BAB II

Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

2.1 Tinjauan Pustaka

Emosi memiliki peranan penting bukan hanya pada perasaan, tetapi juga mempengaruhi pola pikir dan pembuatan keputusan. Untuk membangun sistem komputer yang dapat berinteraksi secara alami, ia harus dapat mengerti dan memahami emosi terlebih dahulu. Dalam konferensinya, dikatakan bahwa salah satu faktor yang harus dipenuhi untuk membangun sistem komputer dengan kapastias emosi adalah bukan hanya tentang mengenali emosi, tetapi juga bagaimanan mengolah emosi yang didapat sehingga sistem komputer dapat menggunakannya untuk melakukan pengambilan keputusan (Picard, 2007).

Penelitian sains membuktikan bahwa emosi memiliki peran besar pada pengambilan keputusan, persepsi, dan juga mempengaruhi pola pikir manusia. Bahkan perubahan kecil pada emosi dapat mempengaruhi proses pembuatan keputusan. Membangun sistem komputer yang memiliki kapasitas emosi dapat membuat komputer berinteraksi lebih baik dengan manusia. Sampai saat ini, telah dilakukan beberapa penelitian yang dilakukan untuk melakukan pendeteksian emosi manusia. Salah satu metode yang paling sering digunakan adalah ECG (*Electrocardiograph*) dan EEG (*Electroencephalogram*). Pendeteksian emosi dengan menggunakan perangkat ECG dilakukan dengan mendeteksi detak jantung pengguna selama proses rangsangan emosi diberikan, sedangkan pendetksian

emosi dengan menggunakan perangkat EEG dilakukan dengan mendeteksi aktitivitas elektrik dari otak ketika emosi pengguna sedang berubah ketika menanggapi rangsangan tertentu (Bajaj & Pachori, 2013).

Pada tahun 2007, M. Murugappan, dkk memanfaatkan EEG untuk melakukan deteksi emosi manusia. Data diambil dari 6 orang subjek dengan usia 21-27 tahun dengan menggunakan 63 biosensor. Emosi responden dipicu dengan menggunakan induksi audio-visual. Setelah didapatkan data, kemudian dilakukan *preprocessing* data untuk menghilangkan interferensi dengan menggunakan metode *Average Mean Reference* (AMR). Lalu, dilakukan klasifikasi emosi dengan menggunaka metode Fuzzy C-Mean (FCM) dan Fuzzy K-Mean (FKM). (Murugappan, et al., 2007).

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Mu Li dan Bao Liang Lu, dilakukan pendeteksian emosi bahagia dan sedih dengan menggunakan EEG. Data didapatkan dari 10 responden. Emosi responden distimulus dengan menunjukkan gambar orang dengan ekspresi menangis dan gambar orang dengan ekspresi tertawa. Kemudian dilakukan klasifikasi dengan menggunakan metode *common special pattern* (CSP) dan metode SVM linear. Didapatkan hasil klasifikasi emosi bahagia dan sedih dengan tingkat akurasi 93.5% (Li & Lu, 2009).

Penelitian tentang *keystroke dynamics* telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan berbagai tujuan. Salah satunya seperti yang dilakukan oleh Kenneth Revett, dkk. Pada penelitian tersebut

dilakukan untuk meningkatkan keamanan autentikasi sistem dengan mengetahui siapa pengguna yang sedang memasukkan kata sandi melalui analisis *keystroke dynamics*. Eksperimen dilakukan dengan 50 responden (20 responden berlaku sebagai pengguna asli, 30 lainnya berlaku sebagai orang yang hendak meretas). Data pola ketik pengguna asli diambil selama 14 hari. Kemudian, para peretas diminta utuk memasukkan kata sandi yang sama. Didapatkan hasil bahwa sistem dapat mengetahui pemilik sandi yang asli dan peretas dengan nilai *false accpetance rate* (FAR) sebesar 4% (Revett, et al., 2007).

Penelitian serupa mengenai penggunaan *keystroke* dynamic untuk meningkatkan keamanan sistem juga dilakukan oleh A. Rezasei dan S. Mirzakochaki. Penelitian dialkukan terhadap 24 responden yang pola ketiknya diamati. Kemudian dilakukan klasifikasi dengan menggunakan metode *linear discriminate classifier* (LDC), *quadratic discriminant classifier* (QDC), dan *k-nearest neighbor* (K-NN). Didapatkan hasil rata-rata parameter FAR, FRR, dan EER pada klasifikasi singular dengan nilai 19.2%, 0.81%, dan 1.39% secara berurutan. Sedangkan hasil rata-rata parameter FAR, FRR dan ERR pada klasifikasi gabungan adalah 0%, 0%, dan 1.15% secara berurutan (Rezasei & Mirzakochaki, 2012).

Penelitian tentang pengekstraksian fitur yang dapat digunakan untuk *keystroke dynamics* dan *mouse dynamics* pernah dilakukan oleh Sergio Salmeron Majadas, dkk. Eksperimen dilakukan terhadap 75 responden. Data yang diambil berupa data *keystroke*

dan mouse *dynamics*, hasil gambar *webcam*. Eksperimen diawali dengan pengambilan *baseline*, dilanjutkan dengan pengambilan data perlakuan. Kemudian dihasilkan klasifikasi untuk melihat emosi positif dan negatif pengguna (Salmeron-Majadas, et al., 2014).

Proses induksi emosi dapat dilakukan dengan mengunakan beberapa cara. Contohnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Jeffrey T. Hancock , dkk. Pada penelitian tersebut, dilakukan induksi emosi negatif dengan menggunakan video, musik, dan tugas-tugas berat yang dapat memicu rasa stress yang harus dikerjakan oleh para responden. Kemudian emosi responden didata dengan menggunakan skala Likert (Hancock, et al., 2008.).

Proses induksi emosi dengan menggunakan musik sendiri pernah dilakukan oleh Naomi Ziv dan Maya Goshen. Pada penelitian tersebut dilakukan eksperimen terhadap anak-anak berusia 5-6 tahun untuk mengetahui pengaruh musik terhadap emosi anak. Responden anak dibagi kedalam 3 kelompok. Kelompok pertama diminta untuk membaca cerita sambil mendengarkan lagu dengan emosi sedih, kelompok kedua diminta untuk membaca cerita yang sama sambil mendengarkan lagu dengan emosi gembira, sedangkan kelompok ketiga diminta untuk membaca cerita yang sama juga tanpa mengengarkan musik. Teks yang diberikan bersifat netral. Tidak ada unsur emosi, tidak ada konfrontasi. Kemudian para responden anak diminta untuk mengisi pertanyan seputar cerita yang ia baca. Hasil yang didapatkan adalah kelompok anak

yang membaca sambil mendengarkan musik dengan tema sedih menilai cerita yang dibaca cenderung bersifat sedih. Kelompok anak yang membaca sambil mendengarkan musik dengan tema gembira menilai cerita yang dibaca bertema gembira, dan anak yang membaca sambil tanpa mendengarkan musik menilai cerita yang dibaca biasa saja (Ziv & Gosehn, 2006).

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Human Computer Interaction (HCI)

Human Computer Interaction/Interaksi Manusia dengan Komputer adalah ilmu yang mempelajari tentang perancangan, implementasi, dan evaluasi dari sistem sehingga didapatkan penggunaan sistem komputer yang efisien dan efektif. Tujuan dari interaksi manusia dengan komputer adalah membuat sistem yang lebih berguna, produktif, aman, efektif, efisien, dan fungsional. Desain interaksi manusia dengan komputer juga mempertimbangkan berbagai aspek perilaku dan kebutuhan manusia agar dapat memberikan hasil yang optimal.

Level interaksi manusia dengan komputer tebagi menjadi 3 aspek, yaitu fisik, kognitif, dan afektif. Aspek fisik merupakan aspek yang mempertimbangkan interaksi mekanis antara pengguna dengan komputer. Aspek kognitif merupakan aspek yang memperhatikan tentang cara pengguna memahami sistem dan bagaimana cara berinteraksi dengannya. Aspek afektif merupakan aspek yang memperhatikan tentang bagaimana

interaksi pengguna dengan komputer menjadi menyenangkan dan juga dapat membuat pengguna betah melakukan interaksi dengan sistem komputer melalui perubahan perilaku dan emosi terhadap pengguna (Karray, et al., 2008).

2.2.2. Intelligent HCI dan Adaptive HCI

Intelligent HCI merupakan desain interaksi manusia dengan komputer yang melibatkan aspek pengetahuan untuk memiliki persepsi terhadap respon dari/ke penggguna. Contohnya adalah *voice enabled command* yang ada pada perangkat *mobile* dimana sistem dapat berinteraksi dengan penggunanya melalui bahasa natural, atau juga perangkat yang dapat melacak pergerakan visual pengguna.

Adaptive *HCI* memanfaatkan interaksi yang dilakukan secara terus menerus untuk mendapatkan pengetahuan mengenai penggunanya. Salah satu contohnya adalah sistem rekomendasi pada *website e-commerce* yang menyimpan data barang apa saja yang dilihat dan pernah dibeli oleh pengguna tertentu untuk memberikan rekomendasi barang apa yang kira-kira membuat pengguna tersebut tertarik (Karray, et al., 2008).

2.2.3. Afeksi, Emosi, dan Mood

Afeksi adalah segala hal yang berhubungan dengan perasaan manusia. Dalam hal ini, Afeksi mencakup emosi, dan *mood*. Emosi merupakan perasaan yang terjadi pada manusia yang diakibatkan karena rangsangan tertentu. Emosi

bersifat sementara dan hanya berlangsung sampai sekitar 15 detik. Sedangkan *mood* adalah perasaan jangka panjang yang diakibatkan oleh emosi yang berlangsung selama beberapa waktu (Picard, 2007).

2.2.4. Affective Computing

Affective computing adalah ilmu dan pengembangan perangkat dan sistem yang dapat mengerti emosi manusia dengan mengenali, menginterpretasi, dan memroses emosi penggunanya. Istilah *affective computing* sendiri pertama kali diperkenalkan pada tahun 2007 oleh (Picard, 2007) pada konferensinya tentang membangun sistem komputer yang memilki kapasitas emosi. Perangkat dan sistem yang memiliki sifat afektif dapat mengumpulkan berbagai petunjuk untuk menebak emosi penggunanya melalui berbagai sumber yang berbeda.

Affective computing sendiri terbagi kedalam 4 kategori, yaitu:

Komputer	**Tidak dapat mengekspresikan afeksi**	**Dapat mengekspresikan afeksi**
Tidak dapat memahami afeksi	I	II
Dapat memahami afeksi	III	IV

Tabel 2.1. Empat kategori *affective computing*.

I. Kategori pertama adalah komputer yang tidak dapat memahami dan tidak dapat memahami emosi. Sistem komputer yang berada pada kategori ini tidak memiliki interaksi yang lebih baik dari manusia dengan hewan.

II. Kategori kedua adalah sistem komputer yang tidak dapat memahami afeksi, tetapi dapat mengekspresikan afeksi. Sebagai contoh, ketika kita menggunakan siri pada perangkat iPhone, siri dapat memberikan tanggapan dengan berbagai emosi. Akan tetapi, siri tidak bisa memahami afeksi dari penggunanya. Kebanyakan teknologi yang berkembang sekarang sampai ke tahap ini.

III. Sistem komputer yang berada pada kategori ini dapat memahami emosi dan memberikan respon terhadap emosi penggunanya, tetapi sistem komputer sendiri tidak dapat mengekspresikan emosinya sendiri.

IV. Kategori keempat adalah sistem komputer yang dapat memahami dan juga mengekspresikan emosi. Sistem komputer yang dapat mencapai kategori ini dapat menjadi sistem komputer yang benar-benar bersifat "personal" dan bersifat "*user friendly*".

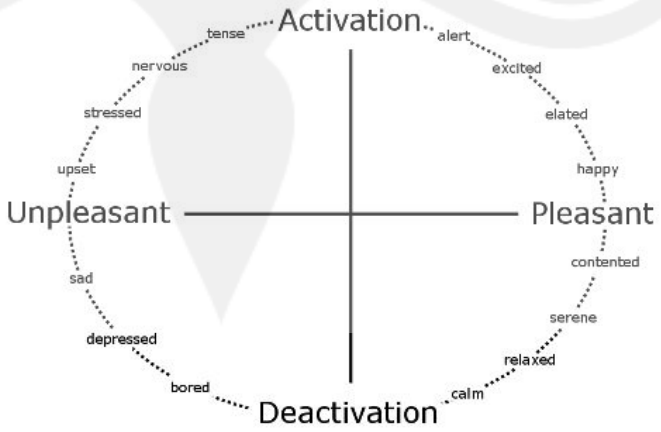
2.2.5. Klasifikasi Emosi Manusia dalam Dimensi Arrousal Valence

Dimensi *arousal-valence* merupakan cara klasifikasi emosi manusia dengan membaginya kedalam 2 dimensi, yaitu *arousal* dan *valence*

[Gambar 2.1]. *Arousal* adalah dimensi yang menyatakan derajat keaktifan dari emosi manusia. Biasanya, dimensi *arousal* direpresentasikan dengan nilai *low arousal* yang menandakan bahwa emosi bersifat tidak aktif, sampai dengan *high arousal* yang menyatakan bahwa emosi bertindak aktif.

Arousal adalah dimensi yang menyatakan derajat keaktifan dari emosi manusia. Biasanya, dimensi *arousal* direpresentasikan dengan nilai *low arousal* yang menandakan bahwa emosi bersifat tidak aktif, sampai dengan *high arousal* yang menyatakan bahwa emosi bertindak aktif.

Valence adalah dimensi yang menunjukkan positif atau negatifnya emosi yang dirasakan manusia. Biasanya direpresentasikan dalam dengan nilai *positive valence* yang menandakan bahwa emosi yang dirasakan bersifat positif dan *negative valence* yang menandakan bahwa emosi yang dirasakan bersiat negatif (Russel, 2003).



Gambar 2.1. Dimensi *arousal-valence* manusia.

2.2.6. Setting Eksperimen Terkait Emosi Manusia

Ada banyak setting untuk mendapatkan data emosi manusia. Masing-masing cara memiliki kelebihan dan kekurangan. Secara umum, model pengambilan data emosi manusia dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu:

a) *Naturalistic Settings*

Cara pertama adalah dengan menggunakan metode *naturalistic settings*, yaitu setting eksperimen dengan observasi yang dilakukan pada kehidupan natural responden penelitian. Data dapat dikumpulkan dengan berbagai cara, seperti: laporan pribadi, survey, ataupun *diary*. Pengumpulan data dapat dilakukan secara mandiri oleh responden, ataupun oleh peneliti.

Setting eksperimen dengan metode ini memiliki kelebihan yaitu emosi yang didapatkan bersifat lebih natural karena proses pengumpulan data dilakukan di kehidupan sehari-hari responden. Tetapi, data yang dihasilkan bersifat kurang objektif ketika responden memiliki latar belakang yang berbeda-beda (Ebrahim, 2001).

b) *Laboratory Settings*

Model setting ekspeirmen yang kedua adalah dengan menggunakan *laboratory settings*, dimana eksperimen dilakukan di suatu tempat yang sudah di set sedemikian rupa.

Kelebihan dari model ini adalah seluruh variabel independen dapat dikontrol karena penelitian dilakukan di dalam laboratorium. Selain itu, data yang diperoleh bersifat objektif karena masing-masing responden diberikan perlakuan yang sama. Akan tetapi, model setting eksperimen laboratorium membutuhkan biaya yang lebih besar dan emosi yang didapatkan terbatas oleh perlakuan yang diberikan (Nummenmaa & Niemi, 2004).

2.2.7. Keystoke Dynamics

Keystroke dynamic adalah ilmu yang memperlajari karakteristik unik dari pola ketik yang muncul pada ritme ketikan manusia ketika menggunakan *keyboard*/*keypad*. Teknik ini dapat dilakukan dengan melihat *timing* waktu ketik, yaitu jeda waktu dalam 1 *keystroke* (peristiwa yang terjadi ketika pengguna menekan tombol pada *keyboard*/*keypad*) dan jeda waktu antar *keystroke*.

Data yang dikumpulkan biasanya direpresentasikan dalam benuk *keystroke events*, yaitu peristiwa yang terjadi ketika pengguna melakukan ketikan pada perangkat *keyboard*. Ketika pengguna menekan *keyboard* maka *key down event* akan direkam pada sistem operasi, sedangkan ketika penguna melepaskan tombol yang ditekan maka *key up event* akan terekam pada sistem operasi.

Pada umumnya, data yang diambil adalah data durasi dari suatu tombol ditekan dan *latency* (jeda waktu yang dibutuhkan antara lepasnya *keystroke* pertama penekanan pada *keystroke* selanjutnya) antara dua *keystroke* berurutan (Bergadano, et al., 2003).

2.2.8. Model Analisis Keystroke Dynamics

Analisis *keystroke dynamics* sering digunakan sebagai sarana untuk memperkuat proses autentikasi pengguna pada suatu sistem. Sistem dapat mengenali siapa pengguna yang sedang berusahan masuk kedalamnya melalui deteksi pola ketik dari pengguna tersebut. Ada 2 macam model deteksi *keystroke dynamics*, yaitu:

a) *Static Keystroke Anlysis*

Model yang pertama adalah *static keystroke analysis*, yaitu dengan meminta pengguna untuk memasukkan teks yang sama secara berulang. Sebelumnya, sistem sudah memiliki data mengenai pola ketik pengguna pada pengetikan teks tersebut. Jika *timing* yang dihasilkan memenuhi standar, maka pengguna dapat masuk kedalam sistem.

b) *Dynamic Keystroke Analysis*

Berbeda dengan model statis, *dynamic keytsroke analysis* merupakan model deteksi dengan menggunakan teks yang berubah-ubah. Sebelumnya, sistem akan menganalisa pola ketik pengguna melalui beberapa teks. Ketika

akan masuk kedalam sistem, pengguna akan diminta untuk memasukkan teks yang berbeda dari teks sampel yang digunakan ketika pembangunan model dilakukan.

2.2.9. Fitur Keystroke Dynamics

Fitur yang paling umum digunakan dalam *keystroke dynamics* adalah *timing*, yaitu fitur yang merepresentasikan waktu suatu *keystroke*, maupun juga kalkulasi dari waktu beberapa *keystroke* yang terjadi selama proses deteksi berlangsung. Secara garis besar, fitur *timing* dari *keystroke dynamics* dibagi menjadi:

a) *Single Key*

Single key merupakan fitur waktu yang didapatkan melalui perhitungan durasi yang dihasilkan dari suatu *keystroke* (dihitung dari pengguna menekan tombol sampai melepaskan tombol pada *keyboard*). Ketika ada beberapa tombol yang ditekan bersamaan, maka durasi dari masing-masing *keystroke* dihitung secara terpisah. Satu *keystroke* dan *keystroke* yang lain tidak memiliki hubungan dan keterikatan.

b) *Digraph*

Digraph merupakan durasi yang dihasilkan dari 2 *keystroke* berurutan yang terbentuk dari suatu kata. Suatu kata dengan n-karakter dapat menghasilkan n-1 *digraph*. Contohnya, dari kata 'piano' dapat

dihasilkah *digraph*: 'pi', 'ia', 'an', dan 'no'.

c) *Trigraph*

Trigraph adalah durasi yang dihasilkan dari 3 *keystroke* berurutan yang terbentuk dari dari suatu kata. Suatu kata dengan n-karakter dapat menghasilkan n-2 *trigraph*. Contohnya, dari kata 'piano' dapat dihasilkan *trigraph*: 'pia', 'ian', 'ano'.

Melalui ketiga fitur tersebut, ada beberapa data yang dapat diambil, yaitu:

a) DU

DU merupakan durasi dari suatu *keystroke*. Pada gambar tersebut direpresentasikan oleh t1 dan t2.

b) DD

DD merupakan waktu yang dibutuhkan dari *key down event* suatu *keystroke* ke *key down event* dari *keystroke* berikutnya. Pada gambar tersebut direpresentasikan oleh t3.

c) UD

UD dikenal juga dengan istilah *latency*, yang merupakan waktu yang dibutuhkan dari *key up event* dari *keystroke* pertama ke *key down event* ke *keystroke* selanjutnya. Perlu diketahui bahwa *latency* dapat bernilai negatif. Pada gambar direpresentasikan oleh t4.

d) UU

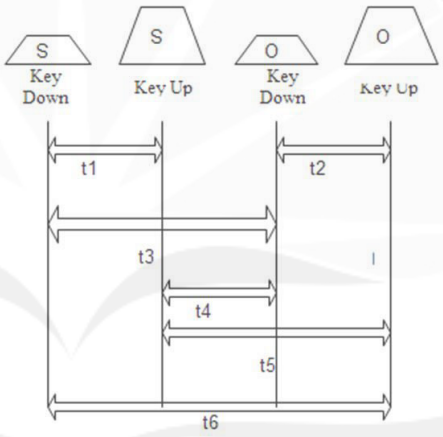
UU merupakan waktu yang dibutuhkan dari *key up event* dari *keystroke* pertama ke *key up*

event ke *keystroke* selanjutnya. Pada gambar direpresentasikan dengan t5. Durasi dari UU juga dapat bernilai negatif.

e) TT

TT dikenal juga dengan *graph duration*, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu *graph*. Dihitung dari *key down event* dari *keystroke* pertama sampai dengan *key up event* dari *keystroke* yang terakhir kali dilepas.

(Rajput & Vijayavargiya, 2015,).



Gambar 2.2. Visualisasi waktu *press* dan *release* dari *keystroke*.

2.2.10.Mouse Dynamics

Mouse dynamics adalah ilmu yang mepelajari pola unik yang dihasilkan oleh pergerakan *mouse* atau perangkat *pointing* lainnya. Data didapatkan dengan mengguakan program yang mengumpulkan *mouse event* yang dihasilkan oleh *mouse* atau perangkat *pointing*

lainnya, termasuk didalamnya pergerakan, *button up event* (pola yang terjadi ketika tombol pada *mouse* ditekan), dan *button down event* (aksi yang terjadi ketika tombol pada *mouse* dilepaskan). Beberapa fitur yang bisa didapatkan adalah: kecepatan klik *mouse*, kecepatan *double click* mouse, jumlah klik, dan kecepatan *mouse* (Lali, et al., 2014).

2.2.11. Data Mining

Data mining merupakan proses yang dilakukan untuk menemukan pola pada data yang memiliki jumlah yang besar. Proses yang dilakukan harus bersifat otomatis atau semi-otomatis. Pola yang ditemukan harus bermakna dan memiliki kegunaan. Tujuan akhir dari *data mining* adalah menemukan informasi dari *data set* dan mentransformasikannya ke struktur yang dapat dipahami (Witten, et al., 2011).

2.2.12. Teknik Representasi Pengetahuan

Teknik representasi pengetahuan adalah suatu cara untuk merepresentasikan data/basis pengetahuan kedalam diargram/skema tertentu sehingga relasi dan hubungan antar data/basis pengetahuan dapat terlihat dengan jelas. Beberapa teknik untuk merepresentasikan pengetahuan yang didapatkan dari proses *data mining*, yaitu:

a) Tabel

Tabel merupakan cara paling mudah untuk merepresentasikan data. Keluaran dari proses *data mining* akan dikelompokkan dengan menggunakan tabel.

b) Model Linear

Cara lain yand dapat dilakukan untuk merepresentasikan data adalah dengan model linear. Model linear dapat memberikan jumlah dari nilai masing-masing atribut yang ditentukan. Merupakan cara yang paling mudah untuk merepresentasikan data dengan 2 dimensi.

c) Decision Tree

Decision tree merupakan metode representasi data dengan memecahkan klasifikasi data kedalam bentuk pohon. Jumlah cabang daru suatu *node* pohon merupakan jumlah klasifikasi yang mungkin dari keluarannya.

d) Rules

Hampir mirip dengan *decision tree*, *rules* memberikan kondisi pada tiap percabangannya.

e) Instance-based Representation

Adalah teknik representasi pengetahuan dengan membandingkan *instance* data/pengetahuan dengan *instance* yang sudah ada sebelumnya. Metode ini dapat membangun hipotesis langsung dari *training instance* sendiri. Hal ini menyebabkan hipotesis yang dihasilkan memilki tingkat kompleksitas yang mengikuti perkembangan datanya.

f) Cluster

Cluster merupakan teknik representasi data dengan mengelompokkan data berdasarkan sifatnya yang berdekatan (Witten, et al., 2011).

2.2.13. Algoritma Random Forest

Algoritma *random forest* merupakan model klasifikasi yang dilakukan dengan mengembangkan berapa *decision tree* berdasarkan seleksi data dan variabel yang dilakukan secara acak. Algoritma ini dapat menyediakan variabel dependen pada kelas sejumlah *tree* yang dibentuk. Skema ini pertama kali dicetuskan oleh Leo Breiman pada tahun 2000 untuk membangun prediktor dengan sekumpulan *decision tree* yang berkembang secara acak pada subruang data.

Kelas yang dihasilkan dari proses klasifikasi dipilih dari kelas yang paling banyak yang dihasilkan oleh pohon keputusan yang ada (Biau, 2012).

2.2.14. WEKA

WEKA merupakan sistem yang menyediakan implementasi dari berbagai algoritma yang dapat dikenakan pada berbagai *data set* dan juga melakukan transformasi *data set*. *Workbench* WEKA menyediakan *method* untuk menyelesaikan proses-proses utama pada proses penambangan data seperti: regresi, klasifikasi, *clustering*,

rules, pemilihan atribut, dan juga visualisasi data.

WEKA juga dapat melakukan pemrosesan awal *data set* agar dapat dilakukan klasifikasi awal. Dengan menggunakan WEKA, tidak perlu lagi dilakukan pembangunan kode untuk melakukan algoritma klasifikasi pada proses penambangan data (Witten, et al., 2011).