

IMG To PDF

Authors:

Kelompok 7 - Pemrograman Fungsional B

Abiem Akmal Fadhil, Bayu Raihan Paratama, M. Rizky Kurniadina, Nabilla Nur Aini, Noel Ericson Rapael Sipayung

Abstract

Proyek IMG To PDF adalah aplikasi desktop yang berfungsi untuk mengonversi satu atau beberapa file gambar (JPEG, PNG, JPG, WEBP) menjadi dokumen PDF dengan cepat dan efisien. Aplikasi ini dibangun menggunakan technology stack Tauri untuk sisi front-end dan Rust untuk sisi back-end. Dengan memanfaatkan sifat Rust yang aman terhadap memori serta paradigma pemrograman fungsional seperti immutability, pure functions, dan pipeline data transformations, aplikasi ini menawarkan solusi ringan, aman, dan multiplatform. Hasil akhirnya adalah aplikasi konversi yang stabil, cepat, dan memiliki konsumsi memori minimal.

Introduction

Aplikasi IMG To PDF dirancang untuk menyelesaikan permasalahan umum yang sering ditemui pengguna ketika ingin mengonversi gambar menjadi dokumen PDF, yaitu:

- Proses konversi yang lambat dan membutuhkan aplikasi berat.
- Ketergantungan pada aplikasi online sehingga kurang aman dan tidak praktis.
- Minimnya aplikasi desktop yang ringan, cepat, dan aman untuk kebutuhan konversi dokumen.

Mengapa Rust?

| Alasan | Penjelasan |
|---------------------|---|
| Efisiensi memori | Rust memastikan keamanan memori tanpa garbage collector, sehingga proses konversi lebih stabil dan minim crash. |
| Performa tinggi | Cocok untuk memproses banyak gambar serta menghasilkan PDF dengan cepat. |
| Functional friendly | Mendukung paradigma pemrograman fungsional seperti immutability, pure functions, dan iterator pipelines. |

Tujuan

- Membangun aplikasi konversi gambar ke PDF yang cepat, aman, dan ringan.
 - Memberikan pengalaman konversi offline tanpa bergantung pada layanan internet.
 - Mengaplikasikan konsep Functional Programming dalam implementasi proses konversi menggunakan Rust.
-

Background and Concepts

Technology Stack

| Komponen | Teknologi |
|------------------|-----------------------|
| Backend | Rust + Axum |
| Desktop Frontend | (HTML/CSS/Javascript) |
| Runtime Async | Tokio |
| Image Processing | Image (Rust crate) |
| PDF Generator | Printpdf |
| Logging | Tracing |

Konsep Pemrograman Fungsional Dalam Sistem

| Konsep PF | Implementasi Dalam Projek |
|--------------------|---|
| Pure Function | load_image_from_bytes selalu menghasilkan output yang sama untuk input yang sama, transformasi RGBA → raw bytes tanpa efek samping. |
| Immutability | Raw image disimpan sebagai Vec yang bersifat immutable; setiap halaman PDF dibuat sebagai objek baru tanpa mengubah state global. |
| Pattern Matching | match digunakan untuk error handling (Result), branch logic halaman pertama vs halaman berikutnya. |
| Stateless Process | Setiap request multipart diproses secara independen tanpa menyimpan state antar request. |
| Explicit Data Flow | Data gambar → konversi → scaling → penempatan → PDF final, tanpa shared mutable data. |

Source Code and Explanation

main.rs

Fungsi: Entry point aplikasi Tauri yang menjalankan aplikasi desktop.

```

001
002 #[cfg_attr(not(debug_assertions), windows_subsystem = "windows")]
003
004 fn main() {
005     app_lib::run();
006 }
```

Penjelasan:

- **Baris 2:** Directive untuk menyembunyikan console window pada build release
- **Baris 4-6:** Fungsi `main()` yang memanggil `app_lib::run()` untuk memulai aplikasi
- **Functional Programming:** Menggunakan **pure function** - `main()` hanya menjalankan satu tugas tanpa side effects

lib.rs

Fungsi: Main library yang mengintegrasikan semua modul dan menyediakan command untuk frontend.

```

001 mod pdf;
002 mod image_utils;
003
004 use std::fs;
005
006 #[tauri::command]
007 async fn convert_images_to_pdf(
008     image_paths: Vec<String>,
009     output_pdf_path: String,
010     orientation: String, // "portrait" | "landscape"
011     margin: String, // "none" | "small" | "large"
012 ) -> Result<String, String> {
013     let mut image_data = Vec::new();
014
015     // Load semua gambar
016     for path in &image_paths {
017         let bytes = fs::read(path)
018             .map_err(|e| format!("Failed to read {}: {}", path, e))?;
019
020         let (img_bytes, width, height) =
021             image_utils::load_image_from_bytes(&bytes)
022                 .map_err(|e| format!("Failed to load image: {}", e))?;
023         println!("Loaded image: {} ({})x({})", path, width, height);
024         image_data.push((img_bytes, width, height));
025     }
026
027     // Generate PDF dengan opsi orientasi & margin
028     let pdf_bytes = pdf::generate_pdf(image_data, &orientation, &margin)
029         .map_err(|e| format!("Failed to generate PDF: {}", e))?;
030
031     // Simpan ke file
032     fs::write(&output_pdf_path, pdf_bytes)
033         .map_err(|e| format!("Failed to write PDF: {}", e))?;
034
035     Ok(format!("PDF berhasil dibuat: {}", output_pdf_path))
  
```

Penjelasan :

- **Baris 12:** menggunakan **pattern matching** untuk error handling
- **Baris 17-18:** `.map_err()` adalah **higher-order function** yang mentransformasi error
- **Baris 20-21:** **Pure function** call ke `load_image_from_bytes` - predictable output

- **Baris 27-28: Immutable data flow** - `image_data` tidak dimodifikasi setelah dibuat
- **Stateless**: Setiap pemanggilan fungsi independen tanpa shared state

```

036
037 #[cfg_attr(mobile, tauri::mobile_entry_point)]
038 pub fn run() {
039     tauri::Builder::default()
040         .plugin(tauri_plugin_dialog::init())
041         .invoke_handler(tauri::generate_handler![convert_images_to_pdf])
042         .setup(|app| {
043             if cfg!(debug_assertions) {
044                 app.handle().plugin(
045                     tauri_plugin_log::Builder::default()
046                         .level(log::LevelFilter::Info)
047                         .build(),
048                 )?;
049             }
050             Ok(())
051         })
052         .run(tauri::generate_context!())
053         .expect("error while running tauri application");
054 }

```

Penjelasan :

- **Baris 39: Builder pattern** - functional way untuk konstruksi object complex
- **Baris 40: Plugin composition** - menambahkan functionality secara modular
- **Baris 41: Handler generation** - menggunakan macro untuk type-safe command binding
- **Baris 42-51: Closure/Lambda** dengan conditional logic yang pure
- **Baris 52: Method chaining** - functional pipeline untuk app initialization

pdf.rs

Fungsi: Modul untuk generating PDF dari data gambar dengan berbagai opsi kustomisasi.

```

001 use printpdf::*;
002 use std::io::BufWriter;
003
004 use crate::image_utils::image_data_to_dynamic_image;
005
006 pub fn generate_pdf(
007     images: Vec<(Vec<u8>, u32, u32)>,
008     orientation: &str,
009     margin: &str,
010 ) -> Result<Vec<u8>, Box<dyn std::error::Error>> {
011     if images.is_empty() {
012         return Err("no images".into());
013     }
014
015     // Halaman EXACT sama dengan ukuran gambar pertama (1px -> 1mm di sini)

```

```

016     let (_first_bytes, first_w, first_h) = &images[0];
017
018     let mut page_w_mm = *first_w as f32 * 0.264583;
019     let mut page_h_mm = *first_h as f32 * 0.264583;
020
021     // orientasi hanya memutar frame, bukan scaling
022     match orientation {
023         "landscape" => {
024             if page_h_mm > page_w_mm {
025                 std::mem::swap(&mut page_w_mm, &mut page_h_mm);
026             }
027         }
028         _ => {
029             if page_w_mm > page_h_mm {
030                 std::mem::swap(&mut page_w_mm, &mut page_h_mm);
031             }
032         }
033     }
034
**Penjelasan Functional Programming (Bagian 1):**
- **Baris 7**: `Vec<(Vec<u8>, u32, u32)>` adalah **immutable data structure** - tuple untuk menyimpan data gambar
- **Baris 10**: `Result` type untuk **explicit error handling** tanpa exceptions
- **Baris 11-13**: **Early return pattern** - guard clause yang functional
- **Baris 16**: **Destructuring assignment** - mengekstrak data secara deklaratif
- **Baris 22-33**: **Pattern matching** dengan `match` - lebih safe dari if-else chains
035     let page_w = Mm(page_w_mm);
036     let page_h = Mm(page_h_mm);
037
038     let (doc, page1, layer1) =
039         PdfDocument::new("Merged Images", page_w, page_h, "Layer 1");
040
041     let mut current_page = doc.get_page(page1);
042     let mut current_layer = current_page.get_layer(layer1);
043
044     for (i, (img_data, width, height)) in images.iter().enumerate() {
045         if i > 0 {
046             let (p, l) = doc.add_page(page_w, page_h, format!("Page {}", i + 1));
047             current_page = doc.get_page(p);
048             current_layer = current_page.get_layer(l);
049         }
050
051         let dyn_image = image_data_to_dynamic_image(img_data, *width,
052             *height);
052         let rgba = dyn_image.to_rgba8();
053         let (w, h) = rgba.dimensions();
054         let raw_rgba = rgba.into_raw();
055
056         let mut raw_rgb = Vec::with_capacity((w * h * 3) as usize);
057         for chunk in raw_rgba.chunks(4) {
058             raw_rgb.push(chunk[0]);

```

```
059         raw_rgb.push(chunk[1]);
060         raw_rgb.push(chunk[2]);
061     }
062
063     let image = Image::from(ImageXObject {
064         width: Px(w as usize),
065         height: Px(h as usize),
066         color_space: ColorSpace::Rgb,
067         bits_per_component: ColorBits::Bit8,
068         interpolate: true,
069         image_data: raw_rgb,
070         image_filter: None,
071         clipping_bbox: None,
072     });
073
074     // ukuran gambar
075     let img_w = w as f32;
076     let img_h = h as f32;
077
078     // Tidak ada scaling tambahan: 1px gambar ~ 1mm di PDF
079     let scale = 1.0_f32;
080
081     // Tempatkan di (0,0)
082     let x = 0.0_f32;
083     let y = 0.0_f32;
084
085     println!(
086         "Image {}: {}x{}px, scale {}, x {}, y {}",
087         i + 1,
088         w,
089         h,
090         scale,
091         x,
092         y
093     );
094
095     image.add_to_layer(
096         current_layer.clone(),
097         ImageTransform {
098             translate_x: Some(Mm(x)),
099             translate_y: Some(Mm(y)),
100             scale_x: Some(scale),
101             scale_y: Some(scale),
102             rotate: None,
103             dpi: Some(96.0),
104         },
105     );
106 }
107
108 let mut pdf_bytes = Vec::new();
109 doc.save(&mut BufWriter::new(&mut pdf_bytes))?;
110 Ok(pdf_bytes)
111 }
```

Penjelasan :

- **Baris 44:** `.iter().enumerate()` adalah **iterator pipeline** - functional way untuk loop
- **Baris 57:** `.chunks(4)` menggunakan **lazy evaluation** - data diproses on-demand
- **Baris 63-72:** **Immutable struct creation** - sekali dibuat tidak bisa diubah
- **Baris 75-83:** **Immutable bindings** - semua variabel bersifat read-only
- **Baris 95-105:** **Pure transformation** - tidak mengubah state existing object
- **Baris 108-110:** **Explicit data flow** - input → process → output yang jelas

image_utils.rs

Fungsi: Utility functions untuk menghandle operasi image processing dengan pendekatan functional.

```

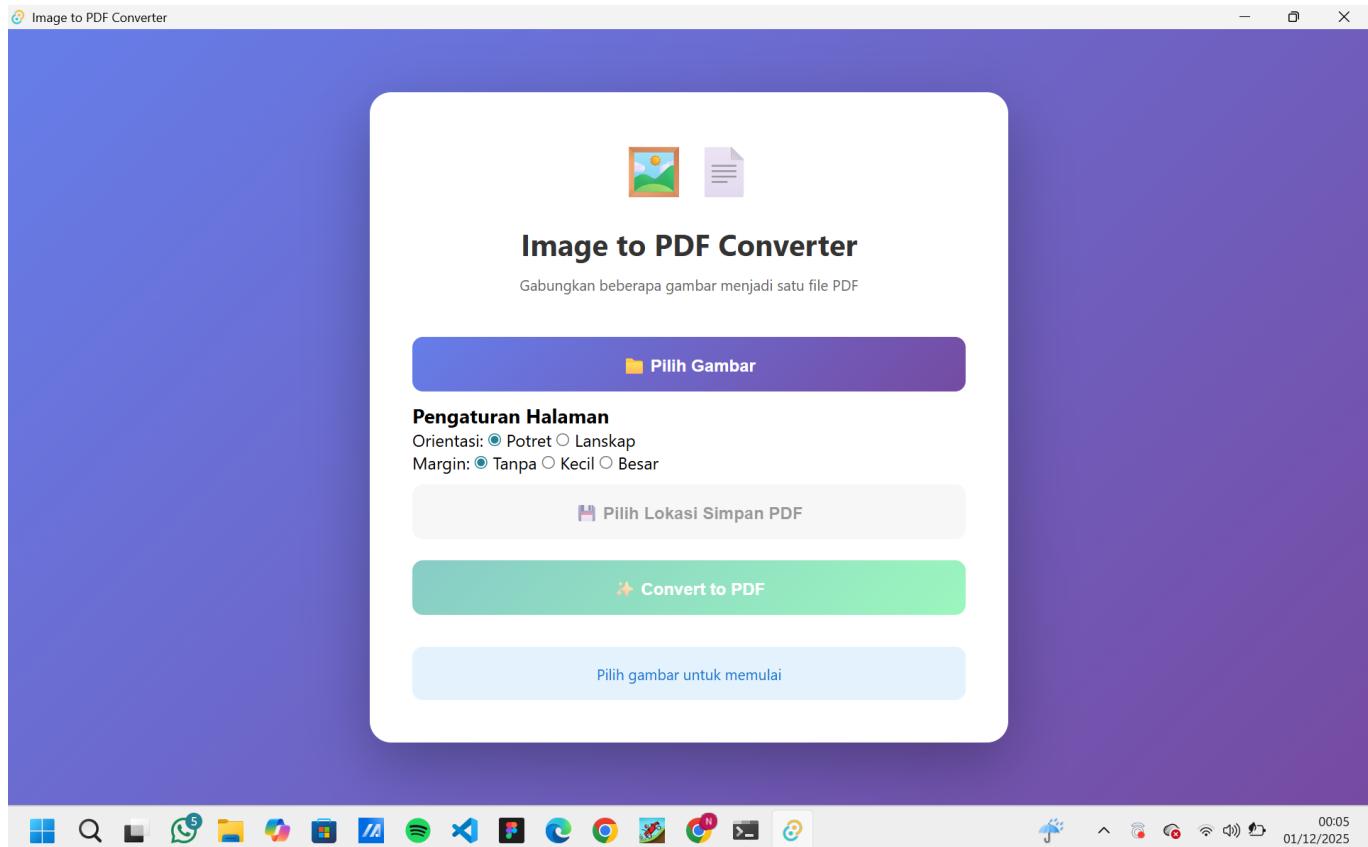
001 use image::DynamicImage;
002
003 /// Load image dari bytes (uploaded file)
004 pub fn load_image_from_bytes(
005     bytes: &[u8],
006 ) -> Result<(Vec<u8>, u32, u32), Box<dyn std::error::Error>> {
007     let img = image::load_from_memory(bytes)?;
008     let rgba = img.to_rgba8();
009     let (width, height) = rgba.dimensions();
010     Ok((rgba.into_raw(), width, height))
011 }
012
013 /// Convert raw image data ke DynamicImage (untuk printpdf)
014 pub fn image_data_to_dynamic_image(data: &[u8], width: u32, height: u32) ->
DynamicImage {
015     DynamicImage::ImageRgba8(
016         image::RgbaImage::from_raw(width, height, data.to_vec())
017             .expect("Failed to create image from raw data"),
018     )
019 }
```

Penjelasan:

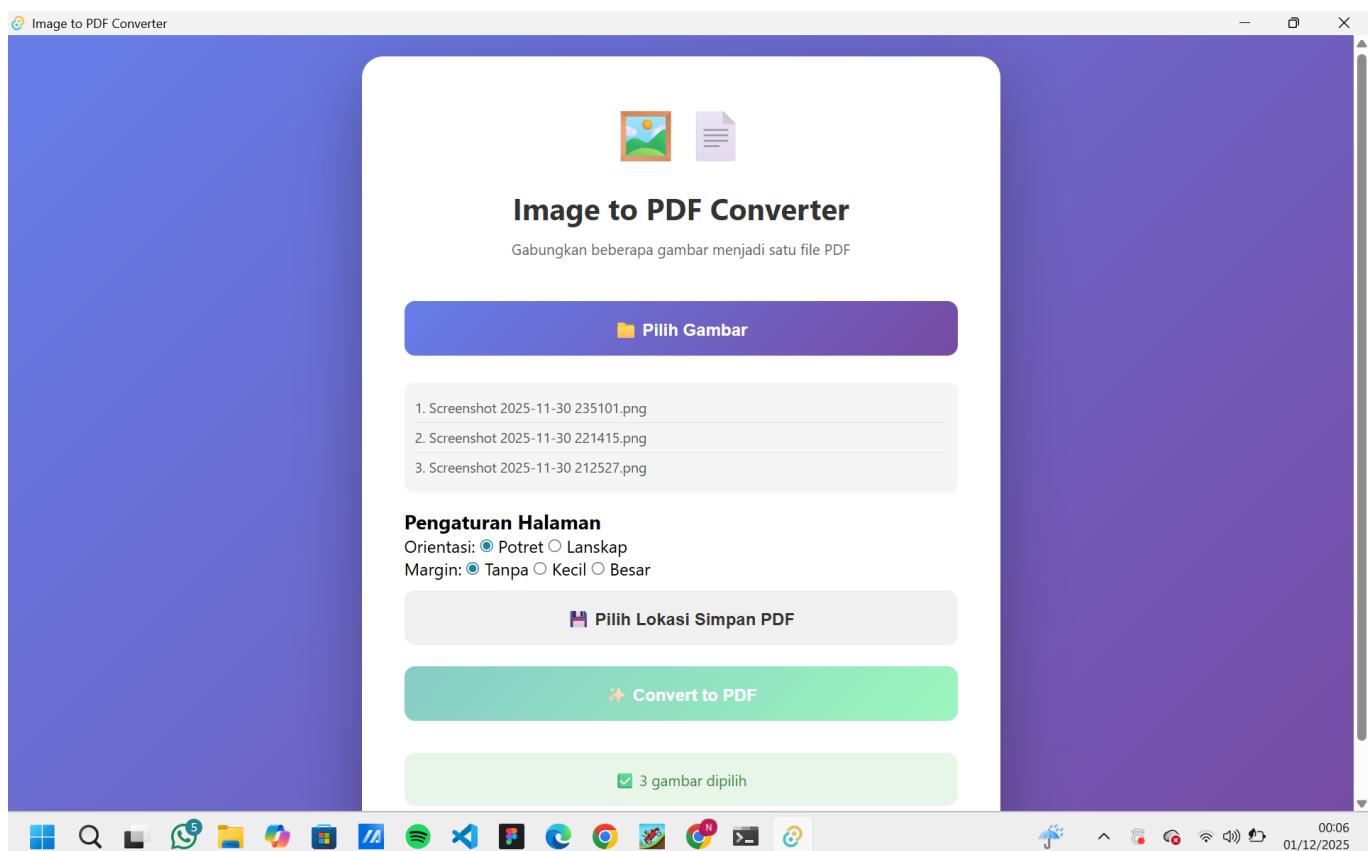
- **Baris 4-6: Pure function signature** - untuk input yang sama, selalu menghasilkan output yang sama
- **Baris 6:** `Result` type untuk **explicit error handling** tanpa exceptions
- **Baris 7: Function composition** - `image::load_from_memory` dipipe dengan `?` operator
- **Baris 8: Immutable transformation** - `img` ditransformasi ke RGBA tanpa mengubah original
- **Baris 9: Destructuring** - mengekstrak width dan height secara deklaratif
- **Baris 10: Tuple return** - mengembalikan data sebagai immutable tuple
- **Baris 14-19: Pure transformation function** - tidak ada side effects, hanya konversi data
- **No shared state** - kedua fungsi bekerja independen tanpa global variables

Screenshot

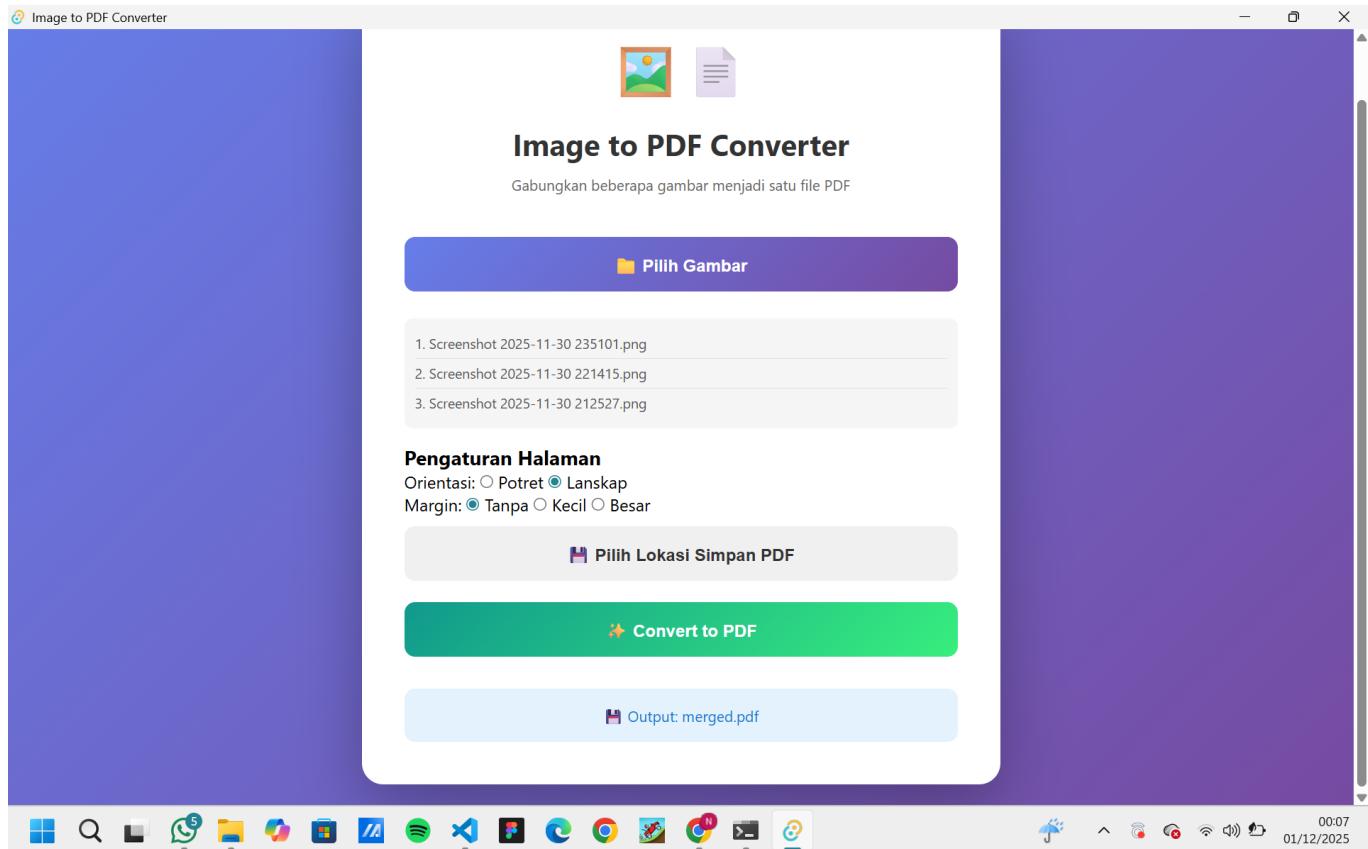
Main Interface



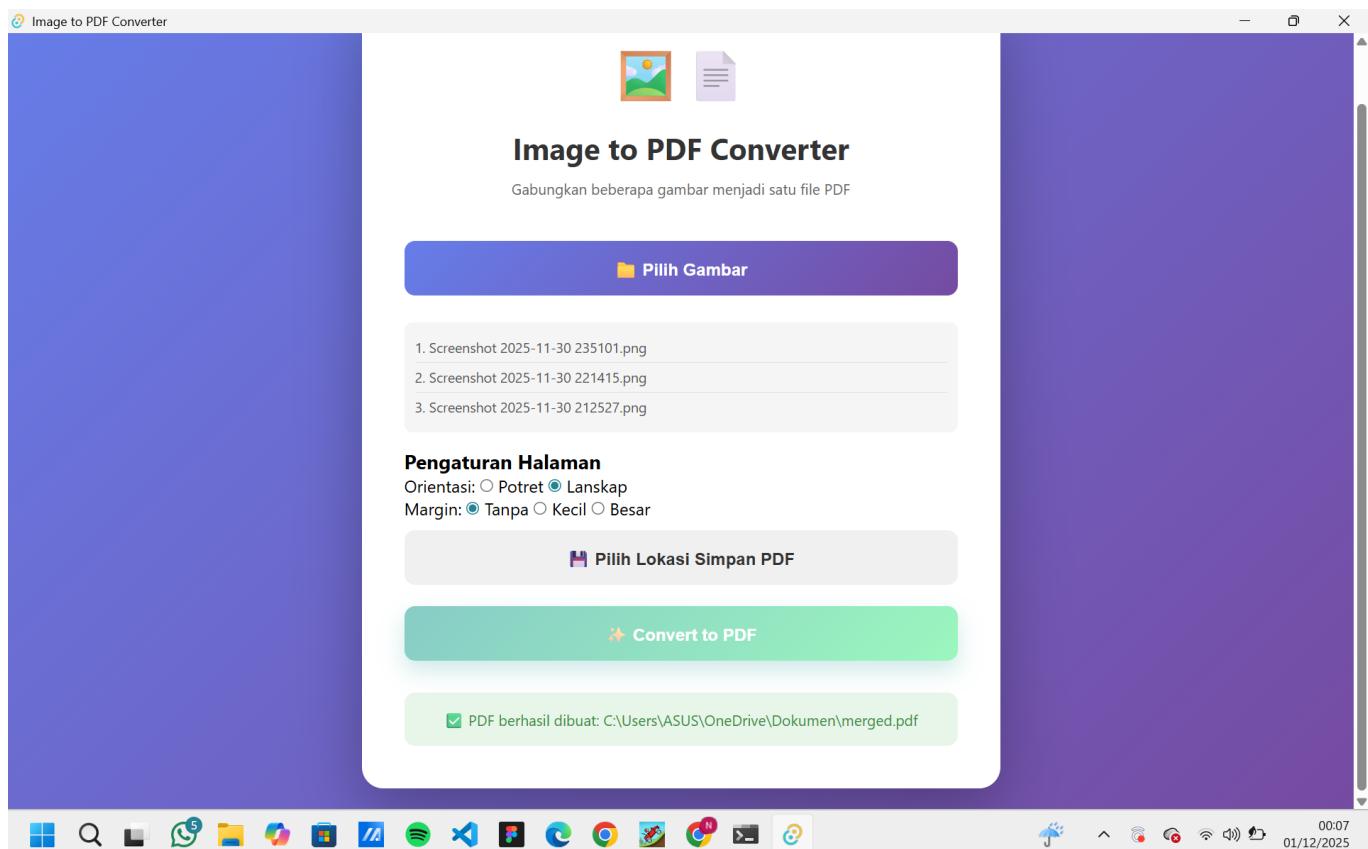
File Selection



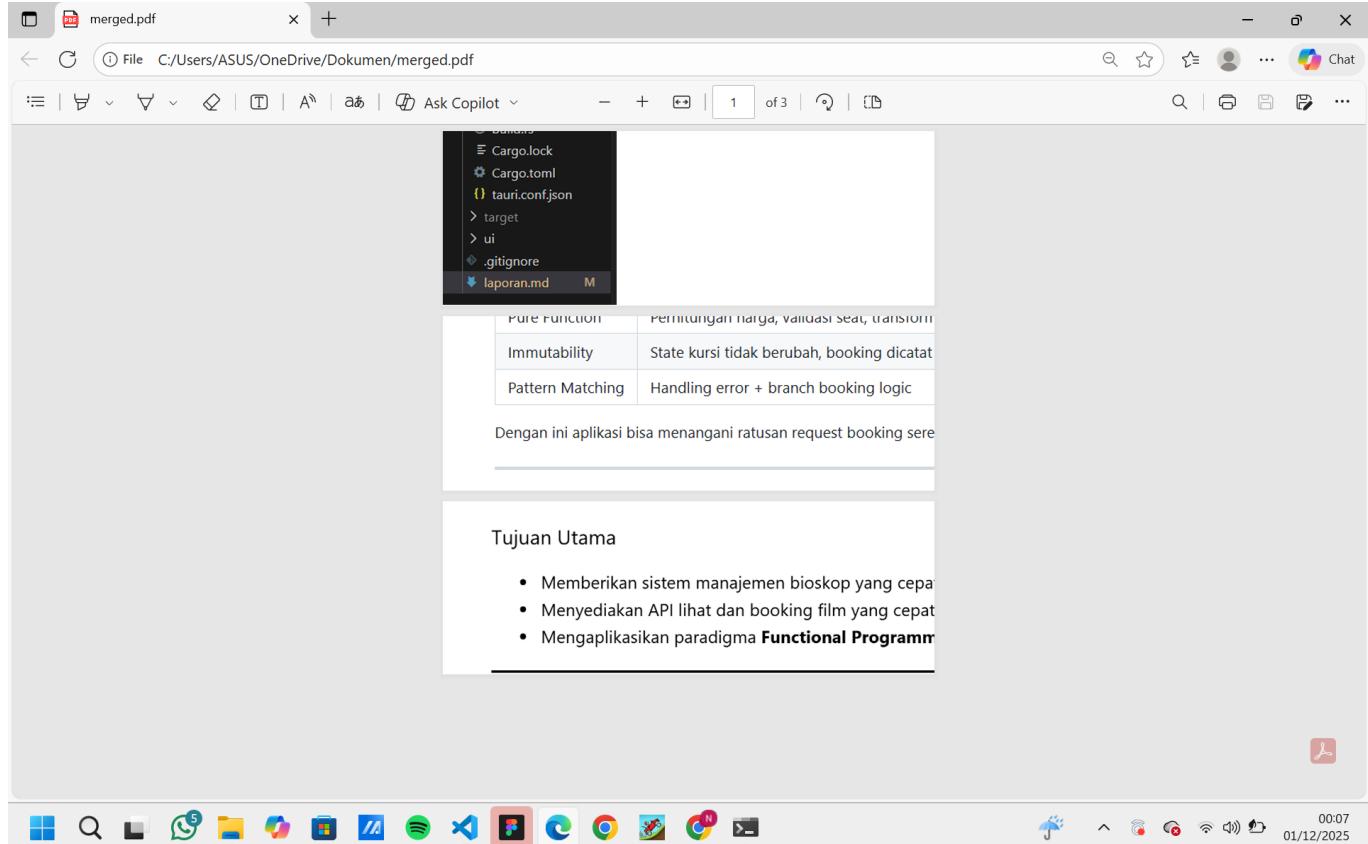
Conversion Process



Output Settings



Generated PDF Result



Conclusion

Proyek **IMG To PDF** ini berhasil mengimplementasikan aplikasi konversi gambar ke PDF menggunakan paradigma functional programming dengan Rust dan Tauri.

- **Functional Programming:** Menerapkan pure functions, pattern matching, dan stateless processing
- **Performance:** Aplikasi ringan dengan memory safety dan proses konversi yang cepat
- **Features:** Mendukung multiple format gambar, opsi orientasi, dan batch conversion