



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Emosi

Emosi merupakan kumpulan interaksi yang kompleks diantara faktor subjektif dan objektif, dimediasi oleh sistem saraf atau hormon, yang dapat (a) membangkitkan pengalaman afektif seperti perasaan gairah, kenikmatan atau ketidaknikmatan; (b) menghasilkan proses kognitif seperti efek, penilaian, dan pelabelan persepsi yang relevan secara emosional; (c) mengaktivasi penyesuaian psikologis yang luas terhadap kondisi yang menggugah; dan (d) menyebabkan perilaku yang sering, tetapi tidak selalu, ekspresif, diarahkan pada tujuan, dan adaptif (Jr. & Kleinginna, 1981).

Dalam penklasifikasian emosi, emosi dibagi menjadi 2, emosi positif dan negatif. Ada 7 emosi dasar pada manusia: marah, senang, takut, jijik, sedih, terkejut, dan netral. Emosi yang lainnya adalah malu, ketertarikan, kesakitan, antisipasi, senyum, tertawa, lapar, dan rasa keingintahuan (Arumugam & Purushothaman, 2011).

2.2 Budaya dan Pergerakan Bola Mata

Pergerakan bola mata menunjukkan perilaku nonverbal dengan makna sosial yang besar, dimana pergerakan bola mata mempunyai beberapa arti yang berbeda dalam budaya. Dalam budaya barat, pergerakan bola mata dilihat sebagai tanda rasa hormat. Tidak melihat mata lawan bicara akan dianggap mencurigakan. Sementara itu, dalam budaya Asia Timur, menatap lawan bicara adalah tindakan yang tidak

sopan dan akan dianggap mengintimidasi. Tetapi, pergerakan bola mata, terutama melihat kebawah, akan dilihat sebagai sikap rasa hormat (Jr et al., 2010).

2.3 Wilcoxon Signed Rank Test

Wilcoxon Signed-Rank Test merupakan tes tanpa parameter yang sama dengan *dependent t-test*. Metode ini dapat digunakan jika terdapat pelanggaran dalam *dependent t-test*. Tes ini digunakan untuk membandingkan 2 nilai yang berbeda yang datang dari partisipan yang sama (Laerd, 2013).

Wilcoxon Signed-Rank Test akan digunakan untuk melihat faktor apa yang mempengaruhi emosi seseorang melalui kuesioner yang diberikan oleh peneliti pada saat penelitian (*Wilcoxon Signed Rank Test using SPSS Statistics*, 2013).

Cara kerja *Wilcoxon Signed-Rank Test* adalah sebagai berikut:

1. Seluruh data akan diurutkan untuk menghasilkan 2 peringkat total.
2. Jika ada perbedaan sistematis dalam 2 kondisi, nilai yang lebih tinggi akan masuk ke dalam 1 kondisi dan nilai yang lebih rendah akan masuk ke kondisi lainnya.
3. Untuk mencari apakah sebuah nilai berdampak signifikan atau tidak, perlu dilakukan *Bonferroni Adjustment* dengan cara membagi angka signifikansi yang ditentukan dengan jumlah perbandingan yang ada.

2.4 Metode Circle-based Eye Center Localization

Setelah menemukan faktor yang mempengaruhi emosi, metode *Circle-based Eye Center Localization (CECL)* dilakukan. *Circle-based Eye Center Localization*

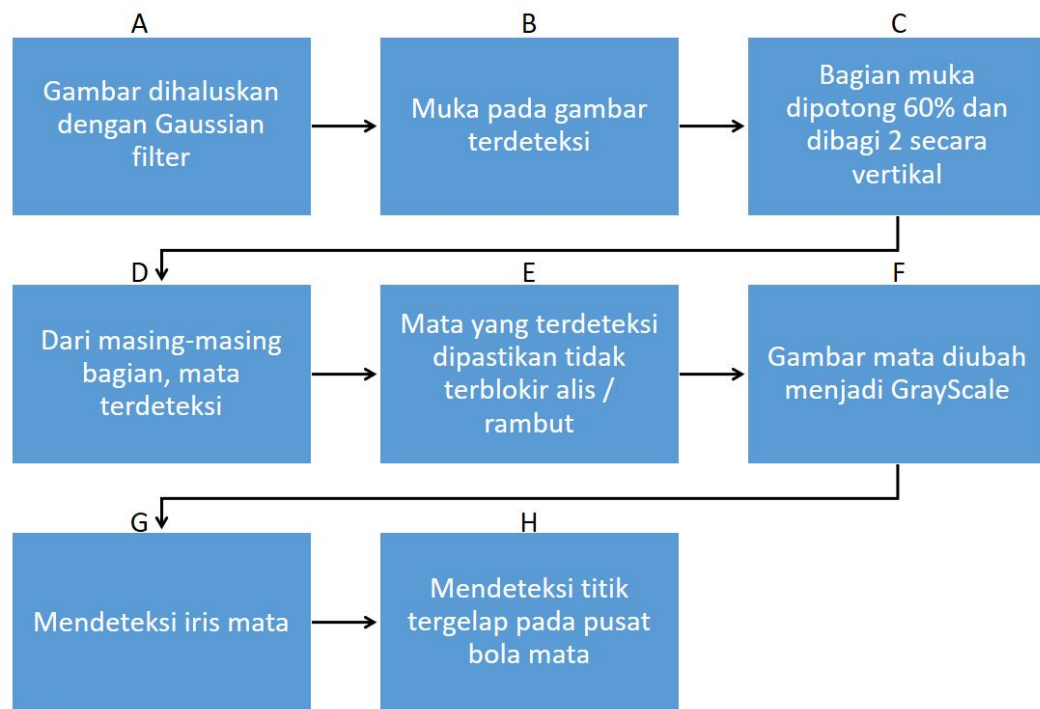
(*CECL*) adalah sebuah metode yang merupakan pengembangan dari *Hough Transform*. *CECL* merupakan metode yang mudah, kuat, dan mampu mencapai akurasi yang seimbang dengan metode-metode lainnya yang lebih kompleks.

Metode *CECL* memiliki 3 tahap. Pertama, mendeteksi bagian mata. Tahap ini lokasi mata ditentukan dengan mendeteksi bagian wajah kemudian mendeteksi bagian mata diantara bagian wajah tersebut. Tahap pertama ini kemudian dijabarkan dalam gambar 2.1 bagian A sampai D.

Tahap kedua adalah melakukan *pre-processing* pada bagian mata. Pada tahap tersebut, elemen visual yang berpotensi mengganggu dihilangkan. Seperti bulu mata, rambut, dan kerutan. Tahap kedua ini kemudian dijabarkan dalam gambar 2.1 bagian E dan F.

Tahap terakhir adalah melakukan lokalisasi pusat mata. Benda bulat dideteksi dengan titik tengah dari *Hough Transform*. Tahap ketiga ini kemudian dijabarkan dalam gambar 2.1 bagian G dan H. Berikut adalah cara metode *CECL* dalam bentuk diagram:

U M N



Gambar 2.1: Diagram Tahap CECL

2.5 Normalized Error

Normalized Error digunakan untuk melakukan validasi terhadap posisi mata asli dengan posisi mata yang diprediksi. Cara untuk menghitung *normalized error* adalah sebagai berikut (Oliver Jesorsky & Frischholz, 2011):

$$e_{worst} = \frac{\max(d_l, d_r)}{\|C_l - C_r\|}$$

Gambar 2.2: Rumus *Normalized error*

Dimana C_l dan C_r adalah posisi Euclidean dari lokasi pusat mata sebenarnya dan D_l , D_r merupakan jarak *Euclidean* antara lokasi pusat mata yang diprediksi dengan yang sebenarnya.

Hasil dari *normalized error* ini merupakan *Error thresholds* yang terbagi menjadi 5 bagian. $e \leq 0,05$, $e \leq 0,10$, $e \leq 0,15$, $e \leq 0,20$, dan $e \leq 0,25$. $E \leq 0,25$ merupakan jarak antara pusat bola mata dengan bagian pinggir mata, $e \leq 0,1$ merupakan jarak antara pusat bola mata dengan iris mata, dan $e \leq 0,05$ merupakan jarak antara pusat bola mata terhadap diameter pupil mata. Dari deskripsi ini, terlihat bahwa semakin kecil *error thresholds*, maka semakin baik juga hasil prediksi otomatis dari metode *CECL*. Dalam penelitian ini, peneliti juga menambahkan $e \leq 0,3$ dan $e \leq 0,35$ kedalam grafik akurasi dimana $e \leq 0,3$ berarti posisi bola mata sudah berpindah ke posisi bola mata yang lainnya. Kedua *error thresholds* tersebut ditambahkan untuk melihat tingkat akurasi jika tingkat kompensasi *error* ditambahkan.

Dari rumus *normalized error* yang dijalankan diatas, *CECL* meraih peringkat pertama dalam 2 *normalized error* yang diberikan, yaitu 97,8% pada $e \leq 0,15$ dan 98,9% pada $e \leq 0,20$. Sementara itu, pada $e \leq 0,05$ *CECL* meraih peringkat ketiga dengan akurasi 80,8%, $e \leq 0,10$ meraih peringkat kedua dengan nilai 95,2% dan $e \leq 0,25$ meraih peringkat kedua dengan nilai akurasi 99,4% (Soelistio et al., 2015).

2.6 *Support Vector Machine (SVM)*

SVM merupakan algoritma yang dibuat oleh V.Vapnik yang merupakan metode klasifikasi yang menemukan keputusan linear yang optimal berdasarkan konsep struktural meminimalisir resiko. (Wang, 2007)

SVM menggabungkan *Structural Risk Minimisation (SRM)* dan *Empirical Risk Minimisation (ERM)*, yang digunakan oleh *neural network*. *SRM* digunakan untuk meminimalisir batas atas dari resiko yang diharapkan sementara *ERM* memi-

nimalisir *error* pada data yang digunakan untuk *training*. Hal inilah yang membuat *SVM* memiliki kemampuan lebih untuk melakukan generalisasi (Gunn, 1998).

SVM memiliki beberapa *kernel*. Namun *kernel* yang biasanya digunakan adalah *linear*, *quadratic*, *polynomial*, dan *radial basis function* dengan fungsi sebagai berikut:

Kernel Function	Equation
Linear	$K(x, x_i) = x \cdot x_i$
Quadratic	$K(x, x_i) = (x \cdot x_i + 1)^2$
Polynomial	$K(x, x_i) = (x \cdot x_i + 1)^p$
RBF	$K(x, x_i) = \exp x - x_i ^2 / \sigma^2$

Gambar 2.3: Jenis *Kernel* yang Digunakan pada *SVM*

Kelebihan *Support Vector Machines* adalah:

1. *SVM* mempunyai *kernel*. *SVM* memiliki fleksibilitas dalam memilih bentuk dari batas yang berbeda.
2. *Kernel* secara tidak langsung memiliki transformasi non-linear.
3. *SVM* memberikan generalisasi yang baik. Dengan memilih tahap generalisasi yang baik, *SVM* dapat menjadi kuat, bahkan pada saat *training sample* terdapat ketidaksesuaian.
4. *SVM* mengoptimalkan masalah secara konveks.
5. Dengan pilihan *kernel* yang baik seperti *Gaussian kernel*, *SVM* dapat memberikan tekanan pada kesamaan dua data yang berbeda (Auria & Moro, 2008).

2.7 *Linear Models* dan *Linear Mixed Effects Models*

Linear Model merupakan model yang mendeskripsikan respons variabel sebagai fungsi dari 1 atau lebih variabel prediktor. *Linear Model* membantu pengguna untuk mengerti dan memprediksikan perilaku dari sistem yang kompleks atau menganalisis eksperimen, finansial, dan data biologis (*Linear Model*, 2016).

Penggunaan *Linear Mixed Effects Models* kurang lebih sama seperti *Linear Models* biasa, hanya saja terdapat lebih banyak faktor yang mempengaruhi data yang bernama *random effects*.

Hal yang mempengaruhi sebuah *Linear Model* ada 2, yaitu:

1. *Fixed Effects*. Merupakan variabel yang selalu dipakai sebagai perbandingan data.
2. *Random Effects*. Merupakan variabel yang dapat diubah-ubah pemakaiannya dan dapat mempengaruhi hasil *fixed effects* (Winter, 2016)

2.7.1 **lme4**

lme4 (*Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4*) merupakan fungsi pada bahasa pemrograman R yang menyediakan fungsi-fungsi untuk menganalisis *mixed model* seperti linear (*lmer*), *generalized linear* (*glmer*), dan nonlinear (*nlmer*).

Pada *lme4*, model dan semua komponennya direpresentasikan menggunakan kelas dan metode S4. Sementara itu, perhitungan algoritma inti diimplementasikan menggunakan *library EigenC++*.

lme4 memiliki persamaan dengan *package nlme* yang ada sebelumnya untuk menganalisis *mixed model*. Perbedaan *lme4* dengan *nlme* adalah:

1. lme4 menggunakan metode aljabar linear yang modern, efisien, dan menggunakan beberapa kelas referensi sehingga lebih cepat dan menggunakan memory yang lebih sedikit dari nlme.
2. lme4 menggunakan *Generalized Linear Mixed Model (GLMM)*, melalui fungsi `glmer`.
3. lme4 tidak menggunakan fitur `nlme` untuk korelasi residual.
4. lme4 dapat mengimplementasi *crossed random effects*.
5. lme4 mempunyai fitur *likelihood profiling* dan *parametric bootstrapping*.
6. lme4 lebih mudah untuk digunakan oleh pengembang package R dan mempermudah pengguna untuk menggunakan kembali komponen lme4 untuk *extension framework mixed model* mereka (lme4 Authors, 2016).

2.8 Cross Validation

Cross Validation merupakan metode statistik untuk mengevaluasi dan membandingkan algoritma dengan membagi data menjadi 2 segmen: pertama digunakan untuk training model, sementara yang kedua untuk memvalidasi model.

Terdapat 5 jenis *Cross Validation*:

1. *Resubstitution Validation*. Model ini belajar dari semua data yang tersedia kemudian dites dalam kumpulan data yang sama. Proses validasi ini menggunakan semua data yang tersedia tetapi sangat besar kemungkinan terjadi *over-fitting*. Metode ini dapat berjalan dengan lancar pada data yang tersedia sekarang, tetapi tidak baik untuk data test yang akan ada nantinya.
2. *Hold-Out Validation*. Untuk mencegah *over-fitting*, kumpulan test yang independen perlu ada. *Hold-Out Validation* menghindari terjadinya penumpukan

diantara *training data* dan *test data*, menghasilkan estimasi yang akurat untuk performa generalisasi. Kelemahan dari metode ini adalah tidak menggunakan seluruh data yang ada dan hasilnya sangat tergantung dari pilihan *training / test split*.

3. *10-Fold Cross-Validation*. Data dibagi menjadi beberapa 10 segmen. 1 segmen digunakan untuk learning, sementara beberapa 9 segmen sisanya menjadi data untuk validasi. Stratifikasi merupakan proses pengurutan data untuk memastikan setiap *fold* menjadi contoh yang baik untuk keseluruhan data. Jika jumlah segmen sama dengan jumlah seluruh data, *K-Fold Cross Validation* sama dengan metode *Leave-One-Out Cross-Validation*.
4. *Leave-One-Out Cross-Validation*. Sama seperti *K-Fold*, hanya saja semua data digunakan untuk training sementara hanya 1 data saja untuk validasi. Estimasi akurasi menggunakan metode ini tidak bias tetapi memiliki variansi yang tinggi. Metode ini digunakan jika data masih sedikit.
5. *Repeated K-Fold Cross-Validation*. Menjalankan *K-Fold Cross-Validation* berulang kali (Refaelzadeh, Tang, & Liu, 2008).

2.9 Penelitian Terdahulu

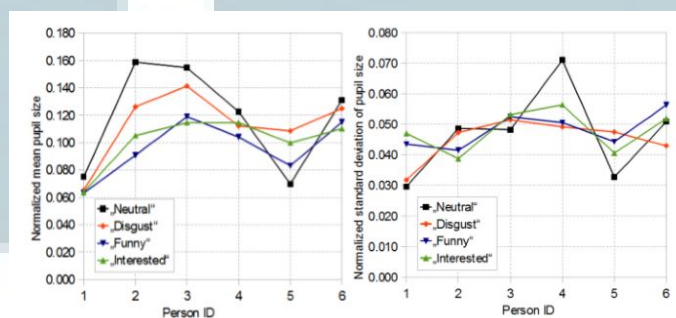
2.9.1 *Evaluation of Human Emotion from Eye Motions*

Penelitian tersebut berfokus pada analisis pada pergerakan mata dan melihat responsnya terhadap emosi. Penelitian dilakukan menggunakan alat pendeteksi mata yang digunakan pada kepala. Partisipan diberikan stimulus visual dan hasil emosi ditentukan dari alat pendeteksi mata dan perangkat lunak pendeteksi emosi. Stimulus yang diberikan adalah gambar pada *PowerPoint* untuk emosi netral, jijik,

kegembiraan, dan gembira.

Metode yang digunakan untuk melihat pergerakan bola mata adalah dengan cara melihat pusat pupil mata yang diambil kordinat akuratnya dan diameter pupilnya. Beberapa pergerakan mata terjadi tanpa sadar yang bisa terjadi karena keadaan sekitar dan kondisi mental seseorang.

Gambar *PowerPoint* akan tampil selama 30 detik dan dari hasil yang ada, tahap emosional seseorang dapat terlihat dari pergerakan mata yang kecil dan variasi dari pupil seseorang. Misalnya, ketika stimulus netral diberikan, pupil seseorang akan lebih besar 28% daripada stimulus yang menarik. Hasil yang diberikan dapat dilihat melalui gambar berikut:



Gambar 2.4: Grafik Hasil Stimulus

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah terbuktinya fakta bahwa kondisi emosional seseorang bergantung pada persepsi orang itu sendiri. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa memungkinkan untuk mendeteksi kondisi emosional seseorang mencapai 90% pada emosi lucu.

2.9.2 *Exploring Eye Activity as an Indication of Emotional States Using an Eye-tracking Sensor*

Deteksi otomatis dari emosi manusia merupakan topik yang sedang banyak dibicarakan tidak hanya dalam IMK tapi juga untuk pembelajaran psikologis. Pe-

nelitian ini hanya berfokus pada emosi positif (senang) dan negatif (sedih) dengan memberikan 2 cuplikan film dan 2 pertanyaan kepada responden yang merupakan 71 orang Arab yang terdiri dari 65 wanita dan 6 laki-laki.



Gambar 2.5: Contoh Film yang Digunakan

Penggunaan cuplikan film terbukti dapat mempengaruhi emosi dan sudah digunakan pada beberapa penelitian. Hanya saja, cuplikan tersebut diambil dari film Inggris yang tidak berbahasa Arab. Oleh karena itu, cuplikan tersebut diubah menggunakan dubbing berbahasa Arab. Dari video kamera, video diekstraksi dari *Tobii Eye Tracker* dan ada 147 fitur statistik untuk melihat pergerakan mata. Ekstraksi yang ada akan dimasukkan ke dalam *Support Vector Machine* untuk diklasifikasi.

Secara keseluruhan, hasil klasifikasi terbilang cukup baik. Sekitar 66% rata-rata membuktikan bahwa aktifitas mata berpengaruh terhadap emosi. Dalam penelitian tersebut, terjadi pelebaran ukuran pupil mata ketika responden mengekspresikan emosi negatif. Sementara itu, dapat disimpulkan dari penelitian ini, pelebaran pupil dapat digunakan untuk menentukan kondisi emosi seseorang.