

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
BAB I LATAR BELAKANG	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Face Recognition dan Permasalahan Pose	14
3.2 Generative Adversarial Networks (GAN)	15
3.3 <i>Wasserstein</i> Generative Adversarial Networks (WGAN)	17
3.4 <i>Face Frontalization</i> dengan <i>Two Pathway</i> GAN (TP-GAN)	18
3.5 <i>Knowledge Distillation</i>	21
3.6 <i>Meta Knowledge Distillation</i>	24
3.7 <i>Evaluation Metrics</i>	26
3.7.1 Kualitas Visual: SSIM, PSNR, dan Analisis Kuantitatif	26
3.7.2 Kompleksitas dan Efisiensi Komputasi	27
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	30
4.1 Deskripsi Umum Penelitian	30

4.2	Deksripsi Data	31
4.3	Rancangan Model	33
4.3.1	TP-GAN Teacher	33
4.3.2	Arsitektur TP-GAN <i>Student</i>	35
4.3.3	Arsitektur Meta-KD	39
4.4	Metode Pelatihan	42
4.4.1	Alur Pelatihan Umum	42
4.4.2	Pelatihan TP-GAN dengan Knowledge Distillation Konvensional	43
4.4.3	Pelatihan TP-GAN dengan Meta Knowledge Distillation (MetaKD)	43
4.5	Rancangan Pengujian	46
4.5.1	Tujuan Pengujian	46
4.5.2	Desain Eksperimen	46
4.6	Skenario Pengujian	47
4.6.1	Metodologi Evaluasi	48
 BAB V IMPLEMENTASI SISTEM		 49
5.1	Alat dan Bahan Kerja	49
5.2	Prapemrosesan data	49
5.3	Implementasi Arsitektur Model Teacher (TP-GAN)	51
5.3.1	Generator Model Teacher	51
5.3.2	Discriminator pada Model Teacher	53
5.4	Implementasi Arsitektur Model Student	55
5.4.1	Generator Model Student	55
5.4.2	Discriminator Model Student	57
5.5	Implementasi Arsitektur MetaKD	57
5.5.1	Kelas <code>GradientCollector</code>	58
5.5.2	Kelas <code>MetaKDOptimizer</code>	59
5.5.3	Proses <i>Meta-Learning Step</i>	63
5.6	Konfigurasi dan Prosedur Pelatihan	65
5.6.1	Konfigurasi Pelatihan TP-GAN (Teacher)	65
5.6.2	Konfigurasi Pelatihan TP-GAN KD Konvensional	66
5.6.3	Konfigurasi Pelatihan TP-GAN Meta Knowledge Distillation (MetaKD)	67
5.6.4	Pelatihan TP-GAN (Teacher)	68
5.6.5	Pelatihan TP-GAN Knowledge Distillation Konvensional	70

5.6.6 Pelatihan TP-GAN Meta Knowledge Distillation (MetaKD)	73
5.6.7 Mekanisme MetaKD Optimizer	77
5.7 Strategi Evaluasi Implementasi	79
5.7.1 Evaluasi Kualitas Visual	80
5.7.2 Evaluasi Kompleksitas dan Efisiensi Komputasi	81
5.7.3 Evaluasi Dinamika Bobot Loss MetaKD	82
5.7.4 Ringkasan Strategi Evaluasi	82
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	84
6.1 Perbandingan Hasil Evaluasi Ketiga Skenario	84
6.2 Keterbatasan KD Konvensional dan Keunggulan MetaKD	85
6.2.1 Analisis Dinamika Loss	85
6.3 Kurikulum Adaptif dalam MetaKD	86
6.3.1 Evolusi Bobot Antar Fase	86
6.3.2 Mekanisme Cross-Compensation	88
6.3.3 Hasil Gambar tiap Fase	89
6.4 Hubungan Dinamika Bobot dengan Kualitas (SSIM)	92
6.4.1 Partial Correlation SSIM–Weight per Fase	92
6.4.2 Rata-rata Bobot per Fase dan Kaitannya dengan SSIM	93
6.5 Mekanisme “Kecerdasan” Meta-Learner	95
6.5.1 Mengapa Intermediate Ditahan di Fase Awal	95
6.5.2 Pergeseran Strategi: Cross, Relay, dan Normal Mode	95
6.6 Analisis Batas Operasional dan <i>Failure Case</i> Model TP-GAN MetaKD	97
6.6.1 Motivasi Analisis Failure Case	97
6.6.2 Limitasi Berbasis Pose Ekstrem	97
6.6.3 <i>Identity-Dependent Failure</i>	98
6.6.4 Ilustrasi Kualitatif	100
6.6.5 Ringkasan Limitasi Model TP-GAN MetaKD	101
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	103
7.1 Kesimpulan	103
7.2 Saran	104



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**TP-GAN UNTUK FRONTALISASI WAJAH VIA ADAPTIVE META-LEARNER-BASED KNOWLEDGE
DISTILLATION**

Fathin Difa Robbani, Moh. Edi W., S.Kom.,M.Kom., Ph.D dan Arif Nurwidyantoro,M.Cs., Ph.D

Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

DAFTAR PUSTAKA 108

DAFTAR GAMBAR

3.1	Arsitektur dasar GAN (Goodfellow et al., 2014).	15
3.2	Arsitektur TP-GAN (Huang et al., 2017).	19
3.3	Alur kerja MetaDistil yang diadaptasi dari Zhou et al. (2021).	26
4.1	Diagram alur kerja penelitian.	30
4.2	Contoh Data MultiePIE	32
4.3	Arsitektur Generator TP-GAN Student. Angka berwarna merah menunjukkan ukuran channel hasil reduksi ($fm_mult = 0.25$).	35
4.4	Arsitektur Diskriminator TP-GAN Student.	37
4.5	Pipeline keseluruhan Loss.	38
4.6	Arsitektur Meta-KD	41
4.7	Diagram alur pelatihan Meta-Knowledge Distillation yang menunjukkan hubungan antara batch pelatihan, simulasi <i>inner loop</i> dengan batch validasi dan pembaruan model melalui <i>outer loop</i>	45
6.1	Perbandingan evolusi loss antara KD konvensional dan MetaKD. Grafik menunjukkan rolling mean dari loss pixel global, loss lokal, dan loss intermediate sepanjang 150 langkah training.	85
6.2	Evolusi bobot loss pada MetaKD sepanjang 150 langkah training. Grafik menunjukkan bobot untuk loss pixel global, loss lokal, dan loss intermediate, beserta perubahan adaptif antar fase.	86
6.3	Partial correlation antara normalized loss dan bobot loss pada MetaKD sepanjang 150 langkah training. Grafik menunjukkan adaptasi bobot untuk loss pixel global, loss lokal, dan loss intermediate per fase, mencerminkan mekanisme cross-compensation antar komponen.	88
6.4	Perbandingan nilai rata-rata brightness, contrast, dan Laplacian variance antara model <i>student</i> dan <i>teacher</i> pada keempat fase pelatihan MetaKD. Grafik batang menunjukkan bahwa nilai ketiga metrik meningkat secara bertahap seiring transisi antar fase, dengan <i>student</i> secara konsisten memiliki nilai yang lebih tinggi, mencerminkan proses adaptasi bertahap terhadap fitur <i>intermediate</i>	90
6.5	Partial correlation antara SSIM dan bobot loss pada MetaKD sepanjang 150 langkah training, diperlihatkan per fase adaptif. Grafik menunjukkan bagaimana bobot untuk loss pixel global, loss lokal, dan loss intermediate memengaruhi kualitas struktural (SSIM).	92

6.6	Evolusi rata-rata bobot loss pada MetaKD sepanjang 150 langkah training, diperlihatkan per fase adaptif. Grafik menunjukkan bagaimana bobot untuk loss pixel global, loss lokal, dan loss intermediate disesuaikan secara bertahap sepanjang training.	93
-----	--	----

DAFTAR TABEL

2.1	Ringkasan Tinjauan Penelitian	11
4.1	Skenario Pengujian	48
5.1	Daftar Alat dan Bahan Kerja	49
5.2	Konfigurasi pelatihan model TP-GAN	65
5.3	Bobot loss function yang digunakan dalam pelatihan	65
5.4	Konfigurasi pelatihan model TP-GAN KD Konvensional	67
5.5	Konfigurasi MetaKD untuk pelatihan student	68
6.1	Perbandingan Hasil Evaluasi antara Model Teacher, Student (KD Konvensional), dan Student (MetaKD)	85
6.2	Perbandingan hasil rekonstruksi wajah pada empat fase pelatihan MetaKD antara <i>student</i> dan <i>teacher</i>	90
6.3	Statistik SSIM Model TP-GAN MetaKD pada Berbagai Sudut Pose	98
6.4	Frekuensi Identitas pada Klaster SSIM Terendah (p1) dan Rendah (p5)	99
6.5	Contoh Visual Failure Case pada Beberapa Identitas Representatif dari Klaster SSIM Terendah (p1)	100