terbaru yang menggabungkan *process injection* dengan *encrypted C2 communication*. *Gap* ini menjadi dasar metodologi penelitian ini, yang mengintegrasikan *fileless techniques* dalam *dropper* prototipe untuk menguji apakah *anti-spyware* mampu mendeteksi eksekusi *in-memory payload delivery* sebelum *spyware* aktif sepenuhnya.

Relevansi *fileless malware* dengan penelitian ini sangat strategis karena *dropper spyware* mode *stealth* yang dikembangkan mengadopsi prinsip yang sama: operasi tanpa *disk footprint* menggunakan Rust untuk *memory management* tingkat rendah. Dengan mengukur *detection rate* pada tahap *payload activation* melalui *fileless execution*, penelitian ini memberikan bukti empiris tentang efektivitas EDR dan *anti-spyware* terhadap ancaman yang mendominasi 40% serangan *enterprise* pada 2024. Tanpa pemahaman mendalam tentang *fileless malware* sebagai fondasi *dropper* modern, evaluasi keamanan akan gagal mengidentifikasi celah kritis pada tahap eksekusi yang paling rentan terhadap *evasion* (Elghaly 2024; Sudhakar dan Kumar 2020).

II.5 Teknik Evasi Malware

Teknik evasi *malware* berkembang pesat sebagai respons terhadap kemajuan sistem deteksi keamanan. *Malware*, khususnya *dropper spyware* mode *stealth*, menggunakan berbagai teknik untuk menyembunyikan keberadaannya dan meningkatkan peluang lolos dari deteksi *anti-malware* dan *Endpoint Detection and Response* (EDR). Salah satu teknik utama adalah *packing* dan *encryption*, yang mengubah *signature* file sehingga tidak cocok dengan basis data tanda tangan *malware* konvensional. Selain itu, *obfuscation* kode dan data digunakan untuk mengacak struktur internal *malware*, menyulitkan analisis statis oleh *antivirus* (Chatzoglou dkk. 2023).

Lebih lanjut, mekanisme *fileless execution* memungkinkan *malware* beroperasi sepenuhnya di memori, tanpa menulis file fisik ke disk sehingga sulit dideteksi oleh pemindai file tradisional. *Malware* juga mengimplementasikan *anti-analysis mechanisms* seperti deteksi *virtual machine* (VM), *sandbox*, dan *debugger*, di mana

malware memeriksa lingkungan eksekusi untuk menentukan apakah sedang dianalisis, dan mengubah perilaku atau menunda eksekusi agar terhindar dari analisis dinamis. Teknik ini termasuk *environment checking*, *sleeping*, dan *API hooking* untuk menghindari pemantauan (Elghaly 2024; Chatzoglou dkk. 2023).

Selain itu, *malware* modern menggunakan komunikasi *Command and Control* (C2) yang terenkripsi dan tersembunyi untuk menghindari inspeksi lalu lintas jaringan. Teknik *steganografi* dan *polymorphism* juga diterapkan untuk menyamaraskan komunikasi dan *payload* guna mencegah deteksi berbasis pola trafik jaringan. Studi terbaru menunjukkan bahwa perpaduan beberapa teknik evasi secara simultan meningkatkan tingkat keberhasilan serangan sampai 80%-90% dalam melewati deteksi produk keamanan komersial (Koutsokostas dan Patsakis 2021; Elghaly 2024).

Dalam konteks penelitian ini, teknik evasi tersebut menjadi fokus utama karena *dropper spyware* mode *stealth* yang dikembangkan menggabungkan banyak teknik evasi secara integratif. Evaluasi kapabilitas *anti-spyware* dilakukan dengan menguji keberhasilan deteksi terhadap *dropper* yang menggunakan *packing*, *fileless payload delivery*, *anti-VM*, *anti-debug*, serta komunikasi C2 terenkripsi. Studi ini mengisi celah pada evaluasi sistem keamanan yang selama ini hanya menilai teknik evasi secara parsial, dengan pendekatan holistik yang merefleksikan realita ancaman saat ini (Chatzoglou dkk. 2023; Elghaly 2024).

II.6 Deteksi Malware dan Teknologi Anti-Malware

Deteksi *malware* mengalami evolusi dari pendekatan *signature-based* yang mengandalkan pencocokan *hash* dan pola kode tetap, menuju analisis perilaku (*behavioral analysis*) dan *machine learning* untuk mengenali ancaman *zero-day*. Sistem *anti-malware* konvensional efektif terhadap *malware* statis, namun gagal terhadap varian polimorfik dan *fileless* yang mengubah *signature* secara dinamis atau tidak meninggalkan artefak disk. *Dynamic analysis* melalui *sandbox* mencoba mengeksusi *malware* dalam lingkungan terkontrol, tetapi rentan terhadap *sandbox evasion* seperti *time-based sleeping* dan *VM artifact detection* yang membuat *malware* mengubah perilaku saat dianalisis (Sudhakar dan Kumar 2020; Chatzoglou dkk. 2023).

Endpoint Detection and Response (EDR) muncul sebagai solusi generasi berikutnya yang mengintegrasikan *monitoring real-time*, *threat hunting*, dan *automated response*. Berbeda dengan *antivirus* tradisional, EDR fokus pada *behavioral indicators of compromise* (IoC) seperti *unusual process spawning*, *memory injection*,

dan *network beaconing* yang menjadi ciri *dropper spyware*. Namun, studi empiris mengungkap keterbatasan signifikan: EDR modern masih menghasilkan *false positive* tinggi (hingga 30%) dan gagal mendeteksi 50% *fileless malware* yang menggunakan LOLBins sah seperti *PowerShell* untuk *C2 communication* (Elghaly 2024; Ainslie dkk. 2023).

Machine learning meningkatkan akurasi deteksi melalui analisis fitur seperti urutan *API call*, entropi *payload*, dan pola aliran jaringan, namun rentan terhadap *adversarial attacks* di mana *malware* mengoptimalkan *input* untuk mengecoh model ML. Penelitian menunjukkan bahwa model ML berbasis *deep learning* hanya mencapai 85% *accuracy* terhadap *dropper* dengan *multi-evasion techniques*, sementara *signatureless detection* masih kalah efektif terhadap *obfuscated payloads* (Reddyvari dkk. 2024; Koutsokostas dan Patsakis 2021). *Gap* kritis ini terletak pada kurangnya evaluasi komprehensif terhadap *dropper* sebagai *initial access vector*, di mana sebagian besar studi fokus pada *malware* pasca-infeksi daripada pencegahan pada tahap *delivery*.

Dalam konteks penelitian ini, evaluasi terhadap produk *anti-spyware* dan EDR dilakukan dengan prototipe *dropper* yang mensimulasikan serangan realistik menggunakan Rust, mengukur *detection rate* pada setiap tahap: *unpacking*, *environment checking*, *fileless execution*, dan *payload activation*. Temuan dari pengujian ini akan mengungkap sejauh mana teknologi saat ini mampu menangkal *dropper spyware* mode *stealth*, mengidentifikasi *false negative patterns*, dan memberikan rekomendasi untuk pengembangan *behavioral signatures* yang lebih adaptif terhadap ancaman evolusioner (Chatzoglou dkk. 2023; Elghaly 2024). Analisis ini krusial karena keberhasilan *dropper* menentukan efektivitas keseluruhan *spyware*, menjadikan tahap *initial access* sebagai titik lemah paling strategis dalam rantai pertahanan siber.

BAB III

ANALISIS MASALAH

III.1 Analisis Kondisi dan Kesenjangan (Current State and Gap Analysis)

Kondisi keamanan siber saat ini dicirikan oleh evolusi ancaman yang signifikan, bergerak dari *malware* tradisional berbasis berkas menuju serangan yang lebih canggih dan tersembunyi seperti *fileless malware* dan *spyware* mode *stealth* (Sudhakar dan Kumar 2020; Chatzoglou dkk. 2023). Evolusi ini menciptakan celah kritis dalam kemampuan deteksi sistem *anti-malware* dan *Endpoint Detection and Response* (EDR) yang tersedia di pasar (Elghaly 2024).

III.1.1 Keterbatasan Deteksi Konvensional

Sistem pertahanan keamanan siber menghadapi beberapa masalah kritis yang membuatnya rentan:

- a. **Keterbatasan Deteksi Berbasis Tanda Tangan (*Signature-Based*)**. *Anti-malware* tradisional masih mengandalkan pencocokan *signature*. *Spyware* mode *stealth* menggunakan teknik *packing*, enkripsi, dan *obfuscation* untuk mengubah *signature* digital *payload* sehingga efektif lolos dari deteksi berbasis *signature* (Chatzoglou dkk. 2023; Elghaly 2024).
- b. **Kegagalan *Fileless Execution* dan Analisis Kode.** *Fileless malware* memanfaatkan komponen sah sistem operasi (seperti *PowerShell* atau *WMI*) untuk menjalankan kode berbahaya langsung di memori tanpa menulis berkas ke media penyimpanan sehingga sulit dideteksi oleh *anti-malware* konvensional (Sudhakar dan Kumar 2020; Elghaly 2024). Kegagalan alat keamanan dalam menganalisis kode yang dikemas menggunakan alat populer (misalnya *PyInstaller*) terjadi karena antivirus tidak dapat memahami konten *bytecode* yang disamarkan (Chatzoglou dkk. 2023).
- c. **Efektivitas Teknik *Evasion* Sederhana.** Penelitian menunjukkan bahwa metode *evasion* yang relatif sederhana, seperti enkripsi, *process injection*, dan

penambahan *junk data* ke berkas eksekusi, terbukti sangat efektif. Studi empiris menunjukkan hampir separuh dari mesin antivirus yang diuji hanya mampu mendeteksi kurang dari setengah varian *malware* yang disamarkan (Chatzoglou dkk. 2023).

III.1.2 Analisis Kesenjangan Desain *Dropper* (Gap Analysis)

Berdasarkan keterbatasan tersebut, analisis kesenjangan menyoroti bahwa artefak penelitian yang ada belum secara memadai mencakup *dropper* yang mengintegrasikan teknik-teknik *evasive* modern dan tidak konvensional. Tabel III.1 merangkum hubungan antara celah deteksi saat ini dan arah solusi yang diusulkan dalam penelitian ini.

Tabel III.1 Ringkasan kesenjangan desain *dropper* dan arah solusi

Kesenjangan (Gap)	Kondisi Saat Ini (Celah Deteksi)	Arah Solusi (Penelitian Ini)
Bahasa Pemrograman (Rust)	Penelitian terbatas pada C/C++ atau <i>Python/PowerShell</i> yang <i>signature</i> -nya sudah familiar bagi mesin deteksi (Chatzoglou dkk. 2023).	Menggunakan Rust untuk <i>dropper</i> utama. Biner Rust memiliki resistensi inheren terhadap <i>reverse engineering</i> dan melewati <i>signature</i> yang kurang <i>tuned</i> .
Operasi <i>In-Memory</i> dan Non- <i>Persistence</i>	Deteksi EDR sering berfokus pada artefak disk serta <i>persistence</i> seperti <i>registry</i> atau <i>startup</i> entry (Sudhakar dan Kumar 2020).	Menerapkan eksekusi <i>fileless</i> penuh (<i>in-memory payload delivery</i>), menghilangkan artefak disk dan melakukan <i>self-terminate</i> untuk meminimalkan <i>forensic footprint</i> .
Anti-Analisis Terintegrasi	<i>Sandbox</i> publik kerap gagal mendeteksi <i>malware</i> yang menunda eksekusi atau memeriksa artefak sistem (Elghaly 2024).	Mengintegrasikan anti-VM (mis. pemeriksaan <i>driver</i> atau <i>registry</i>) dan anti- <i>debugging</i> (mis. pemeriksaan <i>PEB flag</i>) untuk melindungi <i>payload</i> dari analisis dinamis otomatis.

Ringkasan kesenjangan: *Dropper* berbasis Rust, *fileless*, dan non-*persistent* dengan anti-analisis terintegrasi belum dievaluasi secara komparatif terhadap *anti-malware*

komersial, menjadikannya model kredibel untuk menguji kapabilitas deteksi modern.

III.2 Metodologi Penelitian: Design Research Methodology (DRM)

Penelitian ini mengadopsi *Design Research Methodology* (DRM) yang diperkenalkan oleh Blessing dan Chakrabarti sebagai kerangka kerja sistematis untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi artefak teknik (Blessing dan Chakrabarti 2009). DRM memastikan bahwa desain yang dihasilkan memiliki dasar teoretis yang kuat sekaligus relevan secara praktis. Tahapan DRM terdiri dari empat fase utama yang saling terkait dan berulang:

1. **Research Clarification (RC).** Fokus pada identifikasi masalah utama—adanya celah signifikan antara teknik serangan siber modern (misalnya *spyware mode stealth*) dan kemampuan deteksi solusi keamanan yang ada. Hasilnya adalah rumusan masalah yang jelas.
2. **Descriptive Study I (DS-I).** Melakukan analisis mendalam terhadap teknik-teknik *evasion* canggih seperti *PowerShell*, *obfuscation*, ataupun *in-memory execution*, serta meninjau studi terdahulu untuk memperoleh wawasan mengenai metode dan potensi *bypass*. Fase ini merumuskan persyaratan untuk prototipe *dropper*.
3. **Prescriptive Study (PS).** Fase inti di mana solusi dirancang dan dikembangkan. Artefak yang dibuat adalah prototipe *dropper spyware mode stealth* yang mengintegrasikan teknik *evasion* dan *fileless execution* yang diidentifikasi pada fase sebelumnya.
4. **Descriptive Study II (DS-II).** Menguji serta mengevaluasi efektivitas solusi yang dikembangkan melalui serangkaian pengujian eksperimental dalam lingkungan terisolasi untuk mengukur tingkat deteksi berbagai produk *anti-malware*. Hasilnya dianalisis untuk memvalidasi temuan awal.

Kebutuhan fungsional utama mencakup kemampuan menghasilkan serta mengelola sampel *dropper spyware* yang mewakili beragam teknik evasi. Sampel tersebut harus dapat dijalankan pada lingkungan uji berbeda, mulai dari *virtual machine*, *sandbox*, hingga sistem operasi target untuk menjamin validitas hasil pengujian (Chatzoglou dkk. 2023; Reddyvari dkk. 2024). Lingkungan tersebut perlu dibekali pencatatan komprehensif atas aktivitas sistem di berbagai lapisan, mulai dari sistem berkas, *registry*, lalu lintas jaringan, hingga perilaku memori agar seluruh aktivitas *dropper* dan *payload*-nya dapat dimonitor secara menyeluruh (Sudhakar dan Kumar 2020; Kerkour 2021).

III.3 Persyaratan Fungsional dan Non-Fungsional

Persyaratan ini diturunkan dari analisis kesenjangan dan berfungsi sebagai kriteria desain sekaligus evaluasi. Tabel III.2 dan III.3 merangkum kebutuhan fungsional dan non-fungsional.

Tabel III.2 Persyaratan fungsional (Functional Requirements)

ID	Persyaratan Fungsional	Keterkaitan (CTQ)
F1	Eksekusi <i>payload in-memory (fileless)</i> . <i>Dropper</i> harus memuat dan mengeksekusi <i>payload</i> berbahaya langsung di memori tanpa menulis berkas ke media penyimpanan.	CTQ-03
F2	<i>Self-removal (non-persistence)</i> . Setelah mengeksekusi <i>payload</i> , <i>dropper</i> harus <i>self-terminate</i> dan tidak meninggalkan entri <i>persistence (registry atau startup)</i> .	CTQ-01, CTQ-03
F3	Enkripsi dan dekripsi <i>payload</i> . <i>Dropper</i> membawa <i>payload</i> dalam bentuk terenkripsi di dalam biner utama dan mendekripsinya saat <i>runtime</i> .	CTQ-01, CTQ-02
F4	Pemeriksaan anti-VM/ <i>sandbox</i> . <i>Dropper</i> mampu mendeteksi lingkungan <i>virtual machine</i> atau <i>sandbox</i> sebelum mengeksekusi <i>payload</i> .	CTQ-03
F5	Pemeriksaan anti- <i>debugging</i> . <i>Dropper</i> mendeteksi upaya <i>debugging</i> dan mengambil tindakan <i>evasive</i> (misalnya keluar paksa).	CTQ-03
F6	Sinkronisasi eksekusi <i>payload</i> . Menjamin <i>payload</i> di-eksekusi sukses, misalnya melalui <i>process injection</i> atau <i>remote thread creation</i> .	CTQ-03

Tabel III.3 Persyaratan non-fungsional (Non-Functional Requirements)

ID	Persyaratan Non-Fungsional	Aspek
N1	<i>Stealth</i> dan <i>evasiveness</i> : <i>Dropper</i> harus memiliki resistensi tinggi terhadap analisis statis (melalui Rust dan enkripsi) serta deteksi perilaku (melalui operasi <i>fileless</i>).	Keamanan
N2	Efisiensi kinerja: <i>Dropper</i> harus beroperasi cepat untuk menghindari deteksi anomali <i>runtime</i> .	Kinerja
N3	Keandalan: biner harus stabil ketika menjalankan operasi memori kritis, memanfaatkan keamanan memori Rust.	Keandalan
N4	Kompatibilitas: <i>Dropper</i> harus andal di sistem operasi Microsoft Windows.	Kompatibilitas

III.4 Desain Keputusan dan Solusi yang Diusulkan

III.4.1 Alternatif Solusi

Alternatif solusi untuk mendeteksi *dropper spyware* berteknik *stealth* dan *fileless* meliputi kombinasi pendekatan berbasis perilaku, analisis anomali, serta pemanfaatan *artificial intelligence* dan *machine learning*. Pendekatan ini bertujuan mengidentifikasi aktivitas mencurigakan secara *real-time*, termasuk pola komunikasi tidak wajar, perubahan sistem yang tidak dikenal, dan jejak aktivitas di luar kebiasaan (Sudhakar dan Kumar 2020; Chatzoglou dkk. 2023). Penggunaan *sandbox* yang mampu mengeksekusi serta mengamati proses berbahaya tanpa mengganggu sistem utama menjadi penting agar *dropper* tidak dapat menghindari deteksi (Kerkour 2021). Selain itu, analisis memori mendalam dan inspeksi lalu lintas jaringan turut memperkuat ketangguhan sistem deteksi (Elghaly 2024). Strategi pendukung lain meliputi peningkatan edukasi pengguna dan penerapan *honeypot* untuk menarik serta mengidentifikasi aktivitas *dropper* secara proaktif (Reddyvari dkk. 2024).

III.4.2 Analisis Penelitian Solusi

Analisis penelitian solusi menitikberatkan pada evaluasi efektivitas pendekatan terkini yang menggabungkan deteksi berbasis perilaku, analisis anomali, dan algoritma *machine learning*. Studi menunjukkan bahwa kombinasi tersebut meningkatkan tingkat deteksi terhadap *dropper* dengan teknik *stealth* dan *fileless* (Sudhakar

dan Kumar 2020; Chatzoglou dkk. 2023). Implementasi *machine learning* dengan kurasi fitur yang relevan terbukti mendongkrak presisi dan *recall* dalam klasifikasi *spyware*, menekankan pentingnya kualitas data serta pemilihan fitur untuk mengurangi *false positive* (Reddyvari dkk. 2024). Penggunaan *sandbox* untuk *dynamic analysis* dan pemantauan *real-time* direkomendasikan guna menangkap proses *unpacking dropper* yang tersembunyi di memori (Kerkour 2021). Integrasi data *threat intelligence* sekaligus deteksi berbasis perilaku adaptif diperlukan agar sistem mampu mengenali pola serangan baru (Elghaly 2024).

III.4.3 Metodologi Penilaian Solusi (Multi-Criteria Decision Analysis)

Untuk menentukan bahasa implementasi optimal bagi *dropper* mode *stealth*, dilakukan evaluasi multi-kriteria terhadap alternatif solusi (Rust, C/C++, dan Python). Penilaian ini menggunakan *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) dengan *Entropy Weight Method* (EWM), yang mampu menentukan bobot kriteria secara objektif berdasarkan tingkat diversifikasi informasi.

III.4.3.0.1 Langkah 1: Normalisasi Matriks Keputusan. Skor mentah dari matriks keputusan (\mathbf{X}) dinormalisasi menjadi matriks \mathbf{P} untuk menghilangkan pengaruh unit dan skala pengukuran menggunakan Rumus (III.1).

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (\text{III.1})$$

Keterangan: P_{ij} adalah nilai normalisasi kriteria j untuk alternatif i , x_{ij} skor mentah, m jumlah alternatif ($m = 3$), dan n jumlah kriteria ($n = 6$).

III.4.3.0.2 Langkah 2: Perhitungan Nilai Entropi. Nilai entropi (e_j) dihitung untuk setiap kriteria j guna mengukur tingkat ketidakpastian data menggunakan Rumus (III.2).

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}), \quad k = \frac{1}{\ln(m)} \quad (\text{III.2})$$

III.4.3.0.3 Langkah 3: Penentuan Bobot Kriteria. Derajat diversifikasi (d_j) diperoleh melalui Rumus (III.3), dilanjutkan normalisasi untuk menentukan bobot relatif w_j (Rumus (III.4)).

$$d_j = 1 - e_j \quad (\text{III.3})$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (\text{III.4})$$

III.4.3.0.4 Langkah 4: Perhitungan Skor Komposit Akhir. Skor komposit akhir (S_i) untuk setiap alternatif solusi dihitung menggunakan Rumus (III.5).

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j P_{ij} \quad (\text{III.5})$$

Alternatif dengan skor tertinggi dipilih sebagai solusi yang paling optimal.

III.4.4 Hasil Analisis Penentuan Solusi

Perhitungan MCDA-EWM terhadap matriks keputusan menghasilkan bobot kriteria seperti pada Tabel III.4. Nilai bobot menunjukkan bahwa kriteria KD-2 (*Kontrol Low-Level & Fileless*) memberikan kontribusi terbesar terhadap pengambilan keputusan.

Tabel III.4 Bobot kriteria hasil metode EWM

Kode	Kriteria Desain	e_j	d_j	w_j
KD-1	Dukungan enkripsi/ <i>packing</i>	0.993	0.007	0.057
KD-2	Kontrol <i>low-level & fileless</i>	0.923	0.077	0.631
KD-3	Resistensi analisis statis	0.957	0.043	0.352
Total		0.122	1.000	

Skor komposit akhir ditunjukkan pada Tabel III.5. Rust memperoleh skor tertinggi sehingga dipilih sebagai bahasa implementasi *dropper*.

Tabel III.5 Skor komposit akhir alternatif solusi

Alternatif Solusi	Skor Komposit (S_i)	Keterangan
S-1 (Rust)	0.370	Terpilih; unggul pada KD-2 dan KD-3.
S-2 (C/C++)	0.334	Masih kuat, namun kalah pada resistensi statis.
S-3 (<i>Python</i>)	0.296	Skor rendah pada KD-2 dan KD-3 karena ketergantungan pada sistem operasi.

Prototipe *dropper* akan diimplementasikan menggunakan Rust. Keputusan ini didasarkan pada skor MCDA-EWM tertinggi dan justifikasi bahwa Rust secara efektif memadukan kontrol *low-level* yang krusial untuk *fileless execution* dengan resistensi inheren terhadap analisis statis yang disasar oleh *spyware mode stealth* modern.

III.5 Rencana Evaluasi (Overview)

Tahap terakhir dari DRM adalah DS-II yang bertujuan menguji dan mengevaluasi efektivitas *dropper* prototipe terhadap tujuan penelitian. Evaluasi dilakukan dalam lingkungan terkontrol untuk memvalidasi pemenuhan persyaratan fungsional (F1–F6) dan non-fungsional (N1–N4).

III.5.1 Skenario Pengujian

Evaluasi dipisahkan menjadi tiga skenario utama untuk menguji setiap lapisan *evaluation* yang diimplementasikan:

1. **Skenario A: Pengujian *Evasion* Statis dan Perilaku (N1, F1, F3).** Mengukur kemampuan *dropper* mode *stealth* berbasis Rust dengan enkripsi *payload* dan operasi *fileless* untuk menghindari deteksi *anti-malware* dan EDR komersial. *Dropper* dipindai dengan *multi-engine scanner* daring (mis. VirusTotal) dan dieksekusi pada mesin uji yang dilengkapi produk *anti-malware*. Kriteria keberhasilan: lolos dari deteksi *signature-based* mayoritas mesin pemindai dan berhasil menjalankan *payload* tanpa memicu peringatan.
2. **Skenario B: Pengujian Efikasi Anti-Analisis (F4, F5).** Memvalidasi mekanisme anti-VM dan anti-debugging. Pengujian melibatkan eksekusi di berbagai platform virtual (VMware, VirtualBox, *sandbox* otomatis) dan menjalankan *dropper* dengan *debugger* terpasang. Kriteria keberhasilan: ketika mekanisme anti-VM atau anti-debugging terpicu, *dropper* melakukan tindakan *evasive* dan tidak mengeksekusi *payload*.
3. **Skenario C: Pengujian Fungsional dan Kinerja (F6, N2, N3).** Memastikan *dropper* beroperasi andal dan efisien dalam kondisi non-analitis. Pengujian mencakup verifikasi *payload delivery* pada *host* fisik atau VM bersih, pencatatan latensi eksekusi, serta pemantauan penggunaan sumber daya. Kriteria keberhasilan: *payload* tereksekusi tanpa *crash*, latensi konsisten dan cepat.

III.5.2 Metrik dan Alat Evaluasi

Metrik evaluasi dan alat ukur dirangkum pada Tabel III.6.

Tabel III.6 Metrik evaluasi dan alat ukur

Metrik	Tipe	Alat Ukur	Keterangan
<i>Detection Rate</i> (DR)	Kuantitatif (F1, N1)	VirusTotal, log anti-virus/EDR	Persentase <i>malware</i> yang mendeksi <i>dropper</i> pada berbagai tahap.
<i>Evasion Efficacy</i> (EE)	Kuantitatif (F3, F4, F5)	<i>Custom script log, debugger trace</i>	Keberhasilan <i>dropper</i> mendeksi dan menghindari eksekusi di lingkungan <i>sandbox</i> .
<i>Execution Latency</i>	Kuantitatif (N2)	Stopwatch/profiling tools	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan <i>in-memory payload delivery</i> .
<i>Forensic Analysis</i>	Trace Kualitatif (F1, F2)	Sysmon, <i>registry viewer</i>	Memverifikasi ketidakan artefak disk atau entri <i>persistence</i> .

Pengujian dan pengukuran ini memastikan bahwa prototipe *dropper* memenuhi seluruh persyaratan yang telah ditetapkan sekaligus memberikan wawasan praktis mengenai kapabilitas deteksi solusi keamanan komersial.

BAB IV

DESAIN KONSEP SOLUSI

IV.1 Desain Solusi

Bab ini menyajikan penjelasan rinci mengenai rancangan sistem yang diusulkan dalam penelitian, yaitu desain modul *packer* dan *dropper spyware* dengan mode *stealth* yang akan digunakan untuk menguji kapabilitas deteksi *anti-malware* dalam lingkungan terisolasi. Sebagai pedoman metodologis, kerangka *Design Research Methodology* (DRM) yang telah diuraikan pada Bab I diadaptasi dalam bab ini, khususnya pada fase *Prescriptive Study*. Oleh karena itu, seluruh proses desain dalam bab ini diarahkan untuk menciptakan artefak yang tidak hanya memiliki fungsi teknis eksekusi *malware*, tetapi juga memenuhi kebutuhan pengujian parameter keamanan (seperti *evasion* dan *anti-analysis*) yang telah ditetapkan pada Bab III.

IV.2 Tahapan Desain

Proses desain dalam penelitian ini mencakup perancangan artefak berupa prototipe *Dropper Spyware Mode Stealth*. Pengembangan solusi dilakukan dengan mengikuti pedoman DRM untuk memastikan riset dilakukan secara efektif dan efisien. Fokus utama pada tahap ini adalah merjemahkan kebutuhan fungsional (FR) menjadi spesifikasi teknis dan arsitektur sistem yang siap diimplementasikan. Aktivitas utama dalam tahap desain ini mencakup:

- Perumusan Persyaratan: Mengacu pada Kebutuhan Fungsional (FR) dan Non-fungsional (NFR) terkait *stealth* dan *fileless execution*.
- Desain Arsitektur: Merancang hubungan logis antara modul *Packer*, *Dropper*, dan *Payload* sesuai dengan alur eksekusi yang direncanakan.
- Desain Komponen Detail: Merinci mekanisme teknik *evasion* (seperti *unpacking*, *deobfuscation*, *anti-VM*) dan eksekusi memori.
- Desain Lingkungan Uji: Menentukan spesifikasi sistem target (korban) dan

server (penyerang) dalam lingkungan terkontrol.

IV.2.1 Desain Artefak *Dropper*

Artefak yang dikembangkan berfokus pada mekanisme *dropper* yang bertanggung jawab untuk memastikan *spyware* berhasil melewati pertahanan awal (*Initial Access*) dan dieksekusi tanpa terdeteksi (*Execution*). Desain modul ini secara langsung menargetkan kelemahan deteksi berbasis tanda tangan (*signature-based*) dan analisis perilaku (*behavioral*) pada *anti-malware*.

IV.2.1.1 Arsitektur Modul dan Fungsi *Evasion*

Modul *dropper* dirancang sebagai kesatuan komponen yang terdiri dari lapisan perlindungan (*Packer*) dan logika eksekusi (*Dropper Logic*). Tabel IV.1 menjabarkan komponen-komponen tersebut beserta justifikasinya terhadap analisis masalah.

Tabel IV.1 Komponen Modul *Dropper*

Komponen Modul	Bahasa/Teknologi	Fungsi Utama dalam <i>Evasion</i>	Justifikasi Pengujian (CTQ)
<i>Packer</i> (Pelingking)	Rust	Melakukan <i>packing</i> (kompresi) dan enkripsi terhadap berkas <i>dropper</i> untuk mengubah <i>signature</i> statis dan menyembunyikan logika program.	Menyerang CTQ-01 (Celah <i>Signature-Evasion</i>).
<i>Dropper Engine</i> (Logika Utama)	Rust	Menjalankan alur logika: <i>Unpack</i> , <i>Deobfuscate</i> , <i>Anti-Analysis Check</i> , dan manajemen memori.	Menyerang CTQ-02 (Obfuscation) & CTQ-03 (Deteksi Perilaku).
<i>Payload Handler</i>	Rust / Windows API	Mengunduh <i>payload</i> dari server (jika tidak tersedia lokal) dan menyimpannya langsung ke memori (<i>fileless</i>) tanpa menulis ke disk.	Menyerang CTQ-03 (Celah <i>In-Memory</i>).
Server (C2)	Python / Go	Menyediakan <i>payload</i> (seperti <i>shellcode</i>) yang akan diunduh oleh <i>dropper</i> jika validasi lingkungan berhasil.	Pendukung skenario <i>Downloader-based</i> (FR-A5).

IV.2.1.2 Mekanisme Alur Logika *Dropper*

Desain alur logika *dropper* dirancang untuk memprioritaskan keamanan *payload*. *Dropper* tidak akan mengeksekusi kode berbahaya jika mendeteksi lingkungan analisis. Mekanisme ini dirancang berdasarkan diagram alir yang diusulkan, dengan rincian sebagai berikut:

- 1. Inisialisasi & Unpacking.** Saat dieksekusi oleh target, *dropper* melakukan proses *unpacking* (2.1) dan *deobfuscation* (2.2) di memori untuk menerjemahkan kode yang disamarkan menjadi instruksi yang dapat dijalankan.
- 2. Validasi Lingkungan (Anti-Analysis).** Sebelum melakukan aksi berbahaya, *dropper* melakukan pengecekan (2.3) terhadap indikator *Virtual Machine*

(VM) atau *Debugger*. Jika terdeteksi, proses akan berhenti untuk menghindari analisis.

3. **Manajemen Payload.** Sistem mengecek keberadaan *payload* internal (2.4). Jika tidak ada, *dropper* mengunduh *payload* dari Server (2.5).
4. **Fileless Execution.** *Payload* yang didapatkan (baik internal maupun unduhan) disimpan langsung ke alokasi memori (2.6) dan dieksekusi (2.7) menggunakan teknik *process injection* atau *thread execution*, memastikan tidak ada jejak fisik (file) yang tertinggal di *hard drive*.

IV.3 Rancangan Lingkungan Pengujian

Lingkungan pengujian dirancang untuk menciptakan kondisi yang terkontrol (*controlled environment*) dan relevan, sesuai dengan kebutuhan non-fungsional NFR-E1. Lingkungan ini harus terisolasi dari jaringan publik untuk keamanan, namun tetap mensimulasikan interaksi jaringan antara korban dan penyerang.

IV.4 Spesifikasi Mesin Uji

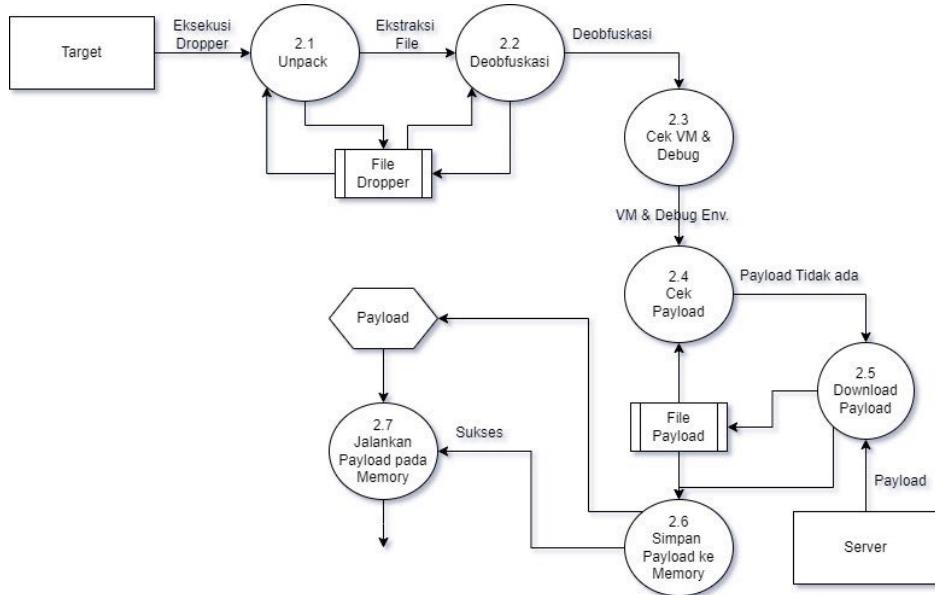
Pengujian akan dilakukan menggunakan dua entitas utama: Mesin Target (Korban) dan Mesin Server (Penyerang) yang berjalan di atas virtualisasi terisolasi (*Host-Only Network*). Spesifikasi rinci disajikan pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Spesifikasi lingkungan uji

Komponen	Spesifikasi Teknis	Justifikasi Desain
Target (Korban)	OS: Windows 10 / 11 (x64)	
RAM: 4 GB		
Jaringan: <i>Host-Only</i>	Merepresentasikan lingkungan pengguna umum yang menjadi target <i>spyware</i> . Windows dipilih karena target utama <i>malware</i> berbasis .exe.	
Server (Penyedia)	OS: Linux (Kali/Ubuntu)	
<i>Service: HT-TP/TCP Listener</i>	Berfungsi sebagai penyedia <i>payload</i> (untuk proses 2.5) dan penerima koneksi balik (<i>reverse shell</i>) dari <i>dropper</i> .	
Alat Monitoring	Sysmon, Wireshark, Process Hacker	Digunakan untuk memvalidasi apakah <i>dropper</i> benar-benar berjalan di memori (tidak menyentuh disk) dan memantau lalu lintas jaringan.
<i>Anti-Malware</i>	Berbagai produk komersial (Brand A, B, C, D, E)	Objek evaluasi utama untuk mengukur efektivitas deteksi terhadap desain <i>dropper</i> .

IV.5 Hasil Desain

Hasil akhir dari tahapan perancangan sistem ini adalah arsitektur teknis dan alur logika eksekusi *dropper* yang telah disesuaikan dengan karakteristik bahasa pemrograman Rust dan teknik *fileless*. Desain ini diilustrasikan dalam bentuk diagram alir proses yang menggambarkan siklus hidup *dropper* mulai dari inisialisasi hingga eksekusi *payload*.



Gambar IV.1 Diagram alir eksekusi *dropper spyware mode stealth*

IV.5.1 Tahap Inisialisasi dan Dekripsi (Proses 2.1 & 2.2)

Ketika target mengeksekusi berkas *dropper*, program tidak langsung menjalankan kode berbahaya.

1. **2.1 Unpack:** *Dropper* yang dikemas (*packed*) akan melakukan *self-extraction* di memori. Proses ini bertujuan untuk mengembalikan bentuk asli kode biner yang telah dikompresi atau dienkripsi saat pembuatan (*compile time*).
2. **2.2 Deobfuscasi:** Setelah di-*unpack*, *dropper* melakukan *deobfuscasi* terhadap string dan konfigurasi internal. Teknik ini digunakan untuk menyembunyikan *Import Address Table* (IAT) dan string sensitif (seperti alamat IP Server C2 atau nama fungsi API Windows) dari analisis statis *anti-malware*. Penggunaan bahasa Rust membantu mempersulit proses *reverse engineering* pada tahap ini karena struktur binernya yang kompleks.

IV.5.2 Tahap Validasi Lingkungan / Anti-Analysis (Proses 2.3)

Tahap ini merupakan gerbang keamanan bagi *malware* untuk melindungi dirinya sendiri dari analisis peneliti keamanan atau *sandbox* otomatis.

- **2.3 Cek VM & Debug:** Sebelum memuat *payload*, *dropper* memindai lingkungan eksekusi untuk mencari tanda-tanda keberadaan *debugger* (misalnya memeriksa flag *IsDebuggerPresent*) atau artefak mesin virtual (seperti *registry keys* VMware/VirtualBox atau instruksi CPUID tertentu).
- **Logika Keputusan:**

- Jika lingkungan terdeteksi sebagai VM atau *Debug Environment*, *dropper* akan melakukan terminasi dini atau menjalankan kode *benign* (tidak berbahaya) untuk mengecoh analisis (menghasilkan *False Negative*).
- Jika lingkungan terkonfirmasi sebagai *Target Fisik*, proses berlanjut ke tahap manajemen *payload*.

IV.5.3 Tahap Manajemen *Payload* (Proses 2.4 & 2.5)

Desain ini mendukung fleksibilitas antara membawa *payload* sendiri (*dropper*) atau mengunduhnya (*downloader*).

1. **2.4 Cek *Payload*:** Sistem memeriksa apakah *payload* utama (*spyware*) sudah tertanam secara terenkripsi di dalam biner *dropper*.
2. **2.5 Download *Payload* (Kondisional):** Jika *payload* tidak ditemukan secara internal (skenario *Payload Tidak Ada*), *dropper* akan menginisiasi koneksi HTTP/TCP ke Server penyerang untuk mengunduh *payload* terbaru secara aman ke memori.

IV.5.4 Tahap Eksekusi *Fileless* (Proses 2.6 & 2.7)

Ini adalah inti dari mekanisme *stealth* yang dirancang untuk menghindari deteksi *file-scanning*.

1. **2.6 Simpan *Payload* ke Memori:** *Payload* (baik dari internal maupun unduhan) didekripsi dan disimpan langsung ke dalam alokasi memori volatil (RAM). Tidak ada penulisan berkas (*file write*) ke *hard disk* pada tahap ini, memitigasi risiko deteksi forensik berbasis disk.
2. **2.7 Jalankan *Payload* pada Memori:** Menggunakan teknik *Process Injection* atau pembuatan *thread* jarak jauh, *dropper* mengeksekusi kode *payload* langsung dari lokasi memori tersebut. Setelah *payload* aktif (Status: Sukses), proses *dropper* utama akan menutup diri (*self-terminate*), meninggalkan *payload* berjalan secara independen dan tersembunyi di dalam proses sistem yang sah.

BAB V

RENCANA SELANJUTNYA

Bab ini menjabarkan langkah-langkah sistematis yang akan dilakukan setelah tahap perancangan selesai. Rencana ini mencakup strategi implementasi teknis dari desain *dropper*, metode evaluasi untuk mengukur keberhasilan teknik *evasion*, serta analisis risiko yang mungkin timbul selama proses penelitian. Seluruh tahapan ini disusun berdasarkan metodologi *Design Research Methodology* (DRM), khususnya pada fase *Descriptive Study II* (DS-II), guna memastikan validitas hasil pengujian terhadap produk *anti-malware* dan EDR komersial.

V.1 Rencana Implementasi

Berdasarkan desain solusi pada Bab IV, implementasi *dropper spyware* akan dilakukan secara modular menggunakan bahasa pemrograman Rust. Pendekatan modular dipilih untuk memudahkan *debugging* dan isolasi fitur *stealth* tertentu. Proses implementasi dibagi menjadi tiga fase utama: Pengembangan Komponen, Integrasi Sistem, dan Penyiapan Lingkungan.

V.1.1 Pengembangan Komponen *Dropper*

Implementasi teknis akan difokuskan pada penerjemahan desain arsitektur menjadi kode program yang dapat dieksekusi.

- **Implementasi Modul Enkripsi dan *Packing*.** Fase ini melibatkan pembuatan *builder* yang bertugas mengenkripsi *payload* (seperti *shellcode benign*) menggunakan algoritma AES-256 atau XOR *chaining*. *Builder* ini juga akan menyisipkan *junk data* dan melakukan manipulasi *header* biner untuk mengubah *signature* statis berkas, sesuai strategi *evasion* statis yang dirancang.
- **Implementasi Mekanisme *Anti-Analysis*.** Kode Rust dikembangkan untuk memanggil Windows API guna mendeteksi keberadaan lingkungan analisis.

- *Anti-Debugger*: Implementasi pengecekan *Process Environment Block* (PEB) dan penggunaan fungsi *IsDebuggerPresent*.
- *Anti-VM/Sandbox*: Implementasi pengecekan artefak *registry*, *driver* (misal *vboxguest.sys*), dan instruksi CPUID untuk mendeteksi virtualisasi. Jika terdeteksi, *dropper* diprogram untuk melakukan terminasi dini (*fail-safe*).
- **Implementasi Eksekusi Fileless**. Kode ditulis untuk mengalokasikan memori secara dinamis (*VirtualAllocEx*), menulis *payload* yang telah didekripsi ke memori tersebut (*WriteProcessMemory*), dan mengeksekusinya menggunakan *thread* baru (*CreateRemoteThread*) tanpa pernah menulis berkas berbahaya ke disk (non-persistent).

V.1.2 Lingkungan Pengembangan

Tabel V.1 merangkum perangkat lunak dan alat yang akan digunakan selama fase implementasi untuk memastikan *dropper* dapat dibangun dan diuji fungsionalitas dasarnya.

Tabel V.1 Spesifikasi lingkungan implementasi

Komponen	Alat/Teknologi	Fungsi
Bahasa Pemrograman	Rust (Nightly Toolchain)	Pengembangan <i>core logic dropper</i> dan manipulasi memori tingkat rendah.
Kriptografi	<i>Create aes</i> , <i>rand</i>	Enkripsi <i>payload</i> dan pembuatan data acak (<i>junk data</i>).
Windows API	<i>Create winapi</i> / <i>windows-sys</i>	Interaksi dengan sistem operasi untuk injeksi memori dan pengecekan lingkungan.
<i>Payload Generator</i>	Metasploit (<i>msfvenom</i>)	Membuat sampel <i>shellcode</i> (misal: <i>reverse_tcp</i> atau <i>calc.exe</i>) untuk diinjeksi.
<i>Debugger</i>	x64dbg / Process Hacker	Verifikasi manual bahwa <i>payload</i> berjalan di memori dan tidak bocor ke disk.

V.2 Rencana Evaluasi

Evaluasi bertujuan untuk menjawab rumusan masalah mengenai efektivitas deteksi *anti-malware* terhadap teknik *evasion* yang diterapkan. Evaluasi dilakukan dalam lingkungan terkontrol (*isolated lab*) untuk mencegah penyebaran *malware*.

V.2.1 Konfigurasi Sistem Pengujian

Pengujian menggunakan topologi jaringan *Host-Only* yang terdiri dari dua mesin virtual:

- **Mesin Target (Korban):** Windows 10/11 yang dipasang berbagai produk *Anti-Virus* (AV) dan EDR secara bergantian.
- **Mesin Penyerang (C2):** Linux (Kali/Ubuntu) yang menjalankan *listener* (Netcat/Metasploit) untuk menerima koneksi dari *dropper*.

V.2.2 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan melalui tiga skenario utama untuk menguji lapisan pertahanan yang berbeda:

1. **Skenario A: Deteksi Statis (Pre-Execution).** Tujuan: mengukur kemampuan AV mendekripsi *dropper* sebelum dijalankan (saat berkas berada di disk). Prosedur: memindai berkas *dropper* menggunakan fitur *on-demand scan* pada AV dan mengunggah *hash* ke *multi-engine scanner* (jika aman secara etis/dizinkan). Harapan: *dropper* tidak terdeteksi karena enkripsi dan *packing*.
2. **Skenario B: Deteksi Perilaku (On-Execution).** Tujuan: mengukur kemampuan fitur *Real-time Protection* atau *Heuristic Analysis* dalam mendekripsi aktivitas injeksi memori. Prosedur: mengeksekusi *dropper* di mesin target; memantau apakah koneksi ke server C2 berhasil terbentuk (sukses) atau *dropper* dikarantina/dihentikan oleh AV (gagal). Harapan: *dropper* berhasil menyuntikkan *payload* dan *self-terminate* tanpa memicu alarm.
3. **Skenario C: Efektivitas Anti-Analisis.** Tujuan: memastikan *dropper* tidak berjalan di lingkungan analisis otomatis (*sandbox*). Prosedur: mengeksekusi *dropper* di lingkungan yang sengaja dibuat “lemah” (misal: ada *debugger* aktif atau *tools* pemantau terlihat). Harapan: *dropper* mendekripsi lingkungan tersebut dan segera berhenti tanpa mendekripsi *payload*.

V.2.3 Metrik Evaluasi

Hasil pengujian diukur menggunakan metrik kuantitatif dan kualitatif sebagaimana dijabarkan pada Tabel V.2.

Tabel V.2 Metrik evaluasi

Metrik	Tipe	Deskripsi	Target Keberhasilan
<i>Detection Rate</i> (DR)	Kuantitatif	Percentase produk AV/E-DR yang berhasil mendekripsi <i>dropper</i> pada Skenario A dan B.	DR rendah (< 20% produk mendekripsi).
<i>Payload Success Rate</i>	Kuantitatif	Percentase keberhasilan <i>payload</i> aktif (koneksi C2 terbentuk) dari total percobaan eksekusi.	100% pada lingkungan tanpa proteksi, > 50% pada lingkungan berproteksi.
<i>Anti-Analysis Efficacy</i>	Kualitatif	Kemampuan <i>dropper</i> membedakan lingkungan target asli vs. lingkungan analisis.	<i>Dropper</i> tidak berjalan saat didiagnosis (<i>False Negative</i> bagi analis).
<i>Forensic Footprint</i>	Kualitatif	Jejak yang tertinggal di disk atau <i>registry</i> setelah eksekusi.	Minimal/nihil (sesuai prinsip <i>fileless</i>).

V.3 Analisis Risiko

Mengingat penelitian ini melibatkan pembuatan artefak yang bersifat ofensif (*offensive tool*), terdapat beberapa risiko teknis dan etis yang perlu dimitigasi.

Tabel V.3 Analisis risiko dan mitigasi

Risiko	Dampak	Strategi Mitigasi
Kebocoran Sampel <i>Malware</i>	Sampel <i>dropper</i> tersebut ke jaringan publik dan disalahgunakan.	Pengujian dilakukan ketat di jaringan <i>Host-Only</i> tanpa akses internet. <i>Source code</i> tidak dipublikasikan secara terbuka (repository privat).
Kerusakan Sistem Uji	<i>Dropper</i> menyebabkan <i>Blue Screen of Death</i> (BSOD) atau korupsi memori pada mesin target.	Menggunakan <i>snapshot VM</i> sebelum setiap pengujian agar sistem dapat dipulihkan cepat (<i>Revert</i>). Menggunakan <i>payload benign</i> (<i>calc.exe</i>) untuk uji awal.
<i>Update Signature AV</i>	Produk AV memperbarui basis data di tengah penelitian, menyebabkan inkonsistensi hasil.	Mematikan fitur <i>auto-update</i> selama pengambilan data atau mencatat versi basis data virus secara presisi untuk setiap pengujian.
<i>False Positive</i> pada Desain	Mekanisme <i>Anti-VM</i> terlalu agresif sehingga <i>dropper</i> tidak jalan di VM pengujian penulis sendiri.	Implementasi <i>whitelist</i> khusus atau <i>flag</i> kompliasi (misal: cargo build --features "debug_mode") untuk mematikan fitur <i>anti-VM</i> saat pengembangan.
Keterbatasan Lisensi EDR	Tidak semua produk EDR <i>enterprise</i> dapat diakses untuk pengujian mahasiswa.	Menggunakan versi <i>trial</i> , versi <i>consumer</i> dengan <i>engine</i> setara, atau fokus pada produk yang menyediakan lisensi akademik/evaluasi.

Melalui perencanaan implementasi yang terstruktur dan evaluasi yang ketat, penelitian ini diharapkan mampu memberikan data empiris mengenai celah keamanan pada sistem deteksi modern terhadap ancaman *dropper* berbasis Rust.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainslie, Scott, Dean Thompson, Sean Maynard, dan Atif Ahmad. 2023. “Cyber-threat Intelligence for Security Decision-Making: A Review and Research Agenda for Practice”. *Computers & Security* 132.
- Blessing, Lucienne T.M., dan Amaresh Chakrabarti. 2009. *DRM, a Design Research Methodology*.
- Chatzoglou, E., G. Karopoulos, G. Kambourakis, dan Z. Tsatsikas. 2023. “Bypassing Antivirus Detection: Old-School Malware, New Tricks”. Dalam *Proceedings of TrustBus ’23*.
- Elghaly, Y. M. 2024. “Stealth in Plain Sight: The Hidden Threat of PowerShell Fileless Malware and Its Evasion of Modern EDRs & AVs”, University of East London.
- Kareem, K.M. 2024. “A Comprehensive Analysis of Pegasus Spyware and Its Implications for Digital Privacy and Security”.
- Kerkour, S. 2021. *Black Hat Rust: Applied Offensive Security with the Rust Programming Language*.
- Koutsokostas, Vasilios, dan Constantinos Patsakis. 2021. “Python and Malware: Developing Stealth and Evasive Malware Without Obfuscation”. *arXiv preprint arXiv:2105.00565*.
- Reddyvari, V., M.U.M. Rao, S.S.D. Reddy, K.R.S. Reddy, dan B.M. Nayak. 2024. “A Review on Spyware Creation and Detection”. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* 13 (3).
- Sudhakar, S., dan S. Kumar. 2020. “An Emerging Threat: Fileless Malware - A Survey and Research Challenges”. *Cybersecurity* 3 (1).