

Transmisi Data Usb Keylogger Secara Real-Time Melalui Gelombang Elektromagnetik Pada Frekuensi 2.4ghz

1st Muhammad Iqbal Luthfi Dalimunthe

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

iqballuthfi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Unang Sunarya

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

unangsunarya@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — USB keylogger merupakan perangkat yang dapat merekam setiap aktivitas pengetikan pada keyboard, dan transmisi data real-time yang aman menjadi fokus utama dalam pengembangan alat ini. Dalam penelitian ini, penulis merancang perangkat keras yang praktis dan efisien, serta mengimplementasikan teknologi enkripsi untuk melindungi data dari potensi penyusupan atau manipulasi oleh pihak tidak berwenang.

Penelitian ini mencakup pengujian jarak transmisi, optimasi desain perangkat keras, dan evaluasi kinerja pada berbagai kondisi lingkungan. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu mengirimkan data secara real-time dengan stabil dan aman pada frekuensi 2.4GHz. Dengan penerapan protokol keamanan yang ketat, alat ini diharapkan dapat menjadi solusi yang handal dalam pengembangan alat penetrasi keamanan siber.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengembangan USB Real-time Keylogger dengan transmisi data melalui frekuensi 2.4GHz berhasil memenuhi tujuan yang ditetapkan, yaitu menciptakan alat yang praktis, efisien, dan aman. Penulis berharap bahwa laporan ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat dalam bidang keamanan siber dan menjadi referensi bagi pengembangan teknologi serupa di masa mendatang.

Kata kunci— *USB Keylogger, Real-time Transmission, 2.4GHz, Cyber Security.*

I. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi perkembangan digitalisasi yang terus berlangsung, tantangan keamanan siber menjadi fokus utama yang perlu diperhatikan. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses dan menyimpan data. Namun, bersama dengan kemudahan tersebut, muncul pula berbagai risiko keamanan yang perlu diwaspadai.

Salah satu aspek yang menonjol dalam keamanan siber adalah risiko pencurian data melalui perangkat penyimpanan portabel seperti USB. Penggunaan USB sebagai media penyimpanan telah menjadi sangat umum dalam kehidupan sehari-hari. Namun keberadaan perangkat USB keylogger menghadirkan ancaman yang serius. Sebuah keylogger merupakan contoh alat yang bersifat menyerang. Memanfaatkan kerentanan ini dalam sistem operasi yang memungkinkan untuk menjalankan serangan keylogger, yang

secara diam-diam merekam aktivitas keyboard pada PC korban [1]. USB Keylogger tersebut kita bisa Mengantisipasi ancaman tersebut dengan menghancurkan USB keylogger tersebut agar data kita aman dan tidak disalahgunakan.

Dalam konteks ini, saya membuat alat USB Real time Keylogger pada frekuensi 2,4GHz yang di mana tantangan baru di dunia siber. Alat ini memungkinkan transmisi keystroke tanpa mengandalkan WiFi atau Bluetooth, melainkan memanfaatkan frekuensi radio 2,4GHz yang memiliki kestabilan dan kehandalan dalam pengiriman data. USB Real time Keylogger yang dapat mengirimkan setiap ketikan secara langsung tanpa menyimpannya di dalam USB, sehingga keamanan dan privasi data pengguna tidak aman.

Namun, perlu diingat bahwa tidak semua perangkat USB memiliki dampak negatif yang sama. Beberapa perangkat USB dapat memberikan manfaat yang besar dalam kehidupan sehari-hari, asalkan digunakan dengan bijaksana dan dengan memperhatikan keamanan data. Oleh karena itu, penting bagi pengguna untuk selalu waspada terhadap risiko keamanan yang mungkin timbul dari penggunaan perangkat USB.

II. KAJIAN TEORI

A. USB Keylogger

1. Definisi dan Fungsi USB Keylogger

USB Keylogger adalah perangkat keras yang berfungsi sebagai perantara antara keyboard dan komputer, merekam setiap ketukan yang dilakukan pengguna pada keyboard. Perangkat ini memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dan digital yang menyediakan akses mudah ke perangkat lunak dan keras yang mendukung penggunaannya dalam kegiatan intelijen dan keamanan.

2. Prinsip Kerja USB Keylogger

Prinsip dasar kerja USB keylogger adalah dengan merekam sinyal elektrik yang dihasilkan oleh setiap tombol yang ditekan pada keyboard [2]. Hal ini memungkinkannya untuk memonitor setiap keystroke secara kontinu. Perangkat ini mampu mentransmisikan data secara langsung melalui frekuensi 2,4GHz, membuatnya lebih praktis dan efektif dalam pengiriman dan penyimpanan data secara real-time menggunakan USB Keylogger yang dapat ditransmisikan menggunakan komunikasi radio. Dengan demikian,

penggunaan perangkat ini menjadi lebih praktis dan efektif karena data yang direkam dapat langsung dikirimkan atau disimpan secara real-time.

B. Komponen Pendukung USB Keylogger

1. Arduino Nano

Arduino Nano adalah modul komunikasi nirkabel yang digunakan dalam USB Keylogger untuk mengatur proses pengiriman data antara NRF24L01 dan perangkat pengirim atau penerima. Arduino Nano memiliki ukuran kecil dan konsumsi daya rendah, dengan berbagai pin input/output digital dan analog yang mendukung komunikasi dengan sensor, aktuator, dan modul komunikasi lainnya seperti NRF24L01. Keunggulan Arduino Nano mencakup dukungan berbagai protokol komunikasi seperti I2C, SPI, dan UART, serta kemudahan pemrograman menggunakan Arduino IDE yang mendukung bahasa C dan C++. Sebelum membahas tentang Arduino Nano, penting untuk memahami konsep komputer fisik. Komputer fisik adalah membuat sistem atau perangkat fisik dengan software dan hardware yang berinteraksi, yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik [3].

2. NRF24L01

NRF24L01 adalah modul transceiver nirkabel yang beroperasi pada frekuensi 2,4GHz, menawarkan komunikasi yang stabil dan efisien. Modul ini bertanggung jawab untuk pengiriman data keystroke dengan kecepatan dan akurasi tinggi. Modul transceiver nRF24L01+ bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan fitur-fitur seperti biaya rendah, data rate 250 Kbps, dan konsumsi daya yang minim. Dalam penggunaannya untuk sistem monitoring di dalam ruangan, modul ini bertanggung jawab atas pengiriman data antar node sensor secara langsung [4].

3. Perangkat Lunak CyberArmy.exe

CyberArmy.exe adalah aplikasi yang bertugas merekam keystrokes dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler melalui port USB. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan bahasa Python dan dikonversi menjadi .exe menggunakan PyInstaller. CyberArmy.exe bertanggung jawab atas pengelolaan dan penerjemahan data keystroke yang dikumpulkan, serta mendukung analisis pola keystroke dan pengiriman data secara real-time.

4. Serial Monitor

Serial monitor adalah alat yang digunakan untuk memantau data yang diterima melalui perangkat penerima. Dengan menggunakan serial monitor, pengguna dapat memantau kinerja sistem secara real-time. Pada Serial monitor yang digunakan ialah GUI yang dibuat dengan menggunakan Tkinter. GUI Tkinter adalah antarmuka pengguna grafis (GUI) yang dibuat menggunakan pustaka Tkinter dalam bahasa pemrograman Python. Antarmuka pengguna grafis (GUI) yang dikembangkan dengan menggunakan pustaka Tkinter memiliki tujuan utama untuk memberikan kemudahan kepada pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengendalian terhadap perangkat yang terhubung melalui koneksi serial, seperti mikrokontroler atau perangkat elektronik lainnya [5].

5. Software Arduino IDE

Arduino didesain dengan tujuan mempermudah para pemula bahkan yang tidak memiliki pengetahuan dasar dalam bahasa pemrograman, karena menggunakan bahasa C++ yang disederhanakan melalui penggunaan library. Software Arduino ini menggunakan Software Processing untuk menulis program ke dalam board Arduino. Processing sendiri merupakan gabungan antara bahasa C++ dan Java. Selain itu, Software Arduino dapat diinstal di berbagai sistem operasi (OS) seperti LINUX, Mac OS, dan Windows. Arduino bukan hanya sebuah alat pengembangan biasa, melainkan gabungan dari hardware, bahasa pemrograman, dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE memiliki peran penting dalam menulis, mengkompilasi kode menjadi kode biner, dan menguploadnya ke dalam memori mikrokontroler [6]. Software IDE Arduino terdiri dari tiga bagian:

6. Editor Program

Editor program adalah antarmuka utama yang digunakan untuk menulis dan mengedit kode program dalam bahasa pemrograman yang dikenal sebagai Processing, yang disebut sketch dalam konteks Arduino. Editor ini dilengkapi dengan fitur-fitur yang memudahkan pengkodean seperti penyorotan sintaks, indentasi otomatis, dan pemeriksaan kesalahan dasar. Pengguna dapat menulis program dari awal, mengedit sketch yang sudah ada, atau menggunakan contoh-contoh yang disertakan dalam IDE untuk memulai proyek baru.

7. Compiler

Compiler berfungsi untuk mengubah kode program yang ditulis dalam bahasa Processing menjadi kode biner yang dapat dimengerti dan dijalankan oleh mikrokontroler. Proses kompilasi ini melibatkan penerjemahan sintaks tinggi dari sketsa menjadi instruksi mesin yang spesifik untuk jenis mikrokontroler yang digunakan. IDE Arduino menggunakan avr-gcc (untuk mikrokontroler berbasis AVR) atau toolchain lainnya tergantung pada jenis papan Arduino yang digunakan, untuk memastikan bahwa program dioptimalkan dan siap untuk dijalankan di perangkat keras.

8. Uploader

Uploader adalah bagian dari IDE yang bertanggung jawab untuk memasukkan kode biner hasil kompilasi ke dalam memori mikrokontroler. Setelah kompilasi berhasil, uploader menggunakan bootloader yang terdapat pada mikrokontroler untuk mengunggah kode program melalui koneksi serial (biasanya melalui USB). Proses ini memastikan bahwa kode baru menggantikan kode lama yang ada di memori mikrokontroler, dan perangkat siap untuk menjalankan program yang baru saja diunggah.

9. Tinkercad

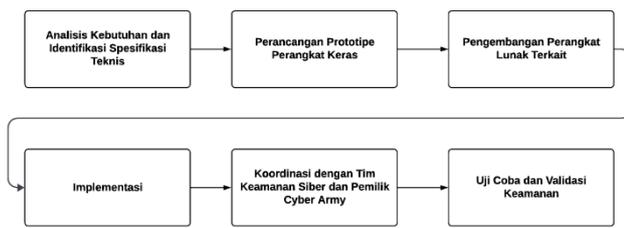
Tinkercad adalah aplikasi daring yang memungkinkan desain dan pembuatan model tiga dimensi (3D) secara intuitif. Dikembangkan oleh Autodesk, Tinkercad digunakan untuk mendesain model yang dapat diekspor dalam format STL dan dicetak menggunakan printer 3D. Aplikasi ini mendukung proses desain yang mudah dengan antarmuka user-friendly dan fitur kolaborasi, menjadikannya populer di kalangan pendidik, pelajar, dan hobiis.

Salah satu keunggulan utama Tinkercad adalah antarmukanya yang user-friendly. Pengguna dapat membuat model 3D dengan menggunakan berbagai bentuk dasar seperti kubus, silinder, bola, dan bentuk geometri lainnya. Bentuk-bentuk ini dapat digabungkan, dimodifikasi, dan disusun untuk membuat desain yang lebih kompleks.

III. METODE

A. Deskripsi dan Alur Pekerjaan

Selama periode magang sebagai IoT Engineer di PT Siber Inovasi Global Indonesia, tugas utama adalah pembuatan USB Keylogger pada frekuensi 2.4GHz. Pekerjaan ini mencakup beberapa tahapan sebagai berikut:



GAMBAR 3.1 Alur Pekerjaan

B. Analisis Sistem

Sistem USB Keylogger yang dikembangkan beroperasi pada frekuensi 2.4GHz untuk menguji keamanan infrastruktur TI. Analisis ini mencakup aspek teknis, jarak transmisi, dan keamanan transmisi data.

1. Aspek Teknis

Komponen Hardware: Terdiri dari mikrokontroler, modul penerima dan pemancar RF, serta memori penyimpanan. Modul RF harus mendukung frekuensi 2.4GHz.

Komponen Software: Mengembangkan firmware dan algoritma untuk merekam dan menyimpan data keystroke, serta protokol komunikasi nirkabel yang aman.

2. Jarak Transmisi

Menguji efektivitas transmisi data pada berbagai jarak untuk memastikan kinerja yang optimal tanpa kehilangan atau degradasi sinyal yang signifikan.

3. Keamanan Transmisi Data

Mengimplementasikan pengaturan alamat unik untuk pemancar dan penerima untuk memastikan data hanya diterima oleh perangkat yang dituju.

C. Pengembangan Sistem

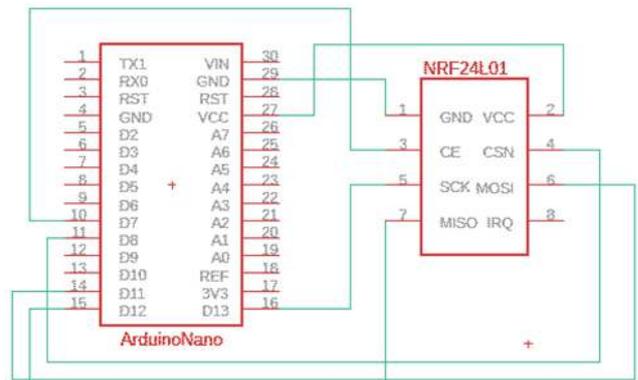
Proses pengembangan sistem mencakup beberapa tahap berikut:

1. Analisis Kebutuhan dan Spesifikasi Teknis:

Menggunakan sumber daya literatur dan teknologi terkini untuk memahami landasan teoritis dan praktis.

Perancangan Prototipe Perangkat Keras:

Berikut desain schematic rangkaian dan casing USB Keylogger :



GAMBAR 3.2 Schematic USB keylogger

2. Pengembangan Perangkat Lunak:

Pengembangan firmware dan aplikasi antarmuka grafis menggunakan Tkinter. Berikut aplikasi serial monitor menggunakan tkinter :



GAMBAR 3.3 Serial Monitor Tkinter

Kolaborasi dan Pengujian:

Diskusi rutin dengan tim keamanan siber untuk integrasi fitur keamanan.

Pengujian fungsional dan keamanan sesuai pedoman yang ditetapkan.

D. Kebutuhan Perangkat Kerja

Berikut adalah tabel perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan:

TABEL 3.1 Perangkat Kerja

No.	Perangkat Kerja	Fungsi
1.	Arduino Nano	Berfungsi sebagai pusat kontrol yang memproses data dari keylogger. Arduino Nano mengontrol pengambilan data dari keylogger, mengelola pengiriman data tersebut ke modul NRF24L01
2.	Usb Serial	Berfungsi sebagai antarmuka komunikasi antara ArduinoNano dan komputer untuk pemrograman dan transfer data. Perangkat ini memungkinkan komputer untuk mengunggah kode ke Arduino Nano serta menerima dan mengirim data selama operasi
3.	Arduino IDE	Berfungsi untuk menulis dan mengunggah kode ke Arduino Nano
4.	Tkinter	Berfungsi untuk membuat antarmuka grafis yang user-friendly untuk memantau data yang diterima darikeylogger secara real-time.
5.	Breadboard danKabel Jumper	Berfungsi untuk membuat rangkaian elektronik sementara dan menghubungkan berbagai komponen tanpa perlu menyolder.
6.	Komputer/Laptop	Berfungsi untuk menulis, mengunggah kode ke Arduino Nano, dan memonitor data yang dikirimkan melalui USBSerial.
7.	NRF24I01	Berfungsi sebagai modul komunikasi nirkabel yang mengirimkan data yang dikumpulkan oleh keylogger dari Arduino Nano ke komputer atau perangkat lain pada frekuensi 2,4GHz.

E. Prosedur Penelitian

Pada prosedur penelitian dalam pengembangan USB Keylogger yang ditransmisikan menggunakan komunikasi radio pada frekuensi 2,4GHz mencakup langkah-langkah berikut:

1. Perencanaan:

Menyusun rencana kerja berdasarkan analisis kebutuhan dan spesifikasi teknis dan Menentukan sumber daya dan alat yang dibutuhkan.

2. Pelaksanaan:

Merancang dan mengembangkan prototipe perangkat keras dan perangkat lunak serta Melakukan pengujian dan validasi sistem yang telah dibuat.

3. Evaluasi:

Menganalisis hasil pengujian untuk mengidentifikasi kelemahan dan peluang perbaikan.

Mendokumentasikan temuan dan memberikan rekomendasi untuk peningkatan.

4. Pelaporan:

Menyusun laporan akhir yang mencakup seluruh proses pengembangan dan hasil penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Akhir

Sebagai IoT Engineer di Perusahaan PT Siber Inovasi Global Indonesia, salah satu hasil yang telah berhasil dibuat selama magang selama 2 semester adalah pembuatan dan implementasi transmisi data USB Keylogger secara real-time melalui gelombang elektromagnetik pada frekuensi 2.4GHz. Proses pembuatan dan implementasi ini melibatkan serangkaian langkah yang cermat dan teliti untuk memastikan keberhasilan sistem secara keseluruhan.

1. Perangkat Keras

Perangkat keras USB Keylogger dibangun dengan menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama dan modul NRF24L01 sebagai sarana transmisi nirkabel pada frekuensi 2,4GHz. Pengembangan hardware ini tidak hanya mempertimbangkan kebutuhan keamanan, tetapi juga menekankan efisiensi kinerja untuk memenuhi standar industri. Berikut foto hardware yang telah dirancang:



GAMBAR 4.1
Perangkat Keras USB keylogger

Foto hardware yang telah dirancang menampilkan integrasi yang cermat antara Arduino Nano, modul NRF24L01 serta perangkat perangkat lain. Perancangan ini memperhitungkan tata letak komponen yang optimal untuk memastikan koneksi yang stabil dan transmisi data yang handal. Selain itu, perhatian khusus diberikan pada aspek keamanan, dengan memperhitungkan perlindungan fisik terhadap komponen sensitif dan juga integrasi yang aman antara mikrokontroler dan modul transmisi. Dengan demikian, hardware ini tidak hanya memenuhi persyaratan keamanan yang ketat, tetapi juga memberikan kinerja yang efisien dan andal, sesuai dengan standar industri yang berlaku.

2. Source Code

Selain dari fungsionalitas inti yang mencakup merekam dan menyimpan data input keyboard, sebuah antarmuka pengguna sederhana telah dibuat untuk mempermudah penggunaan keylogger. Antarmuka ini dirancang dengan tujuan menjaga kemudahan penggunaan dan memastikan kelangsungan fungsi keylogger. Ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah melihat dan mengelola data yang telah direkam, dan mungkin juga untuk mengatur preferensi atau pengaturan tambahan sesuai kebutuhan. Antarmuka yang sederhana ini membantu memperluas fungsionalitas keylogger dan membuatnya lebih dapat diakses oleh pengguna.

B. Langkah-langkah Pengujian

1. Unduh dan instalasi Arduino IDE

Berikut link Download Arduino IDE :

<https://www.arduino.cc/en/software>

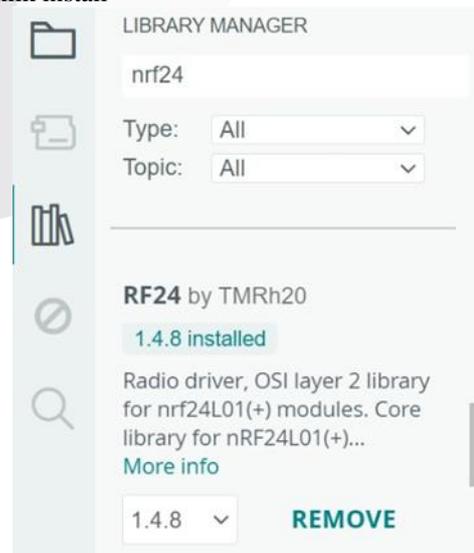
2. Masukkan Pustaka pada Library Manager di Arduino IDE:

- Buka Arduino IDE.

- Pergi ke Sketch -> Include Library -> Manage Libraries....

- Ketik nrf24 di kotak pencarian dan instal pustaka RF24 yang muncul pada daftar.

- Lalu klik install

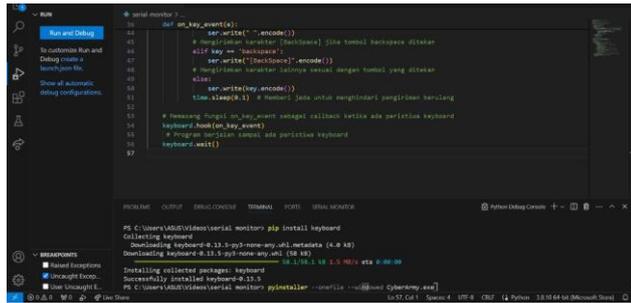


GAMBAR 4.2
Library Manager NRF24

• Selanjutnya adalah tulis program untuk transmitter pada USB keylogger tersebut dan receiver pada USB keylogger tersebut.

3. Membuat File Exe:

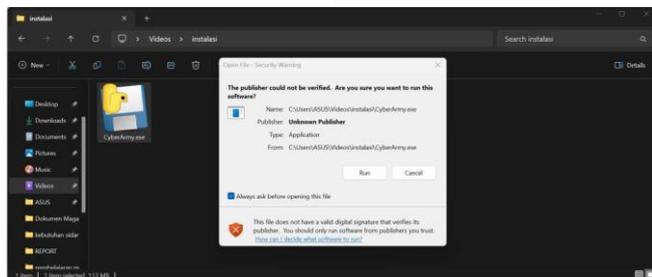
- Buka Visual Studio Code dan masukkan kode yang telah dibuat.
- Buka terminal di Visual Studio Code dan ketik perintah berikut untuk membuat file .exe:
- kode pyinstaller --onefile --windowed CyberArmy.py
Perintah ini akan menghasilkan file CyberArmy.exe yang dapat dijalankan di komputer target.



GAMBAR 4.3
Membuat File Exe

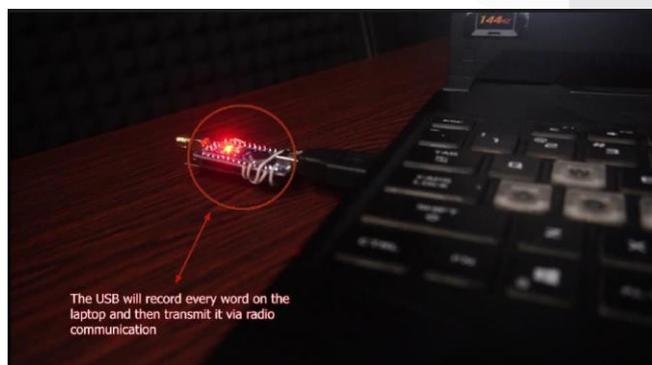
4. Instalasi Perangkat:

Pada Laptop Target :
Jalankan aplikasi exe yang telah dibuat kedalam komputer target



GAMBAR 4.4
jalankan aplikasi exe

Kemudian pada laptop target, dipasang transmitter USB Keylogger yang akan merekam setiap keystroke dan mengirimkan data secara real-time pada frekuensi 2.4GHz.



GAMBAR 4.5
Pemancar USB keylogger

Pada Laptop Penerima:

Pada laptop penerima, dipasang receiver USB Keylogger yang berfungsi untuk menerima data yang dikirim oleh transmitter.



GAMBAR 4.6
Penerima USB keylogger

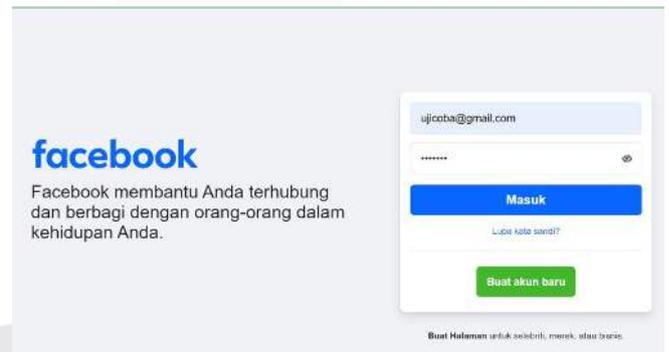
B. Pengujian Aplikasi

Pada setiap percobaan di berbagai aplikasi (Notepad, WhatsApp, Word, Facebook, dan Gmail), proses pengiriman dan penerimaan data berjalan dengan lancar. Berikut adalah hasil pengujian pengiriman dan penerimaan data:

1. Pengiriman Data:

Pengetikan teks dilakukan pada berbagai aplikasi di laptop target.

Berikut adalah aplikasi yang akan ditampilkan yaitu menggunakan facebook :



GAMBAR 4.7
Pengiriman data USB keylogger

Transmitter USB Keylogger mencatat setiap keystroke dan mengirimkan data tersebut ke receiver yang terpasang di laptop penerima dengan tanpa harus menggunakan wifi dan bluetooth.

2. Penerimaan Data:

Receiver USB Keylogger yang terpasang pada laptop penerima menerima data yang dikirimkan oleh transmitter. Berikut adalah penerimaan data pada aplikasi yang akan menjadi target yaitu menggunakan aplikasi tkinter :



GAMBAR 4.8
Penerimaan data USB keylogger

Data yang diterima diuraikan dan ditampilkan di aplikasi penerima, yaitu aplikasi serial monitor GUI Tkinter yang telah dibuat.

C. Jarak Transmisi USB Keylogger

Pengujian jarak transmisi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem. Pengujian ini bertujuan menentukan jarak maksimum di mana data dapat ditransmisikan dari perangkat target ke penerima tanpa kehilangan atau degradasi sinyal yang signifikan. Berikut adalah hasil pengujian jarak transmisi USB Keylogger:

TABEL 4.1
Jarak Transmisi

No.	Jarak (meter)	Keadaan transmisi
1.	30 meter	Diterima
2.	45 Meter	Diterima
3.	60 Meter	Diterima
4.	75 Meter	Data tidak lengkap
5.	90 Meter	Tidak Diterima

Tabel ini menunjukkan hasil pengujian jarak transmisi USB Keylogger dalam kondisi berbeda. Semakin jauh jarak transmisi, semakin lemah kualitas sinyalnya. Evaluasi ini penting untuk menentukan batasan operasional USB Keylogger dalam skenario penggunaan yang berbeda. Berdasarkan pengujian diatas Jarak maksimal untuk transmisi data yang bisa dicapai adalah 70 meter.

D. Keamanan Sistem USB Keylogger

Keamanan sistem USB Keylogger merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Setelah mempertimbangkan modul pemancar dan penerima yang digunakan, dilakukan dua pengujian untuk mengevaluasi keamanan sistem.

Pertama, pengujian dilakukan menggunakan pemancar dan penerima 433MHz. Hasil pengujian menunjukkan adanya kerentanan terhadap penyusupan pesan karena metode transmisi data yang digunakan tidak menggunakan alamat. Hal ini memungkinkan penyusupan pesan jika menggunakan frekuensi yang sama dengan perangkat lain yang menggunakan modul serupa.

Kedua, pengujian dilakukan menggunakan modul NRF24L01. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak terjadi penyusupan informasi karena adanya alamat yang diatur pada

perangkat pemancar dan penerima. Alamat ini digunakan untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan hanya sampai pada perangkat yang dituju, sehingga meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.

Gambar 4.9 menunjukkan kode untuk menetapkan alamat USB keylogger, yang telah diberi kotak warna biru berikut ini :

```
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

RF24 radio(7, 8); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";
```

GAMBAR 4.9
kode penetapan alamat USB keylogger

Pada Gambar 4.9 di atas merupakan Baris kode yang diberi kotak warna biru bertanggung jawab untuk menetapkan alamat pada USB keylogger. Fungsinya adalah memastikan bahwa data yang dikirimkan hanya sampai pada perangkat yang dituju, sehingga mengurangi risiko penyusupan informasi. Dengan adanya pengaturan alamat ini, keamanan sistem USB Keylogger dapat ditingkatkan secara signifikan.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah disampaikan, dapat disimpulkan bahwa pembuatan Alat USB Real time Keylogger pada frekuensi 2,4 GHz menciptakan teknik penyerangan baru dalam penggunaan USB, terutama dalam mengatasi risiko pencurian data melalui perangkat penyimpanan portabel seperti USB. Alat ini memungkinkan pengiriman keystroke secara langsung melalui frekuensi radio 2,4 GHz tanpa memerlukan WiFi atau Bluetooth, sehingga meningkatkan potensi kerentanan terhadap serangan siber yang menggunakan teknologi tersebut.

Selain itu, langkah-langkah keamanan telah diterapkan untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan aman dari penyusupan informasi palsu atau manipulasi data oleh pihak yang tidak berwenang. Dengan demikian, alat USB real time Keylogger pada frekuensi 2,4GHz bukan hanya memberikan kemudahan dalam pengiriman keystroke secara real time, tetapi juga memprioritaskan keamanan data yang dikirimkan, menjadikannya solusi yang efektif dalam menghadapi risiko pencurian data.

B. Saran

Sebagai langkah lanjutan dalam pengembangan alat USB real time Keylogger pada frekuensi 2,4GHz, beberapa hal perlu dipertimbangkan:

Peningkatan Antena dan Evaluasi Kinerja: Disarankan untuk melakukan peningkatan pada antenna alat untuk meningkatkan jarak transmisi dan melakukan evaluasi

kinerja alat pada berbagai kondisi lingkungan. Hal ini akan membantu meningkatkan efektivitas alat dalam mengirimkan data secara real time menggunakan komunikasi radio.

Optimalisasi Desain Perangkat Keras: Perlu dilakukan penggunaan komponen perangkat keras yang lebih ringkas dan ringan serta optimalisasi layout untuk mencapai ukuran fisik yang praktis dan efisien. Dengan demikian, alat dapat lebih mudah digunakan dan diintegrasikan dalam berbagai situasi.

REFERENSI

- [1] V. Charan dan L. Kulkarni, "Survey On Micro-Controller Based Bad USB Attacks." [Daring]. Tersedia pada: <http://journalppw.com>
- [2] I. I. Barankova, U. V. Mikhailova, dan G. I. Lukyanov, "Software development and hardware means of hidden usb-keylogger devices identification," dalam *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Jan 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1441/1/012032.
- [3] P. Menengah Mahir, "PENGENALAN ARDUINO √ Oleh : Feri Djuandi," 2011. [Daring]. Tersedia pada: <http://www.arobotineveryhome.com>
- [4] B. Fajriansyah, M. Ichwan, dan R. Susana, "Evaluasi Karakteristik XBee Pro dan nRF24L01+ sebagai Transceiver Nirkabel," vol. 4, no. 1, hlm. 83–97, 2016.
- [5] F. Khan, A. Masood, A. Khattak, M. M. Ahmad, dan U. Khan, "Arduino Based Control And Data Acquisition System Using Python Graphical User Interface (GUI)," *Article in International Journal of Scientific & Technology Research*, 2021, [Daring]. Tersedia pada: www.ijstr.org
- [6] L. N. Z. H. JauhariArifin, "PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560," *Jurnal Media Infotama*, 2016, Diakses: 15 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://media.neliti.com/media/publications/152072-ID-none.pdf>