



Penerapan Metode Stable Diffusion Dengan Fine Tuning Untuk Pola Endek Bali

Theresia Hendrawati¹, Dewa Ayu Putri Wulandari², Ni Luh Wiwik Sri Rahayu Ginantra^{3*}

^{1,2,3}Informatika, Fakultas Teknologi dan Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia

¹theresia.hendrawati@instiki.ac.id, ²putri.wulandari@instiki.ac.id, ³wiwik@instiki.ac.id

Abstract

Endek Bali fabric is a cultural heritage of Bali renowned for its traditional decorative motifs, including floral, fauna, patra, and diamond patterns. Although rich in cultural value, artisans often face challenges in creating new designs that align with market trends while preserving cultural authenticity. Artificial Intelligence (AI) technology, particularly text-to-image generation models, offers a solution to this issue by streamlining the design process and enabling the exploration of new motifs. The Stable Diffusion model, introduced by Stability.AI in 2022 and open source, can be utilized to generate Endek Bali patterns through Fine Tuning techniques. Fine Tuning allows the model to be adapted to specific domains, enhancing its performance in generating textile patterns based on textual descriptions. This study aims to apply the Stable Diffusion model and Fine Tuning techniques to create new patterns and motifs. By using this model, it is hoped that innovative designs can be produced while maintaining the authenticity and local cultural values of Bali. The research demonstrates that the Fine-Tuned Stable Diffusion model is effective in creating Endek Bali patterns with high accuracy, as evaluated by Clip Similarity, with the highest scores achieved for Floral Patterns (92.43), followed by Decorative (free-form motifs) Floral (88.77), Decorative (free-form motifs) Geometric (87.94), and Decorative (free-form motifs) (85.79). These findings indicate the model's flexibility and effectiveness in producing intricate textile designs, enabling designers and artisans to generate complex and innovative patterns solely from textual descriptions while preserving Bali's cultural values.

Keywords: Endek Bali, Fine Tuning, Stable Diffusion

Abstrak

Kain Endek Bali adalah warisan budaya Bali yang terkenal dengan motif hias tradisionalnya, termasuk pola flora, fauna, patra, dan wajik. Meskipun kaya akan nilai budaya, pengrajin sering menghadapi tantangan dalam menciptakan desain baru yang sesuai dengan tren pasar tanpa mengabaikan keaslian budaya. Teknologi kecerdasan buatan (AI), khususnya model *text-to-image generation*, menawarkan solusi untuk masalah ini dengan mempermudah proses desain dan memungkinkan eksplorasi motif baru. Model *Stable Diffusion*, yang diperkenalkan oleh *Stability.AI* pada tahun 2022 dan bersifat *open source*, dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan pola Endek Bali dengan teknik *Fine Tuning*. *Fine Tuning* memungkinkan penyesuaian model untuk domain spesifik, meningkatkan kinerja dalam menghasilkan pola tekstil sesuai dengan deskripsi teks. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model *Stable Diffusion* dan teknik *Fine Tuning* dalam menciptakan pola dan motif baru. Dengan menggunakan model ini, diharapkan dapat memproduksi desain yang inovatif namun tetap memperhatikan keaslian dan nilai budaya lokal Bali. Penelitian ini menunjukkan bahwa model *Stable Diffusion* yang di *Fine Tuning* efektif dalam menciptakan pola Endek Bali dengan akurasi tinggi, dengan evaluasi *Clip Similarity* menunjukkan skor terbaik pada Pola Flora (92,43), diikuti oleh Pola Dekoratif (ragam hias bebas) Flora (88,77), Pola Dekoratif (ragam hias bebas) Geometris (87,94), dan Pola Dekoratif (ragam hias bebas) (85,79). Temuan ini menunjukkan fleksibilitas dan efektivitas model dalam pembuatan desain tekstil yang rumit, memungkinkan desainer dan pengrajin untuk menghasilkan pola yang kompleks dan inovatif hanya dari deskripsi teks, sambil tetap mempertahankan nilai budaya Bali.

Kata kunci: Endek Bali, *Fine Tuning*, *Stable Diffusion*

1. Pendahuluan

Budaya Bali adalah warisan yang mencakup berbagai aspek kehidupan seperti seni, agama, dan tradisi. Warisan budaya Bali yang saat ini masih diminati

wisatawan baik domestik hingga mancanegara adalah kain Endek Bali [1]. Kain Endek Bali telah dicatat sebagai Kekayaan Intelektual Komunal Ekspresi Budaya Tradisional dengan Nomor Inventarisasi

EBT.12.2020.0000085 oleh Direktorat Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan HAM tanggal 22 Desember 2020 [2]. Kain Endek Bali merupakan kain tenun ikat tradisional dari Bali yang memiliki motif hias yang indah dan rumit. Endek Bali memiliki beragam pola yang bervariasi, seperti flora, fauna, patra, dan wajik. Setiap jenis pola memiliki ciri khasnya sendiri, seperti flora yang menggambarkan berbagai tumbuhan, fauna yang menggambarkan binatang, patra yang menggambarkan ragam hiasan seperti rerambatan, karang goak, dan karang boma, serta wajik yang ditampilkan dalam bentuk segi empat terbalik [3]. Seiring dengan perkembangan zaman, motif Endek Bali mengalami perkembangan yang signifikan dan mengikuti permintaan pasar [1]. Pengrajin sering menghadapi kesulitan dalam menciptakan desain baru yang sesuai dengan tren pasar yang berkembang, terutama dalam proses perancangan desain [4]. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya jumlah produk pakaian dengan motif Endek Bali yang lebih modern tetapi tidak dibuat oleh pengrajin asli Bali dan sering kali tidak didasarkan pada nilai-nilai budaya lokal Bali [5].

Di tengah tantangan yang dihadapi, kehadiran teknologi kecerdasan buatan (*AI*) telah menawarkan perubahan signifikan di berbagai bidang [6]. Pada bidang desain dan seni, *AI* berperan sebagai alat bantu bagi ilustrator, animator, dan desainer grafis untuk menemukan inspirasi baru [7]. Pemanfaatan *AI* dalam industri tekstil khususnya pada kain Endek Bali, dapat digunakan untuk mempercepat proses desain dan membuka peluang eksplorasi motif dan pola baru pada kain Endek Bali. *AI* dapat dimanfaatkan dengan menggunakan model *text-to-image generation*. Model ini berfokus mengonversi deskripsi manusia, melalui kata kunci, menjadi konsep ilustrasi visual dengan makna semantik yang sama [8].

Terdapat banyak model untuk *text-to-image generation*, seperti *DALL-E2* dari *Open AI* dan *Imagen* dari *Google*. Namun, model-model tersebut tidak dapat diakses secara bebas karena tidak bersifat *open source*. Salah satu model dari *Stability AI* yang diperkenalkan pada tahun 2022 dan dapat diakses bebas atau *open source* adalah *Stable Diffusion* [9]. Model ini dapat dimanfaatkan untuk membuat model *teks-to-image generation* yang khusus untuk kain Endek Bali dengan melakukan teknik *Fine Tuning*. *Fine Tuning* adalah teknik yang digunakan untuk mengadaptasi model yang sudah ada ke dalam konteks atau domain yang lebih khusus, sehingga dapat meningkatkan kinerja model dalam tugas-tugas yang lebih spesifik [10].

Dalam konteks ini, *Fine Tuning* digunakan dengan memanfaatkan model *Stable Diffusion* dalam menciptakan pola dan motif baru untuk kain Endek Bali. Adapun penelitian sebelumnya yang melakukan implementasi teknik *Fine Tuning* pada *Diffusion Model* dengan menggunakan dataset khusus yang disesuaikan

dengan pola tekstil. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa teknik *Fine Tuning* pada *Diffusion Model* efektif dalam menciptakan pola tekstil berdasarkan panduan teks [11]. Selanjutnya penelitian dengan mengusulkan sebuah sistem menggunakan model *Stable Diffusion AI* untuk menghasilkan gambar wajah berdasarkan deskripsi teks, hasil penelitian ini menunjukan bahwa model *Stable Diffusion AI* terbukti akurat dalam menghasilkan gambar wajah berkualitas tinggi dan beragam berdasarkan deskripsi [12].

Penelitian selanjutnya melakukan perbandingan kuantitatif antara tiga model yaitu *Stable Diffusion*, *Midjourney*, dan *DALL-E 2* dalam kemampuannya menghasilkan wajah foto realistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Midjourney* mendapatkan skor *Fréchet Inception Distance (FID)* yang tertinggi, kemudian *DALL-E 2* dan model *Stable Diffusion* mendapatkan skor *FID* terendah. Hal ini mengartikan bahwa model *Midjourney* dengan skor *FID* yang tertinggi mampu menghasilkan wajah yang lebih baik daripada dua model lainnya [13]. Dan penelitian lainnya mengusulkan metode generasi gambar fasad bangunan berbasis teks yang dikombinasikan dengan beberapa jaringan. Menggunakan *Fine Tuning* model *Stable Diffusion* dengan dataset *CMP Facades* melalui pendekatan *LoRA (Low-Rank Adaptation)* dan menerapkan *ControlNet* untuk mengontrol output. Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa *Fine Tuning* dengan *LoRA* mengurangi konsumsi daya komputasi, menghemat waktu, dan memungkinkan integrasi semantik berbagai gaya secara fleksibel [14].

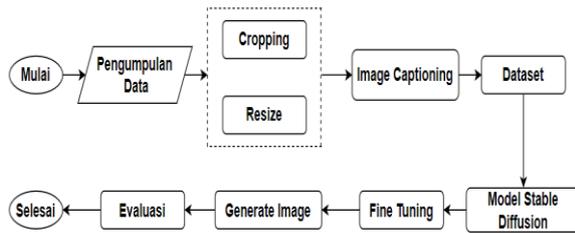
Untuk mengatasi tantangan dalam desain kain Endek Bali, penting dilakukan pengembangan model *text-to-image generation* yang spesifik untuk kain tersebut. Dengan melakukan Pengembangan model menggunakan model *Stable Diffusion* dan teknik *Fine Tuning* diharapkan dapat membantu UMKM kain Endek Bali dan para desainer dalam menciptakan pola serta motif baru yang sesuai, sambil tetap memperhatikan keaslian dan nilai budaya lokal Bali.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan dalam pelaksanaan proses penelitian, yang bertujuan agar proses analisis dan pembuatan kesimpulan dari hasil penelitian, berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan dapat dilakukan lebih mudah. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data yang kemudian diproses melalui *pre-processing* seperti *cropping* dan *resize*. Data ini digunakan untuk membentuk dataset yang dipakai dalam pelatihan model difusi dasar. Selanjutnya, dilakukan *image captioning* untuk menambahkan deskripsi teks pada gambar dan diikuti dengan *fine tuning* model. Model

yang telah dihasilkan kemudian digunakan untuk generasi gambar, dan hasilnya dievaluasi untuk menilai kualitas model terhadap dataset yang telah disiapkan



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, pengumpulan data berupa gambar-gambar kain Endek Bali dilakukan melalui toko-toko penjual kain dan platform *Google* dengan menitikberatkan pada gambar kain Endek Bali. Sebagai mesin pencari terkemuka, *Google* menyediakan akses ke berbagai sumber visual yang mencakup seni dan budaya tradisional, termasuk kain Endek Bali. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci yang relevan untuk memastikan kelengkapan dan keakuratan data.

2.2. Pre-Processing

Pre-processing adalah tahap dalam proses pengolahan data yang melibatkan transformasi atau pemrosesan awal data mentah sebelum data tersebut digunakan untuk analisis lebih lanjut, pelatihan model, atau aplikasi lain dalam pembelajaran mesin dan ilmu data. Tujuan dari penerapan *pre-processing* adalah untuk mempersiapkan data dalam bentuk yang lebih bersih, konsisten, dan cocok untuk digunakan oleh algoritma atau model [15].

Cropping adalah proses memotong atau menghilangkan bagian tertentu pada gambar. Tujuan dari proses ini yaitu untuk memfokuskan pada area spesifik gambar dan menghilangkan bagian-bagian yang tidak relevan pada gambar.

Resize adalah proses mengubah ukuran keseluruhan gambar, baik memperbesar atau memperkecil, tanpa memotong bagian mana pun dari gambar asli. Tujuan dari proses ini yaitu mengubah resolusi gambar untuk menyesuaikan dengan persyaratan tertentu.

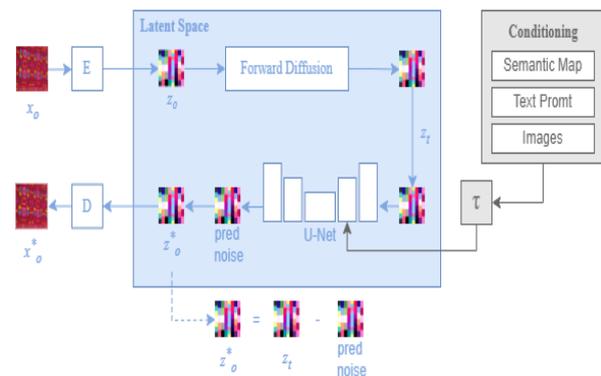
2.3. Image Captioning

Image Captioning adalah proses pemberian deskripsi teks yang bermakna dan jelas berdasarkan konten dari sebuah gambar. Tujuan yaitu untuk membuat sistem dapat memahami dan menjelaskan konten visual dalam gambar dengan cara yang mirip dengan bagaimana manusia akan mendeskripsikan gambar tersebut.

2.4. Model Stable Diffusion

Salah satu keluarga *Diffusion Model* yang paling populer adalah *Stable Diffusion*. Diluncurkan pada tahun 2022 oleh *Stability.AI*, model ini dirancang untuk menghasilkan gambar dari teks. Model ini baik digunakan dalam mode lokal maupun di *cloud* melalui alat kolaboratif seperti *Google Colab* [16] *Stable Diffusion* menggunakan *CLIP* untuk mengonversi deskripsi teks menjadi vektor ke dalam ruang, dimana teks dan gambar saling berkaitan [17].

Pada proses ini, model *Stable Diffusion* yang digunakan adalah versi *stable-diffusion-v1-5*. Model versi ini memiliki 1,3 miliar *parameter*. Yang terdiri dari *Text Encoder* dengan 340 juta *parameter*, *U-Net* 865 juta *parameter*, dan *VAE Decoder* 83 juta *parameter*. Model ini memiliki ukuran sebesar 1 *Gigabyte*.



Gambar 2. Arsitektur *Stable Diffusion* pada tahap pelatihan

Tahapan arsitektur *Stable Diffusion* dalam Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

Input Gambar: Data gambar Kain Endek Bali dari dataset yang berukuran 512×512 *pixels* sebagai data masukan (x_0).

Encoder (E): Gambar (x_0) dimasukkan ke dalam *Encoder* (E). *Encoder* (E) mengubah gambar menjadi representasi vektor laten (z_0). Representasi vektor laten (z_0) yang dihasilkan oleh *Encoder* (E) masuk ke dalam *Latent Space*.

Forward Diffusion: Representasi vektor laten (z_0) yang berada di *Latent Space* mengalami proses *Forward Diffusion*, yaitu proses menambahkan *noise* ke dalam gambar secara bertahap untuk menghasilkan (z_t).

Conditioning: Sebelum melakukan tahapan *denoising*, berbagai jenis informasi tambahan seperti peta semantik, teks *prompt*, dan gambar lain dikombinasikan didalam parameter (τ) dan digunakan untuk membimbing proses *denoising*.

U-Net: *U-Net* digunakan untuk proses *denoising*. *U-Net* menerima (z_t) sebagai input bersama dengan parameter (τ). *U-Net* memproses dan menghasilkan prediksi *noise* (*pred noise*), yaitu perkiraan *noise* yang

ada dalam (z_t). *Noise* ini adalah hasil dari proses *Forward Diffusion* yang dilakukan sebelumnya.

Prediksi dan Rekonstruksi: Setelah prediksi *noise* (*pred noise*) didapat dari *U-Net*. Selanjutnya dilakukan proses rekonstruksi representasi vektor laten agar menjadi lebih bersih dengan cara melakukan pengurangan prediksi *noise*.

Decoder (D): Representasi vektor laten yang lebih bersih (z^*_0), kemudian masuk ke dalam *Decoder* (D), mengubahnya kembali menjadi gambar dalam domain asli (x^*_0) yang mirip dengan data masukan (x_0).

2.5. Fine Tuning

Fine Tuning adalah proses penyesuaian ulang parameter-parameter model yang telah dilatih sebelumnya dengan menggunakan data baru [18]. *Fine Tuning* dilakukan dengan menggunakan data yang lebih spesifik dan terbatas daripada data pelatihan awal, sehingga mempercepat proses dan mengurangi konsumsi sumber daya [19]. Pada tahap ini, model *Stable Diffusion* versi *stable-diffusion-v1-5* digunakan untuk melatih dataset yang berisi gambar kain Endek Bali. *Fine Tuning* ini bertujuan untuk mengadaptasi model agar dapat mengenali dan menghasilkan gambar kain Endek Bali. Pada proses ini *hyperparameter* yang diatur adalah sebagai berikut :

Learning Rate: Mengatur seberapa cepat model belajar dari data. *Learning rate* yang tepat untuk mencegah *overfitting* dan memastikan model mencapai performa optimal dengan baik.

Batch Size: Jumlah sampel yang diproses dalam satu iterasi. *Batch size* yang optimal menyeimbangkan antara stabilitas *training* dan efisiensi memori.

Max Train Steps: Jumlah maksimal iterasi *training*. Menentukan durasi *training* untuk mencegah *overfitting* atau *underfitting*.

2.6. Generate Images

Generate Images adalah proses menggunakan model yang telah di *Fine Tuning* untuk menghasilkan gambar-gambar baru dari kain Endek Bali seperti terlihat pada Gambar 3. Proses ini menguji kemampuan model dalam menghasilkan gambar yang realistis dan sesuai dengan data pelatihan.

Tahapan arsitektur *Stable Diffusion* dalam Gambar 3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

Text Prompt: Proses memasukan *text prompt* yang berfungsi sebagai kondisi untuk memberikan petunjuk dalam *generate image* yang ingin dihasilkan.

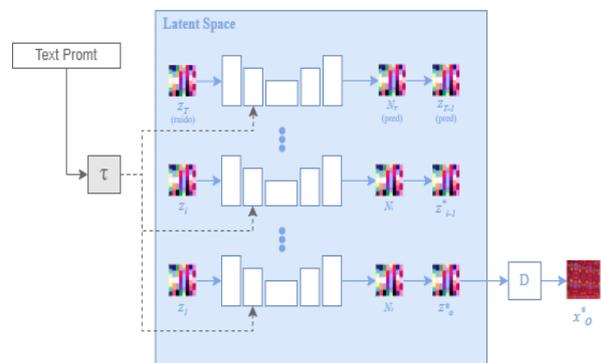
Parameter (τ): *Text prompt* diintegrasikan ke dalam parameter (τ) dan masuk kedalam *U-Net*. Lalu akan digunakan untuk membimbing proses *denoising*.

Inisialisasi dengan *Noise* (z_T): Proses pengambilan sampel dimulai dengan menghasilkan *noise* acak (z_T). *Noise* acak yang dihasilkan di awal proses sampling memiliki jumlah dimensi yang sama dengan *Latent Space*.

Proses *Denoising* bertahap: Proses *Denoising* dilakukan secara bertahap menggunakan *U-Net*, dimulai dengan *U-Net* menggunakan parameter (τ) sebagai masukan untuk memprediksi dan menghilangkan bagian dari *noise* yang ada dalam (z_T). Prediksi *noise* yang dihasilkan *U-Net* disebut dengan (N_T). Selanjutnya prediksi *noise* (N_T) akan melalui proses rekonstruksi yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan *noise* pada (N_T), sehingga menjadi *noise* yang lebih bersih (z^*_{T-1}). *Noise* yang lebih bersih (z^*_{T-1}), kemudian menjadi masukan untuk tahap *denoising* berikutnya, dimana proses yang sama diulang hingga mencapai *noise* yang bersih dan sesuai dengan masukan *Text prompt* (z^*_0).

Decoder (D): Setelah proses *denoising* selesai, *noise* yang bersih (z^*_0) dimasukkan ke dalam *Decoder* (D). *Decoder* (D) mengubah (z^*_0) menjadi gambar akhir (x^*_0).

Output Gambar (x^*_0): Hasil akhirnya adalah gambar (x^*_0) yang sesuai dengan *Text prompt* yang diberikan di awal. Gambar ini merupakan interpretasi visual berdasarkan masukan *Text prompt* dan proses *denoising* bertahap yang dilakukan.



Gambar 3. Arsitektur *Stable Diffusion* pada tahap *Generate Images*

2.7. Evaluasi

Evaluasi adalah proses untuk menilai kinerja model berdasarkan kualitas gambar yang dihasilkan serta kesesuaiannya dengan deskripsi yang diberikan. Metrik evaluasi yang digunakan adalah *Similarity*. *Similarity*, atau relevansi, diukur dengan membandingkan dua vektor, yaitu vektor kueri dan vektor dokumen.

Skor similaritas dihitung berdasarkan seberapa besar kemiripan antara kueri dan dokumen tersebut, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan relevansi yang lebih besar antara keduanya. Ukuran *Similarity* ini digunakan untuk menentukan tingkat kemiripan antara titik data dan untuk mengukur kesamaan antara

himpunan berdasarkan irisan di antara keduanya. Selain itu, ukuran *Similarity* berfungsi sebagai alat evaluasi tingkat kesamaan antara pasangan objek teks [20].

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model *Stable Diffusion* dan teknik *Fine Tuning* dalam menciptakan pola dan motif baru. Dengan menggunakan model ini, diharapkan dapat memproduksi desain yang inovatif namun tetap memperhatikan keaslian dan nilai budaya lokal Bali. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mendukung pengembangan desain kain yang sesuai dengan tradisi dan kebutuhan pasar, sekaligus mempromosikan keberagaman budaya Bali.

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui platform *Google* dan toko-toko penjual kain Endek Bali, dengan menitikberatkan pada gambar-gambar kain Endek Bali. Sebanyak 910 gambar kain Endek Bali dengan 140 Pola Geometris, 280 Pola Flora dan 490 Pola Dekoratif (ragam hias bebas) (ragam hias bebas) yang ditemukan melalui pencarian di *Google* serta difoto langsung di toko-toko penjual kain.

Pencarian gambar dilakukan dengan menggunakan kata kunci yang relevan, untuk memastikan kelengkapan dan keakuratan data, dimulai pada tanggal 20 Mei 2024. Gambar yang diperoleh mencakup berbagai jenis kain Endek Bali, yang kemudian dikelompokkan menjadi tiga ragam hias, yaitu flora, geometris, dan Dekoratif (ragam hias bebas).

3.2. Pre-Processing

Pre-processing adalah tahap awal dalam pengolahan data yang bertujuan untuk membersihkan dan mempersiapkan data mentah sebelum digunakan dalam analisis atau pelatihan model. Tujuannya adalah agar data lebih konsisten dan siap digunakan oleh algoritma atau model pembelajaran mesin. Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan *Pre-Processing* yang dilakukan.

Cropping: Langkah pertama dalam proses *Pre-Processing* adalah melakukan pemotongan gambar seperti terlihat pada Gambar 4. Tahap ini penting karena bertujuan untuk menghilangkan latar belakang atau detail lain yang tidak diperlukan pada gambar kain Endek Bali. Dengan pemotongan gambar, dapat memastikan fokus tetap tertuju pada bagian kain yang penting dan relevan. Hal ini terutama berlaku pada pola dan motif khas yang rumit, yang merupakan ciri utama dari kain Endek Bali. Sehingga, gambar yang dihasilkan menjadi lebih jelas.



Gambar 4. *Cropping* Gambar

Resize: Setelah pemotongan gambar seperti terlihat pada Gambar 5, langkah berikutnya adalah mengubah ukuran gambar. Gambar-gambar yang diperoleh dari berbagai sumber memiliki ukuran dan resolusi yang berbeda-beda, yang dapat menyebabkan inkonsistensi saat dimasukkan ke dalam model. Oleh karena itu, semua gambar disesuaikan ke dimensi standar 512x512 *pixels* untuk memastikan keseragaman. Ukuran spesifik ini dipilih karena sesuai dengan ukuran masukan yang dibutuhkan oleh arsitektur model.



Gambar 5. *Resize* Gambar

3.3. Image Captioning

Pada tahap ini, setiap gambar kain Endek Bali dalam dataset diberikan deskripsi atau caption manual seperti terlihat pada Tabel 1. Langkah ini penting karena memberikan konteks dan makna semantik yang lebih dalam pada data visual, sehingga memfasilitasi pemahaman yang lebih baik oleh manusia dan secara signifikan meningkatkan kemampuan interpretasi model. Keterangan tersebut membantu dalam mengidentifikasi atribut utama kain Endek, seperti mengklasifikasikan motif sebagai desain flora, geometris, dan Dekoratif (ragam hias bebas). Ini membantu dalam memahami lebih dalam ciri khas dari setiap motif kain Endek Bali.

Tabel 1. *Image Captioning*

| Keterangan | Gambar Kain Endek |
|--|-------------------|
| Pola Dekoratif (ragam hias bebas) pada kain Endek Bali | |

| Keterangan | Gambar Kain Endek |
|-------------------------------------|---|
| Pola Flora pada kain Endek Bali |  |
| Pola Geometris pada kain Endek Bali |  |

3.4. Model Stable Diffusion

Untuk memastikan kinerja model optimal selama proses pelatihan, penelitian ini menggunakan *Stable Diffusion v1.5* dan *GPU A100*. Parameter pelatihan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Pelatihan Model *Stable Diffusion*

| Parameter Pelatihan Model | |
|-----------------------------|----------|
| mixed_precision | fp16 |
| resolution | 512 |
| train_batch_size | 1 |
| gradient_accumulation_steps | 4 |
| gradient_checkpointing | True |
| max_train_steps | 10000 |
| learning_rate | 1e-05 |
| max_grad_norm | 1 |
| lr_scheduler | constant |
| lr_warmup_steps | 0 |

3.5. Fine Tuning

Parameter pelatihan model menggunakan *Fine Tuning* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Pelatihan Model *Fine Tuning*

| Parameter Pelatihan Model | |
|-----------------------------|----------|
| mixed_precision | fp16 |
| resolution | 512 |
| train_batch_size | 4 |
| gradient_accumulation_steps | 4 |
| gradient_checkpointing | True |
| max_train_steps | 10000 |
| learning_rate | 1e-05 |
| max_grad_norm | 1 |
| lr_scheduler | constant |
| lr_warmup_steps | 0 |

3.6. Generate Images

Tabel 4 merupakan perbandingan gambar asli dari kain Endek Bali dengan gambar yang dihasilkan oleh model *Stable Diffusion* yang telah di *Fine Tuning*, beserta skor *Clip Similarity* yang menunjukkan tingkat kesamaan antara gambar yang dihasilkan dengan gambar aslinya. Semakin tinggi skor yang diperoleh, maka semakin mirip gambar yang dihasilkan dengan gambar aslinya. Dengan menggunakan *Prompt* seperti contoh pada Gambar 6.

```
prompt = "Decorative Flora pattern of Endek Bali textile"
num_images = 10
images = []
for i in range(num_images):
    image = pipet(prompt, num_inference_steps=50, guidance_scale=10.5).images[0]
    images.append(image)
    image.save(f"/content/fauna/generated_{i+1}.png")
```

Gambar 6. *Generate* Gambar Endek Bali

Tabel 4. *Generate Image*

| Keterangan | Gambar Asli | <i>Generate Image with Stable Diffusion</i> | <i>Clip Similarity</i> |
|--|--|---|------------------------|
| Pola Dekoratif (ragam hias bebas) Geometris pada kain Endek Bali |  |  | 87,94 |
| Pola Dekoratif (ragam hias bebas) Flora pada kain Endek Bali |  |  | 88,77 |
| Pola Dekoratif (ragam hias bebas) pada kain Endek Bali |  |  | 85,79 |
| Pola Flora pada kain Endek Bali |  |  | 92,43 |

3.7. Evaluasi

Evaluasi adalah proses untuk menilai performa model berdasarkan gambar yang dihasilkan dan kesesuaiannya dengan deskripsi yang diinginkan. Metrik evaluasi yang digunakan adalah *Similarity*. Pada tahap ini, memanfaatkan *Cosine Similarity* yang dihitung oleh model *CLIP* untuk mengevaluasi tingkat kemiripan

antara gambar asli kain Endek Bali dengan gambar yang dihasilkan. Rumus 1 adalah rumus *Similarity* yang digunakan pada penelitian ini.

$$\text{Similarity}(x, y) = \cos(\theta) = \frac{x \cdot y}{\|x\| \|y\|} \quad (1)$$

x merupakan representasi vektor dari gambar pertama, kemudian y merupakan representasi vektor dari gambar kedua. Dengan $\|x\|$ merupakan norma vektor dari gambar pertama, dan $\|y\|$ merupakan norma vektor dari gambar kedua.

4. Kesimpulan

Model *Stable Diffusion* dan *Fine Tuning* yang digunakan dalam penelitian ini terbukti sangat efektif dalam membuat gambar tekstil Endek Bali. Berdasarkan evaluasi menggunakan *Clip Similarity*, performa terbaik dicapai pada Pola Flora dengan skor 92.43, kemudian Pola Dekoratif (ragam hias bebas) Flora dengan skor 88.77, Pola Dekoratif (ragam hias bebas) Geometris dengan skor 87.94, dan Pola Dekoratif (ragam hias bebas) dengan skor 85.79. Hal ini menunjukkan bahwa model sangat baik dalam menciptakan pola-pola yang sesuai dengan yang diinginkan. Model ini memiliki fleksibilitas dan kemampuan adaptasi yang sangat baik, yang menjadikannya alat yang sangat berguna dalam pembuatan citra tekstil. Dengan menggunakan teknologi ini, desainer dan perajin dapat membuat pola Endek Bali yang rumit hanya dari deskripsi teks dan mengeksplorasi ide-ide kreatif yang sulit diwujudkan secara manual.

Daftar Rujukan

- [1] G. Ayu, M. Dewi, W. Ardika, and N. Sunarta, "KREASI IKAT ENDEK SEBAGAI PRODUK PENUNJANG PARIWISATA BALI," 2019.
- [2] D. W. Kariodimedjo, B. C. Rotua, and M. J. Jordi, "Pelindungan Dan Pemajuan Pengetahuan Tradisional Dan Ekspresi Budaya Tradisional Indonesia : Penggunaan Tenun Endek Bali Oleh Christian Dior," *Jurnal IUS Kajian Hukum dan Keadilan*, vol. 10, no. 1, pp. 78–97, Apr. 2022, doi: 10.29303/ius.v10i1.1002.
- [3] N. M. Ariani, "PENGEMBANGAN KAIN ENDEK SEBAGAI PRODUK PENUNJANG PARIWISATA BUDAYA DI BALI," *Jurnal Ilmiah Hospitality Management*, vol. 9, no. 2, pp. 146–159, Jun. 2019, doi: 10.22334/jihm.v9i2.154.
- [4] N. Dewi Pebryani, P. Manik Prihatini, and T. C. Istri Ratna, "PENGUATAN DAN PEMAJUAN PEMBELAJARAN MOTIF TENUN ENDEK BALI."
- [5] N. K. Widyawati, "PERKEMBANGAN MOTIF KAIN TENUN ENDEK BERBASIS BUDAYA BALI PADA

- [6] PERTENUNAN IKAT WISNU MURTI DI DESA KERAMAS, BLAHBATUH, GIANYAR," Oct. 2023.
- [7] E. Suryokta, W. Taruklimbong, and H. Sihotang, "Peluang dan Tantangan Penggunaan AI (Artificial Intelligence) dalam Pembelajaran Kimia."
- [8] M. Muhaemin, "Analisis Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) sebagai Referensi dalam Desain Komunikasi Visual," *Jurnal SASAK : Desain Visual dan Komunikasi*, vol. 5, no. 1, pp. 71–80, Jun. 2023, doi: 10.30812/sasak.v5i1.2966.
- [9] E. Yıldırım, "Text-to-Image Artificial Intelligence in a Basic Design Studio: Spatialization From Novel," 2022. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/366920915>
- [10] T. Zhang, Z. Wang, J. Huang, M. M. Tasnim, and W. Shi, "A Survey of Diffusion Based Image Generation Models: Issues and Their Solutions," Aug. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2308.13142>
- [11] O. Ovadia, M. Brief, M. Mishaeli, and O. Elisha, "Fine-Tuning or Retrieval? Comparing Knowledge Injection in LLMs," Dec. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2312.05934>
- [12] H. Faruk Karagoz, G. Baykal, I. Arikani Eksi, and G. Unal, "International Textile & Fashion Congress Innovative textiles and fashion trends tackling global challenges Textile Pattern Generation Using Diffusion Models."
- [13] S. M. G. S, M. Reni, M. M, and R. M. S, "IMAGE GENERATION WITH STABLE DIFFUSION AI," *IJARCCCE*, vol. 12, no. 5, Apr. 2023, doi: 10.17148/ijarccce.2023.125106.
- [14] A. Borji, "Generated Faces in the Wild: Quantitative Comparison of Stable Diffusion, Midjourney and DALL-E 2," Oct. 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2210.00586>
- [15] H. Ma and H. Zheng, "Text Semantics to Image Generation: A Method of Building Facades Design Base on Stable Diffusion Model," in *Computational Design and Robotic Fabrication*, vol. Part F2072, Springer, 2024, pp. 24–34. doi: 10.1007/978-981-99-8405-3_3.
- [16] A. M. Simarmata, A. Zizwan Putra, and A. Mahmud Husein, "Penerapan Metode Computer Vision Dalam Klasifikasi Buah Jeruk Menggunakan Teknik Image Pre-Processing," vol. 3, no. 2, doi: 10.47709/dsi.v3i2.4010.
- [17] A. Colmenero-Fernandez, "Exploring historical conceptualization of AI Stable Diffusion Model with prompt engineering techniques," 2023, doi: 10.22541/au.167907565.50467808/v1.
- [18] N. Dehouche and K. Dehouche, "What's in a Text-to-Image Prompt? The Potential of Stable Diffusion in Visual Arts Education."
- [19] Z. Han, C. Gao, J. Liu, J. Zhang, and S. Q. Zhang, "Parameter-Efficient Fine-Tuning for Large Models: A Comprehensive Survey," Mar. 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2403.14608>
- [20] Amanatullah, "Fine-Tuning the Model: What, Why, and How," <https://medium.com/@amanatulla1606/fine-tuning-the-model-what-why-and-how-e7fa52bc8ddf>.
- [21] R. Al Rasyid, D. Handayani, and U. Ningsih, "Penerapan Algoritma TF-IDF dan Cosine Similarity untuk Query Pencarian Pada Dataset Destinasi Wisata," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 8, no. 1, p. 2024, 2024, doi: 10.35870/jti.