

ULTIMATICS

Jurnal Teknik Informatika

BARA SURA DEVA, IS MARDIANTO

Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis Formant Bandwidth, Pitch dan Analisis Likelihood Ratio (65-72)

BERKAH HANI

Prediksi Slippage menggunakan Metode Regresi (73-77)

IRFAN ARDIANSAH, SELLY HARNESA PUTRI,

ARDY YUSUF WIBAWA, DEVI MAULIDA RAHMAH

Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah (78-84)

SONY HERI MAULANA, EKO BUDI SETIAWAN

Pemanfaatan Sensor pada Smartphone Android untuk Rekomendasi Pembibitan Tanaman (85-92)

LAURENTIUS KUNCORO PROBO SAPUTRA, IGNATIA DHIAN ESTU KARISMA RATRI

Perbandingan Metode Klasifikasi untuk Menentukan Tingkat Kenyamanan Suhu pada Kondisi Rileks Berbasis Sinyal EEG (93-97)

NINA SULARIDA, JAYANTI YUSMAH SARI, IKA PURWANTI NINGRUM PURNAMA

Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik Pada Warna Kulit Buah (98-102)



UMN

SUSUNAN REDAKSI

Pelindung

Dr. Ninok Leksono

Penanggungjawab

Dr. Ir. P.M. Winarno, M.Kom.

Pemimpin Umum

Maria Irmina Prasetyowati, S.Kom., M.T.

Mitra Bestari

(UMN) Dr. Rangga Winantyo, Ph.D.
(Universitas Indonesia) Filbert Hilman Juwono, S.T., M.T.
(Tanri Abeng University) Nur Afny Catur Andryani, M.Sc.
(UMN) Ir. Andrey Andoko, M.Sc.
(UMN) Adhi Kusnadi, S.T., M.Si.
(UMN) Alethea Suryadibrata, S.Kom, M.Eng.
(UMN) Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA, CEH
(UMN) Dennis Gunawan S.Kom., M.Sc., CEH, CEI, CND
(UMN) Farica Perdana Putri, S.Kom., M.Sc.
(UMN) Gamaliel Cahya Kristanto, S.Kom., M.M.S.I.
(UMN) Marcel Bonar Kristanda, S.Kom., M.Sc.
(UMN) Nunik Afriliana, S.Kom., M.M.S.I.
(UMN) Ranny, S.Kom., M.Kom.
(UMN) Seng Hansun, S.Si., M.Cs.
(UMN) Yustinus Widya Wiratama, S.Kom., M.Sc., OCA
(UMN) Felix Lokananta, S.Kom., M.Eng.Sc.
(UMN) Wella, S.Kom., M.MSI., COBIT5
(UMN) Andre Rusli, S.Kom., M.Sc.
(UMN) Julio Christian Young, S.Kom.

Ketua Dewan Redaksi

Ni Made Satvika Iswari, S.T., M.T.

Dewan Redaksi

Andre Rusli, S.Kom., M.Sc.
Wella, S.Kom., M.MSI., COBIT5

Desainer & Layouter

Wella, S.Kom., M.MSI., COBIT5

Sirkulasi dan Distribusi

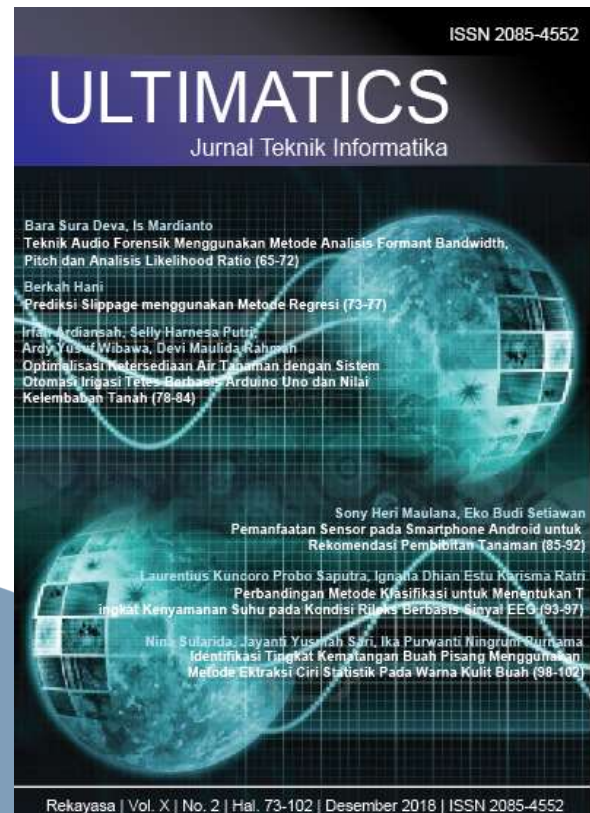
Sularmin

Kuangan

I Made Gede Suteja, S.E.

ALAMAT REDAKSI

Universitas Multimedia Nusantara (UMN)
Jl. Scientia Boulevard, Gading Serpong
Tangerang, Banten, 15811
Tlp. (021) 5422 0808
Faks. (021) 5422 0800
Email: ultimatics@umn.ac.id



Jurnal ULTIMATICS merupakan Jurnal Program Studi Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang analisis dan desain sistem, *programming*, algoritma, rekayasa perangkat lunak, serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup komputasi, kecerdasan buatan, pemrograman sistem *mobile*, serta topik lainnya di bidang Teknik Informatika. Jurnal ULTIMATICS terbit secara berkala dua kali dalam setahun (Juni dan Desember) dan dikelola oleh Program Studi Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara bekerjasama dengan UMN Press.

Call for Paper



International Journal of New Media Technology (IJNMT) is a scholarly open access, peer-reviewed, and interdisciplinary journal focusing on theories, methods and implementations of new media technology. IJNMT is published annually by Faculty of Engineering and Informatics, Universitas Multimedia Nusantara in cooperation with UMN Press. Topics include, but not limited to digital technology for creative industry, infrastructure technology, computing communication and networking, signal and image processing, intelligent system, control and embedded system, mobile and web based system, robotics

Important Dates

April 30th, 2019

Deadline for submission of papers

May 31st, 2019

Announcement for Acceptance

June 14th, 2019

Deadline for submission of final papers



Jurnal ULTIMATICS merupakan Jurnal Program Studi Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang analisis dan desain sistem, *programming*, algoritma, rekayasa perangkat lunak, serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup komputasi, kecerdasan buatan, pemrograman sistem *mobile*, serta topik lainnya di bidang Teknik Informatika.



Jurnal ULTIMA InfoSys merupakan Jurnal Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang Sistem Informasi, serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup sistem basis data, sistem informasi manajemen, analisis dan pengembangan sistem, manajemen proyek sistem informasi, *programming*, *mobile information system*, dan topik lainnya terkait Sistem Informasi.



Jurnal ULTIMA Computing merupakan Jurnal Program Studi Sistem Komputer Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang Sistem Komputer serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup komputasi, organisasi dan arsitektur komputer, *programming*, *embedded system*, sistem operasi, jaringan dan internet, integrasi sistem, serta topik lainnya di bidang Sistem Komputer.

DAFTAR ISI

Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis Formant Bandwidth, Pitch dan Analisis Likelihood Ratio	
Bara Sura Deva, Is Mardianto	65-72
Prediksi Slippage menggunakan Metode Regresi	
Berkah Hani	73-77
Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah	
Irfan Ardiansah, Selly Harnesa Putri, Ardy Yusuf Wibawa, Devi Maulida Rahmah	78-84
Pemanfaatan Sensor pada Smartphone Android untuk Rekomendasi Pembibitan Tanaman	
Sony Heri Maulana, Eko Budi Setiawan	85-92
Perbandingan Metode Klasifikasi untuk Menentukan Tingkat Kenyamanan Suhu pada Kondisi Rileks Berbasis Sinyal EEG	
Laurentius Kuncoro Probo Saputra, Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri	93-97
Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik Pada Warna Kulit Buah	
Nina Sularida, Jayanti Yusmah Sari, Ika Purwanti Ningrum Purnama	98-102

KATA PENGANTAR

Salam ULTIMA!

ULTIMATICS – Jurnal Teknik Informatika UMN kembali menjumpai para pembaca dalam terbitan saat ini Edisi Desember 2018, Volume X, No. 2. Jurnal ini menyajikan artikel-artikel ilmiah hasil penelitian mengenai analisis dan desain *system*, pemrograman, analisis algoritma, rekayasa perangkat lunak, serta isu-isu teoritis dan praktis terkini.

Pada ULTIMATICS Edisi Desember 2018 ini, terdapat enam artikel ilmiah yang berasal dari para peneliti, akademisi, dan praktisi di bidang Teknik Informatika, yang mengangkat beragam topik, antara lain: Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis Formant Bandwidth, Pitch dan Analisis Likelihood Ratio; Prediksi Slippage menggunakan Metode Regresi; Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah; Pemanfaatan Sensor pada Smartphone Android untuk Rekomendasi Pembibitan Tanaman; Perbandingan Metode Klasifikasi untuk Menentukan Tingkat Kenyamanan Suhu pada Kondisi Rileks Berbasis Sinyal EEG; Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik Pada Warna Kulit Buah.

Pada kesempatan kali ini juga kami ingin mengundang partisipasi para pembaca yang budiman, para peneliti, akademisi, maupun praktisi, di bidang Teknik dan Informatika, untuk mengirimkan karya ilmiah yang berkualitas pada: *International Journal of New Media Technology* (IJNMT), ULTIMATICS, ULTIMA InfoSys, ULTIMA Computing. Informasi mengenai pedoman dan *template* penulisan, serta informasi terkait lainnya dapat diperoleh melalui alamat surel ultimatics@umn.ac.id.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh kontributor dalam ULTIMATICS Edisi Desember 2018 ini. Kami berharap artikel-artikel ilmiah hasil penelitian dalam jurnal ini dapat bermanfaat dan memberikan sumbangsih terhadap perkembangan penelitian dan keilmuan di Indonesia.

Desember 2018,

Ni Made Satvika Iswari, S.T., M.T.
Ketua Dewan Redaksi

Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis *Formant Bandwidth, Pitch* dan Analisis *Likelihood Ratio*

Bara Sura Deva¹, Is Mardianto²

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

bara06412020@std.trisakti.ac.id

mardianto@trisakti.ac.id

Diterima 23 Oktober 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstract— Audio forensics is a branch of digital forensic science with a scientific method of data analysis process used to investigate and build facts in the trial. Voice subject can show the identity of someone through voice identification method with data comparison technique. If the result is identical with the voice of the perpetrator then the evidence of the sound recording can be used as a tool of law enforcement in court. Comparison of voice data, performed through statistical analysis of pitch, formant, bandwidth, spectrogram and likelihood ratio to obtain quantitative data and visual data from the investigated subject matter. Forensic audio in this research uses two main methods to analyse the authenticity of sound proof recordings, namely the method of formant bandwidth analysis and likelihood ratio analysis method. Formant bandwidth analysis using the Anova method. In addition to using the Anova method, an analysis using the likelihood ratio method was performed to determine the score of the sound recording. The use of this analysis is a method that can assist in determining whether or not a record of evidence is identical. So that can be a benchmark accuracy of formant bandwidth analysis that has a truth level of 95%.

Index term — Audio forensik, Voice Identification, Formant, Bandwidth

I. PENDAHULUAN

Penelitian bertujuan menguji teknik identifikasi suara dengan metode *formant bandwidth, pitch* dan *likelihood ratio* menghasilkan kecocokan suara yang signifikan. Metode identifikasi suara dapat menjadi referensi bahan penelitian yang masih terbatas. Audio forensik merupakan cabang ilmu digital forensik yang saat ini berkembang di Indonesia. Sehingga diharapkan penelitian ini dapat mengembangkan audio forensik di Indonesia. Audio forensik dapat menjadi salah satu alat untuk membantu penegakan hukum, karena audio forensik dapat membantu mengidentifikasi subyek data suara sehingga dapat digunakan sebagai alat bukti di muka persidangan.

II. TEORI DASAR

A. Audio Forensik

Audio forensik dapat didefinisikan sebagai penggunaan audio dan penerapan ilmu pengetahuan yang terkait untuk menyelidiki dan membangun fakta – fakta di persidangan [6]. Bukti dari rekaman suara dapat menunjukkan identitas dari subyek dengan menggunakan *voice identification* [8].

Metode *voice identification* menggunakan analisis statistik *pitch, formant, bandwidth*, dan *spectrogram*[8]. Berikut merupakan aspek utama dalam audio forensik :

- Data authentication
- Data enhancement
- Data interpretation

B. Komponen Suara

A. B1. Pitch

Masing – masing individu memiliki *pitch* yang khas dan sangat dipengaruhi oleh aspek fisiologis laring manusia [10]. *Pitch* merupakan tinggi rendah nada dalam suatu bunyi. Pada suara manusia, *pitch* dihasilkan oleh frekuensi getar yang disebut frekuensi dasar yang memiliki notasi 0 [11].

Pada kondisi percakapan normal, tingkat khas *pitch* pada laki- laki adalah 50-250Hz sedangkan pada wanita sekitar 120-500Hz. Analisis *pitch* dilakukan dengan menganalisa *pitch* yaitu minimum *pitch*, rata – rata *pitch*, dan maksimum *pitch*. Tetapi analisis *pitch* ini tidak berpengaruh banyak ketika kondisi suara seseorang yang berbicara pada rekaman berbeda dengan kondisi pengambilan suara pembanding [9] [11].

B. B2. Formant

Formant adalah frekuensi – frekuensi resonansi dari filter, yaitu *vocal tract (articulator)* yang meneruskan dan menyaring bunyi periodik dari getarnya pita suara menjadi bunyi output kata – kata. *Formant* merupakan suatu energi frekuensi tertinggi pada suara [10]. Frekuensi *formant* bersifat tidak

terbatas, tetapi untuk mengidentifikasi suara seseorang terdapat empat formant yang dianalisa yaitu :

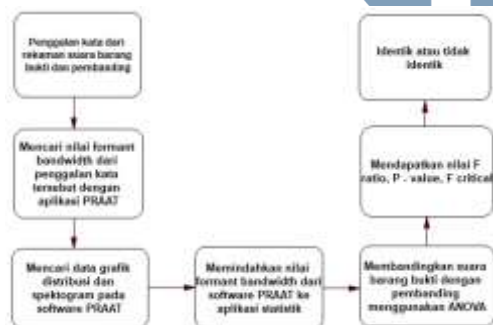
- Formant 1 (F1)
- Formant 2 (F2)
- Formant 3 (F3)
- Formant 4 (F4)[11]

C. B3. Spektrogram

Spektrogram adalah bentuk visualisasi dari masing-masing nilai formant yang dilengkapi dengan level energi yang bervariasi terhadap waktu. Istilah level energi ini disebut dengan Formant Bandwidth. Pada kasus pemalsuan suara pelaku akan mengubah suara dengan teknik *pitch shift*. Fungsi dari *formant bandwidth* inilah yang dapat mengidentifikasi suara aslinya [10]. Spektrogram juga dikenal dengan istilah *voice fingerprint* karena memiliki hal – hal yang bersifat detail di dalamnya. .

C. Metodologi

Audio forensik menggunakan dua metode analisa untuk menganalisa keaslian barang bukti rekaman suara yaitu analisa statistik *pitch*, statistik *formant bandwidth* dan metode analisa *likelihood ratio*. Pada data statistik *formant* dan *bandwidth* tersebut digunakan metode *one way* Anova untuk mendapatkan identik atau tidaknya suatu rekaman suara yang telah dipenggal per bagian kata. Berikut merupakan SOP diagram yang menggunakan metode statistik Anova.



Gambar 1. SOP diagram analisis *formant bandwidth*

D. E. Analisis Statistik Pitch

Analisis ini berdasarkan pada perhitungan statistik nilai *pitch* dari masing – masing suara barang bukti dan suara subyek perbandingan. Karakteristik *pitch* dari masing – masing suara dibandingkan melalui nilai minimum *pitch*, nilai *maximum pitch*, dan nilai *mean pitch*[14]. Jika karakteristik *pitch* dari masing – masing suara menunjukkan perbedaan yang besar, dapat disimpulkan bahwa *pitch* dari suara rekaman barang bukti dan suara perbandingan adalah berbeda[14].

Analisa Statistik	SuaraBarangBukti (Hz)	SuaraSubyek1 (Hz)
Pitch minimum	115.4152530251853 Hz	98.85551869539509
Pitch maximum	170.91868955661073 Hz	547.401023985919
Pitch quantile	151.7581539283354 Hz	111.12621906912594
Pitch mean	145.81597355408582 Hz	122.21609003576971
Pitch standard deviation	15.691835710766556 Hz	65.92459687770406

Gambar 2. Contoh statistik *pitch* [16]

Gambar 2 merupakan contoh gambar analisa statistik *pitch*. Pada tabel statistik tersebut terdapat nilai dari masing – masing suara hasil *analisa pitch*. *Pitch minimum* berarti menunjukkan nilai terkecil dari *pitch*, *pitch maximum* menunjukkan nilai terbesar dari *pitch*, *pitch quantile* untuk menunjukkan nilai tengah (*median*) dari *pitch*, *pitch mean* untuk menunjukkan nilai rata – rata *pitch*, dan *pitch standard deviation* untuk mencari nilai standar deviasi (*penyimpangan*) dari *pitch* tersebut[14].

Dalam metode analisis *pitch* ini, dapat menghasilkan kesimpulan bahwa suara barang bukti dan suara perbandingan berbeda walaupun berdasarkan subjek yang sama. Hal tersebut dikarenakan nilai *pitch* sangat bergantung pada tingkat intonasi suara yang diucapkan. Sehingga tingkat analisis statistik *pitch* kurang akurat dibandingkan analisis *formant* dan spektrogram dalam melakukan *voice identification*[14].

F. Metode Analisis ANOVA

Analysis of variances menghitung nilai – nilai formant 1, formant 2, formant 3, dan formant 4 berdasarkan statistik suara barang bukti dan suara subyek perbandingan [14]. Metode ANOVA merupakan bagian dari *spreadsheet tools* yang berguna untuk mencari nilai *probabillity* yang berasal dari dua atau lebih *sample* data yang terkategori atau dikelompokkan.

Tabel 1. Analisis Keseluruhan Formant dengan *One – Way ANOVA*

Jenis Formant	Ratio F	P value	F critical	Conclusion
Formant 1	0.98	0.55	3.98	Accepted
Formant 2	8.95	0	3.98	Rejected
Formant 3	1.39	0.24	3.98	Rejected
Formant 4	2.74	0.1	3.98	Rejected

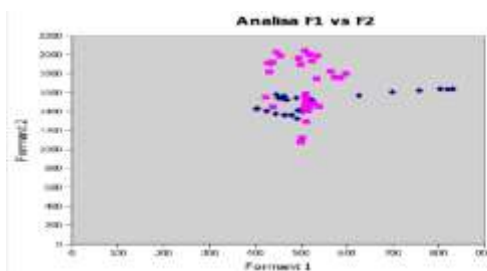
Metode Anova menunjukkan tingkat perbedaan nilai kelompok data dari masing – masing formant dari suara barang bukti dan suara subyek perbandingan yang ditandai dengan perbandingan *ratio F*, *F critical*, dan nilai probabilitas (*P – value*). Anova menggunakan tingkat signifikan 0.05 untuk nilai probabilitas yang mencapai keputusan yang benar pada setiap perbandingan tunggal adalah 0.95. Dengan demikian kesimpulan dari analisa metode ini memiliki tingkat akurasi pengenalan 95% [14][17][18].

G. Analisis Bandwidth

Analisis *bandwidth* menggunakan aplikasi *pitch shift* atau subyek berbicara dengan menggunakan intonasi suara dan aksan yang berbeda untuk suara subyek pembanding[14].

H. Analisis Graphical Distribution

Analisis ditujukan untuk menggambarkan bentuk grafis pola penyebaran atau distribusi masing – masing nilai formant guna melihat tingkat perbedaan distribusi nilai formant suara barang bukti dan suara pembanding. Jika terdapat nilai menyimpang dalam hasil analisa formant dan membuat hasil kesimpulan yang keliru maka analisis *graphical distribution* ini dapat mengoreksi kesimpulan analisa yang keliru[14].



Gambar 3. menunjukkan bahwa formant 1 dan formant 2 antara suara Test 1 dan Test 2 memiliki perbedaan pada tingkat penyebarannya

Pada contoh gambar analisis grafik distribusi tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa nilai formant antara suara barang bukti dengan suara pembanding tidak identik dikarenakan grafis menyebar dengan lebar. Analisis ini menggunakan aplikasi *Gnumeric* untuk memetakan persebaran grafisnya.

I. Analisis Spektrogram

Analisis ini menunjukkan pola umum yang khas pada kata yang diucapkan pada pola khusus yang khas pada masing – masing suku kata yang dianalisis. Spektrogram memvisualisasikan suara untuk dapat di analisa. Pola pola khas tersebut termasuk dalam analisis tingkatan energi (*bandwidth*) masing – masing *formant*[14]. Jika pola – pola tersebut untuk pengucapan kata – kata tertentu dari suara barang bukti dan suara subyek pembanding tidak menunjukkan perbedaan, maka dapat disimpulkan kedua suara tersebut adalah identik.

E. K. Likelihood Ratio

Melakukan metode analisis dengan detail yang lebih dalam terhadap analisis statistik *formant* dan *bandwidth* yaitu dengan menggunakan metode analisis *likelihood ratio* (LR) atau rasio kemiripan[14]. Rumus *likelihood ratio* adalah sebagai berikut [13][15]

$$LR) = \frac{p(E|H_p)}{p(E|H_d)} \quad (1)$$

$$p(E|H_d)$$

$p(E|H_p)$ merupakan hipotesis tuntutan suara rekaman barang bukti dan suara subyek pembanding

dari orang yang sama. $p(E|H_d)$ merupakan hipotesis suara perlawanan yaitu suara barang bukti dan suara pembanding berasal dari orang yang berbeda. $p(E|H_p)$ berasal dari p – value anova, sedangkan $p(E|H_d) = 1 - p(E|H_p)$.

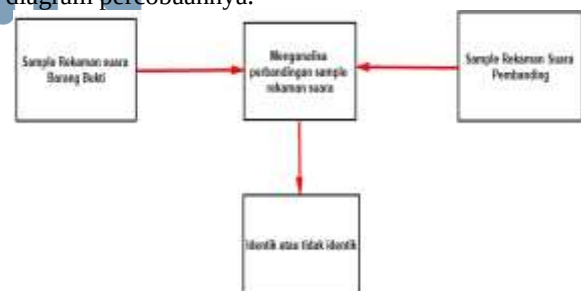
Tabel 2. Hasil Analisis *likelihood ratio* (LR) yang mendukung hipotesis $p(E|H_p)$

Formant Kata Saya	P – value = $p(E H_p)$	$p(E H_d)$	LR	Verbal statement
Formant 1	0.667888	0.332112	2.011029	VeryStrong evidence to support
Formant 2	0.000051	0.999949	0.000051	Moderately evidence to support
Formant 3	0.001159	0.998841	0.001160	Moderate evidence to support
Formant 4	0.068215	0.931785	0.073208	Strong Evidence to support
Formant 5	0.000000	1.000000	0.000000	Limited evidence to support

Jika $LR > 1$ maka mendukung $p(E|H_p)$, jika $LR < 1$ maka $p(E|H_d)$ yang didukung. Nilai $p(E|H_p) > 0.5$ untuk dapat menyimpulkan bahwa suara barang bukti dan suara pembanding identik. Analisis *likelihood ratio* ini dapat digunakan untuk memperkuat hasil analisis Anova yang diperoleh sebelumnya dikarenakan metode ini dapat menjelaskan tingkatan *likelihood ratio* yang mendukung proses penuntutan maupun hipotesis perlawanan [14][15].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang cara percobaan dari analisa *sample* rekaman suara. Berikut merupakan diagram percobaannya.



Gambar 4. Diagram Percobaan

Diagram diatas menunjukkan langkah – langkah yang dilakukan untuk menganalisa suatu barang bukti rekaman suara berdasarkan penelitian penulis.

A. Analisis Formant Bandwidth

Pada metode ini, penyidik menganalisa komponen suara dari suatu rekaman barang bukti. Yang digunakan adalah mengolah nilai data dari *formant* & *bandwidth* dan dilakukan perbandingan statistik nilai p – value yang menggunakan *one way ANOVA*.

Kemudian menambahkan grafik terdistribusi sebagai penunjang identik atau tidaknya suatu rekaman barang bukti suara. Sebelum rekaman barang bukti dan pembandingan dianalisa, terlebih dahulu rekaman suara tersebut harus dipenggal menjadi beberapa kata. Jumlah kata yang dipenggal dari suatu rekaman suara minimal adalah 20 kata. Hal ini ditujukan untuk mencari kesamaan suara dari tiap – tiap kata.

time (s)	formant	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)	F5 (Hz)	F6 (Hz)
0.025774	6	705.549	141.458	1182.622	1498.961		
0.032024	5	727.936	82.476	1028.430	1484.198		
0.036274	5	715.513	89.891	1183.595	404.006	3139.420	
0.044524	5	742.242	84.693	1299.799	435.874	2668.739	
0.050774	5	763.741	73.314	1181.082	4997.477		
0.057024	5	767.082	67.195	1375.727	304.722	1806.980	
0.063274	5	764.334	56.901	1341.472	276.089	2031.078	
0.069524	5	755.202	50.830	1346.711	229.248	2512.854	
0.075774	5	743.435	53.762	1324.402	236.980	2653.847	
0.082024	5	737.143	60.151	1322.783	338.490	2609.374	
0.088274	5	728.746	67.469	1343.853	443.459	2775.447	
0.094524	5	705.512	68.912	1335.838	342.256	2905.812	
0.100774	5	702.292	67.207	1281.859	951.688	2917.641	
0.107024	5	702.114	61.026	1517.909	1213.402		
0.113274	5	681.349	70.154	1818.346	1213.306		
0.119524	5	679.579	106.393	1637.404	3100.760		
0.125774	4	644.313	145.042	2149.154	321.595	3551.476	
0.132024	5	578.194	143.227	2115.693	120.840	3041.238	
0.138274	5	556.434	89.592	2119.430	73.007	3041.061	
0.144524	5	537.746	86.432	2152.307	55.245	3230.136	
0.150774	5	546.312	113.893	2193.941	86.983	2700.715	
0.157024	5	521.746	113.065	2201.186	86.793	2786.039	

Gambar 5. Tabulasi *formant* dan nilai – nilai *bandwidth*

Nilai – nilai *formant* ini berguna sebagai bahan analisa statistik dengan menggunakan teknik analisa *one way ANOVA*.

time (s)	formant	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)	F5 (Hz)	F6 (Hz)
0.025774	6	705.549	141.458	1182.622	1498.961		
0.032024	5	727.936	82.476	1028.430	1484.198		
0.036274	5	715.513	89.891	1183.595	404.006	3139.420	
0.044524	5	742.242	84.693	1299.799	435.874	2668.739	
0.050774	5	763.741	73.314	1181.082	4997.477		
0.057024	5	767.082	67.195	1375.727	304.722	1806.980	
0.063274	5	764.334	56.901	1341.472	276.089	2031.078	
0.069524	5	755.202	50.830	1346.711	229.248	2512.854	
0.075774	5	743.435	53.762	1324.402	236.980	2653.847	
0.082024	5	737.143	60.151	1322.783	338.490	2609.374	
0.088274	5	728.746	67.469	1343.853	443.459	2775.447	
0.094524	5	705.512	68.912	1335.838	342.256	2905.812	
0.100774	5	702.292	67.207	1281.859	951.688	2917.641	
0.107024	5	702.114	61.026	1517.909	1213.402		
0.113274	5	681.349	70.154	1818.346	1213.306		
0.119524	5	679.579	106.393	1637.404	3100.760		
0.125774	4	644.313	145.042	2149.154	321.595	3551.476	
0.132024	5	578.194	143.227	2115.693	120.840	3041.238	
0.138274	5	556.434	89.592	2119.430	73.007	3041.061	
0.144524	5	537.746	86.432	2152.307	55.245	3230.136	
0.150774	5	546.312	113.893	2193.941	86.983	2700.715	
0.157024	5	521.746	113.065	2201.186	86.793	2786.039	

Gambar 6. Nilai *formant* dan *bandwidth*

Nilai *formant* dan *bandwidth* yang dihasilkan tersebut terdiri dari nilai rekaman suara barang bukti dan pembandingan yang setelahnya dianalisa menggunakan teknik ANOVA. Setelah dilakukan analisa, akan muncul nilai *f*, *f critical*, dan *p – value*.

SS	df	MS	F	P-value	F critical
Source of Variation					
Between Groups	88748538128.705	1.88748538128.705	11.3281196838115	1.87998752116498E-095	3.89363988112119
Within Groups	6247673279476.13	188.43936473474.8674			
Total	6155224763804.83	181			

SS	df	MS	F	P-value	F critical
Source of Variation					
Between Groups	585188968.7576	1.585188968.7576	1.338194282298	0.30443948142271	3.89363988112119
Within Groups	2872654993811.3	181			
Total	2872654993811.3	181			

Gambar 7. Hasil ANOVA nilai *F*, *F critical*, & *P – value*

Pada gambar 9 terlihat nilai ANOVA dari *F1(formant 1)* dan *F2(formant 2)*. Cara mengetahui apakah perbandingan rekaman suara tersebut identik atau tidak adalah cukup dengan melihat *p – value*. Nilai *p – value* yang dibutuhkan harus sama atau lebih dari 0.5. Cara lainnya juga dapat melihat dari perbandingan nilai *F* dan *F critical*. Jika nilai *F* lebih kecil dari *F critical* maka dapat menunjukkan kedua kelompok data yang dibandingkan dan dianalisa menggunakan teknik ANOVA memiliki kesamaan. Untuk menarik kesimpulan Analisis ANOVA *formant* cukup melihat pada nilai *F1* dan *F2*, karena pada 2 nilai frekuensi *formant* tersebut terdapat frekuensi suara pembicara yang lebih jelas. Untuk nilai *bandwidth* hanya digunakan sebagai penunjang jika subjek suara pembandingan memberikan suara intonasi yang berbeda.

F. Analisis Spektrogram

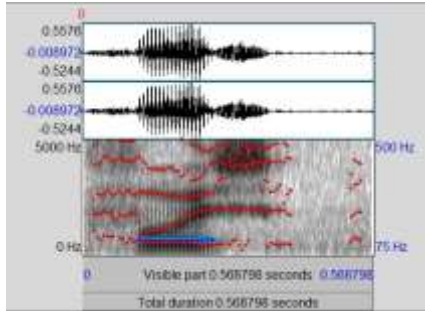
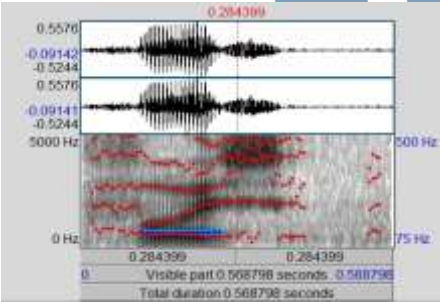
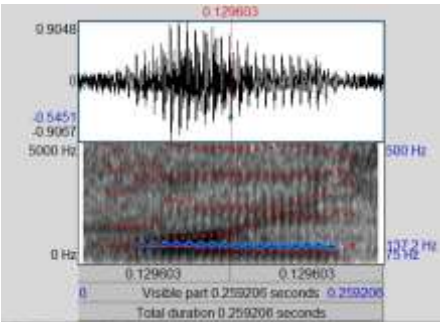
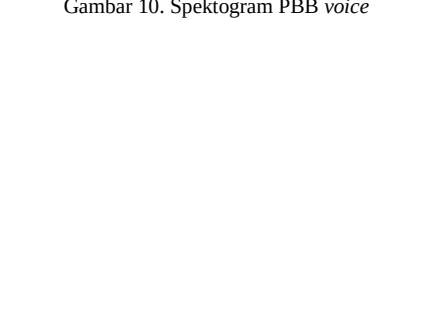
Dari hasil analisis ini akan kita lihat pola energi atau *formant bandwidth* suatu rekaman suara. Karena *formant bandwidth* dapat menentukan kejelasan suara, semakin kecil *bandwidth* – nya semakin jelas suaranya[10]. Kualitas *microphone* pada perekam suara dapat mempengaruhi nilai frekuensi suara. Semakin baik kualitasnya maka nilai frekuensi yang akan dianalisa akan semakin mudah. Pola energi suara atau *bandwidth* yang tercatat pada spektrogram juga akan semakin jelas[1].

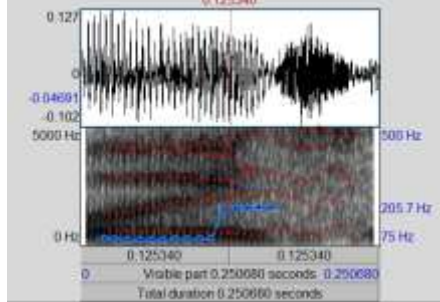
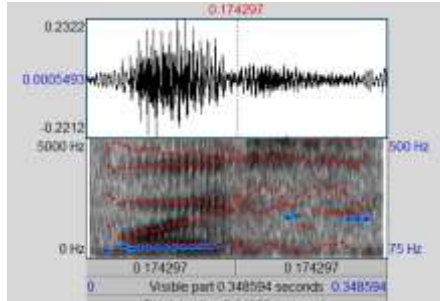
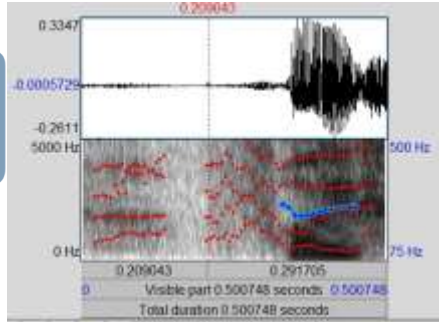
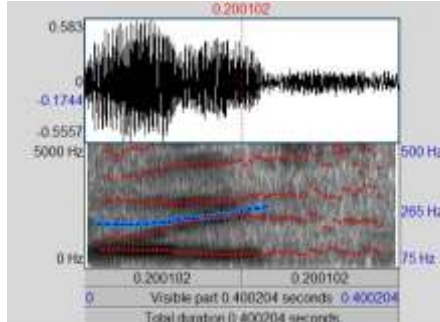
G. Hasil Analisis

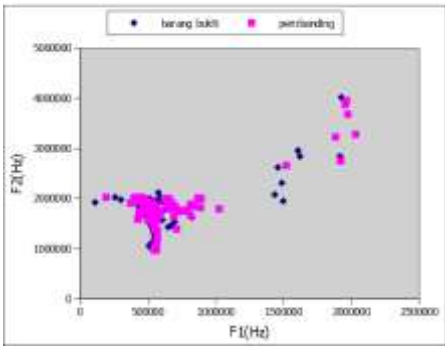
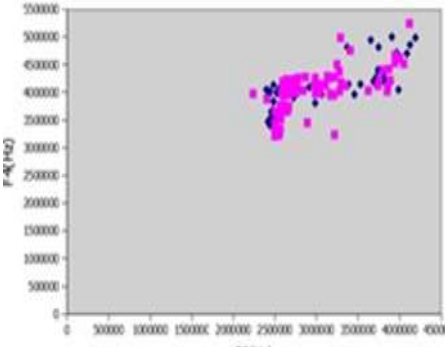
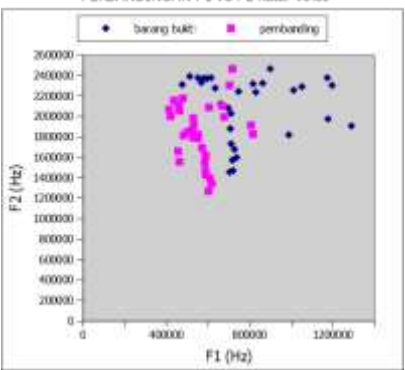
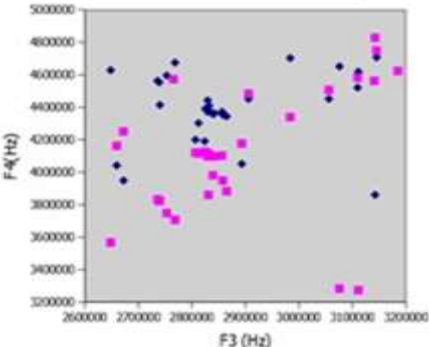
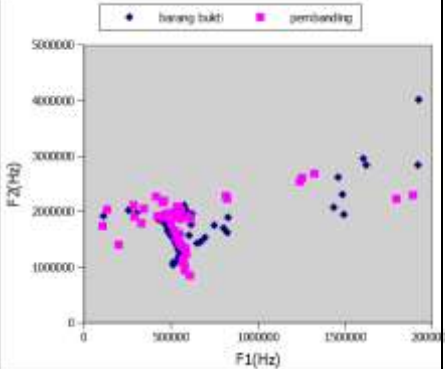
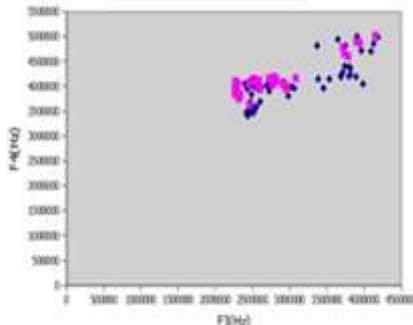
Tabel 3 menunjukkan hasil analisis rekaman suara menggunakan analisis *pitch* dan *formant bandwidth* menggunakan metode ANOVA. Pada tabel III, penggalan kata yang dianalisa adalah kata:voice yang memiliki nilai *F1* sebesar 0.9 dan *F2* 0.8. Penggalan kata tersebut diambil dari 6 *sample* suara. Pada spektrogram subyek pembandingan *voice A* dapat disimpulkan bahwa *sample* tersebut identik dengan spektrogram barang bukti karena memiliki pola energi yang relatif sama dibandingkan dengan spektrogram *sample* suara subyek pembandingan yang lain. Lalu pada

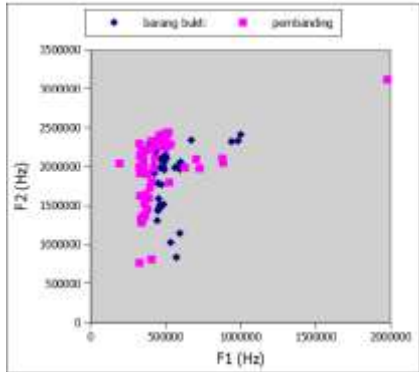
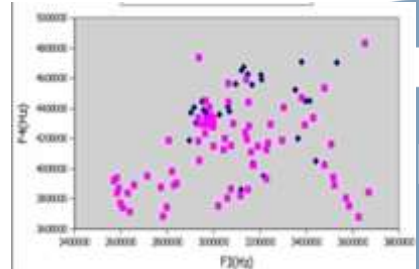
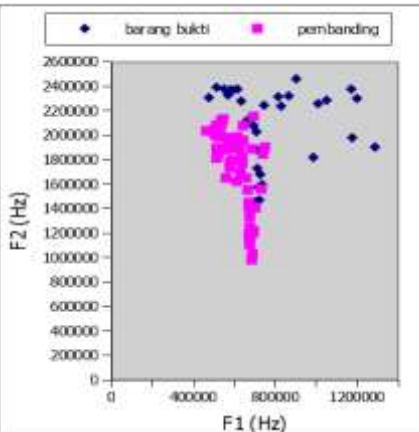
nilai statistik *pitch sample voice* A memiliki selisih yang sedikit antara nilai minimum, *maximum*, dan *mean pitch*. Kemudian ditunjang dengan data grafik distribusi dimana titik – titiknya saling berdekatan dan bertindihan sehingga berdasarkan analisis *formant bandwidth* kata tersebut dinyatakan identik.

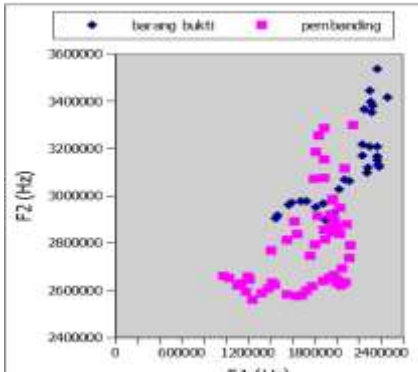
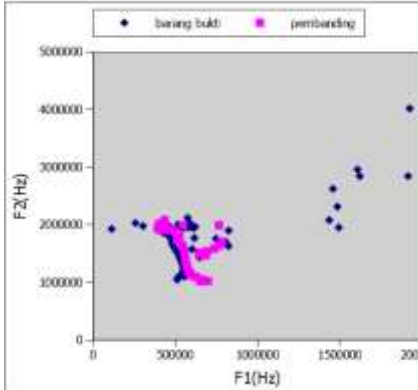
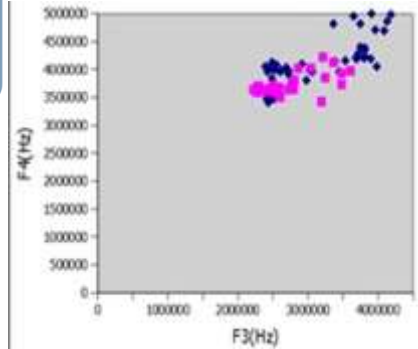
Tabel 3. Hasil analisis *spektrogram* dan nilai *pitch*

Nilai Statistik Pitch	A. Gambar Spektrogram
F0 BB Min : 112.38 Hz Max : 118.48 Hz Mean : 117.32 Hz	 Gambar 8. Spektrogram BB voice
F0 PBA Min : 129.14 Max : 131.65 Hz Mean : 130 Hz	 Gambar 9. Spektrogram PBA voice
F0 PBB Min : 134.34 Max : 142.10 Hz Mean : 138.41 Hz	 Gambar 10. Spektrogram PBB voice
F0 PBC Min : 96.9 Hz Max : 211.46 Hz Mean : 134.67 Hz	

Nilai Statistik Pitch	A. Gambar Spektrogram
F0 PBD Min : 96.9 Hz Max : 221.9 Hz Mean : 140.2 Hz	 Gambar 11. Spektrogram PBD voice
F0 PBE Min : 229.41 Hz Max : 270.5 Hz Mean : 249.8 Hz	 Gambar 12. Spektrogram PBE voice
F0 PBF Min : 221.19 Hz Max : 283.02 Hz Mean : 241.09 Hz	 Gambar 13. Spektrogram PBE voice
Nilai Formant Bandwidth ANOVA	 Gambar 14. Spektrogram PBF voice

Nilai Statistik Pitch	A. Gambar Spektrogram
	B. Gambar Grafik Terdistribusi
F1 : 0.9 F2 : 0.5	 Gambar 15. Grafik distribusi F1 VS F2 Kata Voice A
F3 : 0.8 F4 : 0.7	 Gambar 16. Grafik distribusi F3 VS F4 Kata Voice A
F1 : 1.4 F2 : 0	 Gambar 17. Grafik distribusi F1 vs F2 Kata Voice B
F3 : - F4 : 0.2	
F1 : 0.1 F2 : 0.8	 Gambar 18. Grafik distribusi F3 vs F4 Kata Voice B
F3 : - F4 : -	 Gambar 19. Grafik distribusi F1 vs F2 Kata Voice C
F1 : 0 F2 : 7.8	 Gambar 20. Grafik distribusi F3 vs F4 Kata Voice C
F3 : 0.2 F4 : -	

Nilai Statistik <i>Pitch</i>	A. Gambar Spektrogram
F1 : 1.3 F2 : 8.6	"PERBANDINGAN F1 VS F2 Kata: Bandwidth  Gambar 21. Grafik distribusi F1 vs F2 Kata Voice D
F3 : - F4 : -	 Gambar 22. Grafik distribusi F3 vs F4 Kata Voice D
F1 : 0 F2 : 0	"PERBANDINGAN F1 VS F2 Kata: Voice  Gambar 23. Grafik Distribusi F1 vs F2 Voice E
F3 : - F4 : -	

Nilai Statistik <i>Pitch</i>	A. Gambar Spektrogram
	PERBANDINGAN F2 VS F3 Kata: Voice  Gambar 24. Grafik Distribusi F3 vs F4 Voice E
	"PERBANDINGAN F1 VS F2 Kata: Voice  Gambar 25. Grafik Distribusi F1 vs F2 Voice F
	 Gambar 26. Grafik Distribusi F3 vs F4 Voice F

IV. SIMPULAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan 6 sample rekaman suara dengan 2 subyek suara laki – laki dan perempuan dan 1 rekaman suara yang identik dengan masing – masing gender. Variasi sample rekaman suara masih memiliki keterbatasan sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut. Analisis pengenalan suara yang digunakan untuk menentukan identik atau tidaknya *sample* barang bukti dalam audio forensik yang dilakukan penelitian ini menggunakan dua

metode utama, yaitu metode analisa *formant bandwidth* dan analisis *likelihood ratio*. Dibutuhkan penggalan kata yang banyak dari rekaman suara untuk mendapatkan nilai frekuensi komponen suara, karena semakin banyak kata yang dipenggal untuk dianalisa maka kemungkinan untuk mendapatkan nilai yang identik akan semakin besar. Tingkatan konfidensi dalam melakukan *sampling* adalah 90%, 95%, dan 99%. Secara *default* tingkat konfidensi yang digunakan pada metode Anova dan *likelihood ratio* adalah 95% dengan *error rate* sebesar 0.05 [17][18].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dittmann, Jana Universit, Otto-von-guericke Prof, Germany Katzenbeisser, Stefan Universit, Technische Prof, Germany Craver, Scott A States, United, "Statistical Patterns for Audio Forensics" Germany, 2013.
- [2] U. Analisa, S. Pada, and B. Bukti, "TEKNIK FORENSIKA AUDIO UNTUK ANALISA," March, 2017.
- [3] R. R. Huizen, N. Ketut, D. Ari, and D. P. Hostiadi, "Model Acquisisi Rekaman Suara Pebanding Di Audio Forensik," 2016.
- [4] A. Aligarh, C. Hidayanto, S. Si, and M. Kom, "Implementasi Metode Forensik dengan Menggunakan Pitch , Formant , dan Spectrogram untuk Analisis Kemiripan Suara Melalui Perekam Suara Telepon Genggam Pada Lingkungan yang Bervariasi," Jurnal Teknik ITS, vol. 5, no. 2, 2016.
- [5] "Audio Forensic History - Lets Share." [Online]. Available: <http://ilmuta.weebly.com/audio-forensic/audio-forensic-history>. [Accessed: 28-Mar-2017].
- [6] A. Rifa'i and S. Sukiswo Supeni Edi, "Unnes Physics Journal," Unnes Phys. J., vol. 2, no. 1, pp. 18–23, 2013.
- [7] "Growing Smart With Information: Audio Forensik: Teori dan Metode Analisis." [Online]. Available: <http://hyperpost.blogspot.co.id/2016/10/audio-forensikteori-dan-metode-analisis.html>. [Accessed: 28-Mar-2017].
- [8] E. Primeau, "What is Audio Forensics?" [Online]. Available: <http://www.audioforensicexpert.com/what-is-audio-forensics/>. [Accessed: 28-Mar-2017].
- [9] E. Primeau, "Voice Identification Analysis Services." [Online]. Available: <http://www.audioforensicexpert.com/services/voice-identification-analysis-services/>. [Accessed: 28-Mar-2017].
- [10] Mehmet Mehdi Karakoc, "Visual and Auditory Analysis Methods for Speaker Recognition in Digital Forensic", 2017.
- [11] Primeau, "Audio Forensic Transcription Service." [Online]. Available: <http://www.audioforensicexpert.com/services/audio-forensic-transcription-services/>. [Accessed: 28-Mar-2017].
- [12] R. C. Maher, "Audio forensic examination," IEEE Signal Process. Mag., vol. 26, no. 2, pp. 84–94, 2009.
- [13] Mathur, Surbhi Sk, Choudhary Jm, Vyas, "Speaker Recognition System and its Forensic Implications" vol.2, 2013.
- [14] M. N. Al-Azhar, Digital Forensic : Panduan Praktis Investigasi Komputer, Digital Fo. Jakarta: Salemba Infotek, 2012.
- [15] P. S. Identification, "Speaker Identification system," pp. 1–7, 2012.
- [16] <http://docplayer.info/63560228-Perbandingan-media-rekam-suara-portable-dengan-berbagai-macam-sumber-suara-sebagai-barang-bukti-dalam-forensika-digital.html>
- [17] Montgomery, Douglas C, "Design and Analysis Eight Edition" 2013.
- [18] Murray Aitkin, Francis Brian, John Hindie, "Statistical Modelling in GLIM Second Edition" 2005.

Prediksi *Slippage* menggunakan Metode Regresi

Berkah Hani

School of Engineering and Technology: Petroleum Engineering, Tanri Abeng University, Jakarta, Indonesia
berkah.hani@tau.ac.id

Diterima 31 Oktober 2018
Disetujui 21 Desember 2018

Abstract — Many pump slippage formula have been developed over the years. Most of these formulas over predict the pump slippage and a more accurate formula is needed. A new method for calculating slippage is introduced by now. Using an average velocity to determine slippage value and also the position of *plunger* against barrel (concentric and eccentric position) are studied in this new method formula. A formula which is has the lowest value will be used as method selection in this research. The formula will show that high or low pump slippage will make an impact to pump efficiency which is directly connected to production optimization. Slippage is important for lubricant around plunger inside the barrel. The accuracy slippage maximizes oil production. This paper explained several regression methods to predict slippage value. Several regression methods that is used for example Huber estimation, Ordinary Least Square, Theil-Sen Estimation, RANSAC estimation and Support Vector Machine-Regression. The result shows using SVR give the better result quantitatively compared to other linear regression algorithms.

Index Terms—*Slippage prediction, Huber Estimation, Linear Regression, Support Vector Regression, Theil-Sen Estimation, RANSAC-Estimation*

I. PENDAHULUAN

Slippage berpengaruh terhadap lubrikasi di sekitar *plunger*, efisiensi pompa yang dihasilkan sehingga memaksimalkan laju produksi minyak yang lebih optimal. Sayangnya perhitungan saat ini memberikan nilai hasil yang jauh melebihi dari hasil *slippage* yang ada pada data lapangan.

Perhitungan – perhitungan yang sebelumnya memperlihatkan hasil jauh melebihi harga *slippage actual* dilapangan. Hal ini menyebabkan efek yang besar pada desain peralatan pompa yang akan dipersiapkan pada sumur tertentu. Dan tentu saja pada bagian penting yaitu sistem lubrikasi yang kurang memadai pada saat terjadi gesekan antara *plunger* dan *barrel*. Hal ini dapat membahayakan jika terjadi pergesekan yang terlalu sering sehingga dapat menimbulkan percikan api. Hal inilah yang harus dihindari sedini mungkin [1], [2].

Beberapa penelitian yang mencoba menyelesaikan permasalahan perhitungan *slippage*: Robinson[1], Davis, Reekstin dan Stearn [2] dan Arco-Harbinson Fisher[3]. Metode-metode yang diajukan merupakan turunan sebelumnya dan hasilnya selalu *over* dari data yang ada. Dikarenakan hal inilah dikemukakan metode statistik yang dianggap dapat melakukan prediksi terhadap *slippage value*. Metode-metode regresi dipilih dikarenakan metode ini baik dalam melakukan prediksi nilai dan pengajuan beberapa metode yang *robust* terhadap *outlier* juga diharapkan memberikan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan pendekatan matematis seperti penelitian sebelumnya.

Artikel ilmiah ini dibagi menjadi 5 bagian dimana Bagian 1 adalah pendahuluan, Bagian 2 merupakan landasan teori. Bagian 3 merupakan eksperimen, Bagian 4 hasil eksperimen dan Bagian 5 kesimpulan.

II. LANDASAN TEORI

A. *Slippage*

Slippage adalah banyak cairan (dalam *barrel/day*) disekeliling *plunger* didalam *barrel* yang berguna untuk lubrikasi *plunger* tersebut dari gesekan yang terjadi antar plat yaitu *barrel* dan *plunger*

Slippage yang sesuai adalah keseimbangan antara lubrikasi pompa yang mampu memperpanjang umur pompa tersebut dengan efisiensi volume pompa. Efisiensi volume pompa dijelaskan sebagai banyaknya fluida yang terdisplesi per *stroke* dibagi dengan teori perhitungan *displacement* pompa.

Pada saat *upstroke*, terjadi perbedaan tekanan yang besar di sekeliling *plunger*, yang membuat fluida bergerak diantara *plunger* dan *barrel*. Fluida yang mengalir di antara *plunger* dan *barrel* disebut *pump slippage* dan ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi lubrikasi dan efisiensi pompa tersebut.

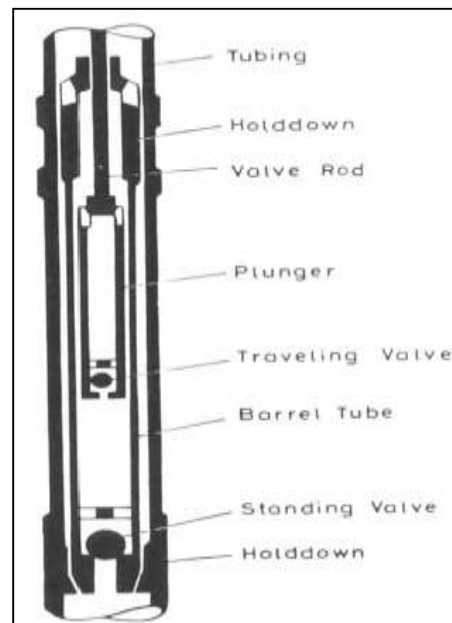
Ketepatan dari banyaknya lubrikasi pompa merupakan salah satu faktor yang dapat memperpanjang umur pompa. Faktor lain yang mempengaruhi efisiensi pompa adalah terjepitnya *plunger* yang berada didalam *barrel* dapat memperpendek dari panjang *stroke actual* pompa.

Penyebab terjepitnya *plunger* dikarenakan *clearance* antara *plunger* dan *barrel* tidak tepat. Jika *clearance* terlalu kecil maka kesempatan *plunger* untuk terjepit di dalam *barrel* lebih besar dan juga jika *clearance* terlalu besar, produktifitas dari sumur tersebut menjadi rendah. *Clearance* yang ada harus memiliki area yang cukup agar fluida yang mengalir sesuai dengan banyaknya kebutuhan *slippage* yang diperlukan untuk melubrikasi pompa tersebut. Pasir dan partikel lainnya harus dapat melewati jarak yang ada diantara *plunger* dan *barrel*.

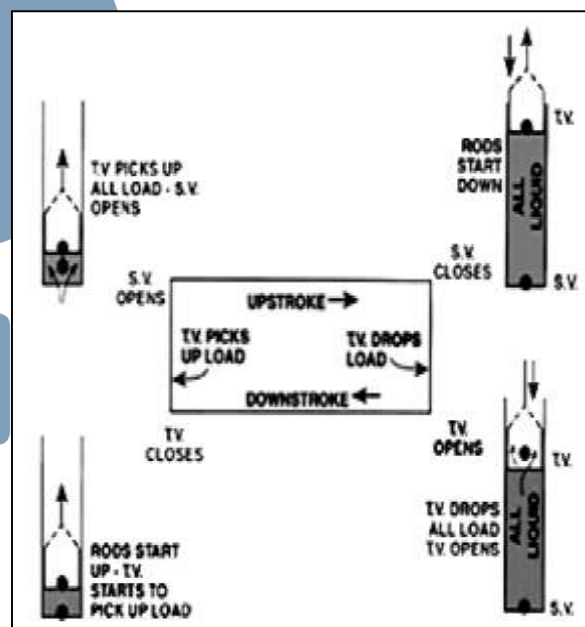
Standarisasi dari banyaknya *slippage* yang dibutuhkan yaitu berkisar antara 2% - 10% dari total laju produksi sumur per hari untuk melubrikasi *plunger* pada pompa. Maka dari itu diperlukan perhitungan untuk menghitung besar *clearance* yang dibutuhkan atau ukuran persentase *slippage* yang akan mempengaruhi ukuran *plunger* pompa [4].

B. Cara Kerja Plunger Pump

Plunger pump terdiri dari beberapa bagian utama yaitu; *barrel*, *plunger*, *traveling valve* dan *standing valve*. Gambar 1 [2] menggambarkan beberapa tipe *plunger pump*. *Traveling valve* dihubungkan ke *plunger*, jadi pada saat *plunger* bergerak ke atas, *traveling valve* akan menutup. Fluida tidak akan mengalir kembali melalui *plunger*. Saat bersamaan, *standing valve* akan terbuka dan fluida mengalir kedalam *barrel* yang berada dibawah *plunger*. Dan ketika *plunger* mencapai titik tertinggi dari siklus *up stroke*, maka secara otomatis *plunger* kembali bergerak kebawah untuk memulai proses *down stroke*. Pada proses ini, *traveling valve* akan terbuka dan *standing valve* otomatis tertutup, mendesak fluida masuk kedalam dan membuka *traveling valve* dan terus bergerak keluar *plunger*. Saat *plunger* mencapai titik terendah, maka proses *down stroke* berakhir dan memulai proses *up stroke*. Begitu seterusnya sebagai suatu sistem *up stroke* dan *down stroke*. Hal ini dapat kita lihat pada gambar 2 [2].



Gambar 1. Diagram *plunger pump*.



Gambar 2 *Plunger pump cycle*

C. Regresi

Linear Regresi memiliki fungsi yang dapat dilihat pada persamaan (1): [5]

$$\hat{y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (1)$$

Dimana $\hat{y}$ adalah hasil prediksi dari target, b_0 adalah intersep, b_1 - b_n adalah koefisien regresi dan X adalah fitur yang ada

Metode-metode regresi yang digunakan adalah:

1. Ordinary Least Square (OLS)

Metode OLS merupakan metode sederhana yang digunakan dalam pembuatan koefisien regresi, sayangnya metode ini tidak terlalu robust terhadap outlier. Perumusan untuk OLS dapat dilihat pada persamaan 2:[5]

$$b = (X_i^T \cdot X_i)^{-1} X_i^T Y \quad (2)$$

Dimana Y adalah target.

2. Huber Estimation

Huber estimation memberikan linear loss kepada data sehingga dapat diketahui apakah data tersebut adalah outlier atau bukan. Berbeda dengan Theil-Sen dan RANSAC yang mengabaikan outlier, Huber estimation menganggap bahwa outlier memiliki arti dalam pembuatan model akan tetapi metode ini memberikan weight yang lebih sedikit terhadap data yang dianggap sebagai outlier [6]. Loss Function untuk Huber Estimation dapat dilihat pada persamaan (3) dan (4):[7]

$$\min_{w, \sigma} \sum_{i=1}^n \left(\sigma + H_{\epsilon} \left(\frac{X_i w - y_i}{\sigma} \right) \sigma \right) + \alpha \|w\|_2^2 \quad (3)$$

Dimana:

$$H_{\epsilon}(z) = \begin{cases} z^2, & \text{if } |z| < \epsilon, \\ 2\epsilon|z| - \epsilon^2, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

Dimana nilai w dan σ adalah parameter yang perlu dioptimalkan

3. Theil-Sen Estimation

Theil-Sen estimation merupakan salah satu metode yang robust terhadap outlier, metode ini didapatkan dengan cara menghitung slopes dan intercept dari sub-population untuk semua kombinasi populasi [8]. Theil-Sen Estimation sering disebut dengan generalized-median-estimator[9]. Fungsi Theil-Sen Estimator dapat dilihat pada persamaan (5):[8]

$$b = \text{Med}\{Y_i - Y_j / X_i - X_j : X_i \neq X_j, 1 \leq i < j \leq n\} \quad (5)$$

Dimana $\text{Med}\{B_j : j \in J\}$ melambangkan median dari $\{B_j : j \in J\}$

4. Random Sample Consensus (RANSAC)

Random Sample Consensus estimation adalah salah satu algoritma metode robust regression selain Huber ataupun Theil-Sen. Metode ini digunakan untuk mengestimasi parameter dengan akurasi yang tinggi walaupun memiliki banyaknya outlier pada dataset [10].

Algoritma RANSAC memiliki dua tahapan yang penting yaitu[11]:

1. Pada tahapan pertama, sebuah sampel subset dari data dipilih secara acak dari input dataset.

Pencarian model dan dilakukan pada subset sampel.

2. Pada tahapan kedua, algoritma mengecek elemen dari semua dataset yang berpengaruh terhadap pengestimasi model yang dilakukan pada tahapan pertama. Data yang tidak masuk di dalam fit dalam model akan dianggap sebagai outlier

5. Support Vector Machine - Regression (SVR)

Support Vector Machine - Regression merupakan salah satu metode yang bekerja pada bidang linear dan non-linear dimana dibagi menjadi linear, polynomial dan radial function. Metode SVR mengambil konsep yang sama dengan Support Vector Machine (SVM). Pada kasus regresi, margin of tolerance (epsilon) ditetapkan dalam aproksimasi ke SVM. Algoritma SVR lebih rumit dibandingkan dengan SVM akan tetapi secara sederhana SVR tetap melakukan minimize error, dan individualizing the hyperplane.

Fungsi Non-Linear SVR dapat dilihat pada persamaan (6) dan Kernel polynomial dan radial dapat dilihat pada persamaan (7) dan persamaan (8) secara berurutan [12].

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^N b_i K(X_i, X) \quad (6)$$

$$K(X_i, X_j) = (X_i \cdot X_j)^d \quad (7)$$

$$K(X_i, X_j) = \exp \left(-\frac{\|X_i - X_j\|^2}{2\sigma^2} \right) \quad (8)$$

Dimana K adalah kernel, d adalah pangkat polinom.

D. Evaluasi

Beberapa metode pengukuran evaluasi diajukan untuk menentukan keabsahan penelitian yang akan dilakukan. Metode pengukuran evaluasi yang diajukan adalah mean square error, coefficient determination, dan explained variance score.

Coefficient determination adalah proporsi dari variance dalam variabel dependent terhadap variabel independent. Persamaan coefficient determination dapat dilihat pada persamaan (9) [5]:

$$r^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{total}} \quad (9)$$

Dimana r^2 adalah coefficient determination, SS_{res} dan SS_{total} adalah sum of square residual dan total. Rumusan sum of square dapat dilihat pada persamaan (10) dan (11) [5]:

$$SS_{tot} = \sum_i (y_i - \hat{y})^2 \quad (10)$$

$$SS_{res} = \sum_i (y_i - \hat{f}_i)^2 \quad (11)$$

Dimana $\hat{f}_i$ adalah prediksi dari y dan $\hat{y}$ adalah *mean of target*.

Mean square error adalah estimator yang menghitung rata-rata dari *squares of error*. Rumusan mean square error dapat dilihat pada persamaan (12) [5].

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_1^n (Y_i - \hat{Y}_i) \quad (12)$$

Explained variance score adalah sebuah nilai untuk mengukur variance model terhadap data yang diberikan [5].

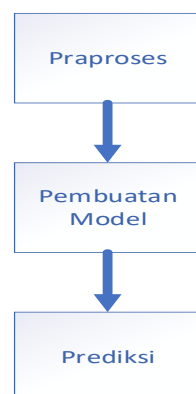
$$EVS = 1 - \left(\frac{Var(\hat{Y} - Y)}{Var(y)} \right) \quad (13)$$

Dimana Var adalah variance.

III. EKSPERIMEN

Metodologi penelitian ini dapat digambarkan dengan bagan seperti pada **Gambar 1**. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah preprocessing data dan pembuatan model dengan menggunakan beberapa metode regresi seperti *Huber Estimation*, *Theil-Sen Estimation*, *Ordinary Least Square*, *Support Vector Regression* dan *Random Sample Consensus* (RANSAC) *estimation* dan selanjutnya akan dilakukan prediksi

Data merupakan data yang diambil di lapangan, data diambil di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Data diambil dengan sebuah alat yaitu sonolog. Sonolog adalah sebuah alat yang digunakan pada sumur-sumur minyak untuk mengetahui ketinggian fluida dengan peralatan *acoustic* dengan bantuan peralatan penghasil gelombang/ *acoustic pulse generator*.



Gambar 3. Skema Eksperimen

A. Tahapan Preprocessing

Pada tahapan ini data yang didapat akan melalui proses pemilihan fitur yang dimana fitur yang terdiri atas:

1. Well
2. Barrel, Size OD
3. Barrel, Size ID
4. Plunger Size OD
5. Plunger Clearance
6. Plunger length (inch)
7. Plunger length (feet)
8. API
9. Sg Air
10. Sg Gas
11. BHP After Perfo
12. BHP Current
13. PIP Current
14. Qtest
15. Vdynamic

Dari fitur-fitur diatas yang digunakan adalah *Plunger Clearance* dan *Vdynamic*. Fitur ini dipilih disebabkan *Plunger clearance* dan *Vdynamic* memiliki keterikatan dalam menentukan *Slippage*.

Setelah pemilihan fitur yang akan digunakan tahap selanjutnya adalah menghapus data yang dianggap memiliki *outlier* dalam hal ini data-data yang memiliki fitur bernilai kosong akan dihapus. Selanjutnya proses normalisasi yang dilakukan pada fitur maupun nilai *slippage* nya, hal ini dilakukan untuk menormalisasikan nilai menjadi antara 0 sampai dengan 1.

B. Pembuatan Model

Pada proses pembuatan model akan dilakukan perbandingan beberapa metode regresi dan juga metode *Support Vector Regression*.

Pembuatan model dilakukan untuk menentukan sebuah model matematika yang tepat digunakan dalam memprediksi hasil *slippage*. Metode yang digunakan adalah *Huber Estimation*, *Theil-Sen Estimation*, *Ordinary Least Square*, *Support Vector Regression* dan *Random Sample Consensus* (RANSAC) *estimation*. Dimana semua metode tersebut merupakan metode yang mengabaikan *outlier* data yang diambil.

C. Pengukuran Evaluasi

Pada penelitian ini ada beberapa kondisi yang akan digunakan, salah satunya proses pelatihan dan pengujian akan menggunakan konsep 80% data untuk proses pelatihan dan 20 % data akan digunakan untuk proses pengujian. Proses ini akan dilakukan secara acak.

Pengukuran evaluasi yang dilakukan adalah menggunakan *mean square error*, *coefficient determination*, dan *explained variance score*.

IV. HASIL EKSPERIMEN

Pada penelitian ini akan menggunakan beberapa metode regresi dan perhitungan evaluasi. Tabel 1 – Tabel 3 memberikan hasil dari evaluasi menggunakan MSE, r^2 , dan *explained variance score*.

Tabel 1. Hasil MSE berbagai metode regresi

Metode	MSE
OLS	0.032
Huber	0.031
Theil-Sen	0.031
RANSAC	0.04
SVR	0.029

Tabel 2. Hasil r^2 berbagai metode regresi

Metode	r^2
OLS	-0.224
Huber	-0.185
Theil-Sen	-0.195
RANSAC	-0.555
SVR	-0.131

Tabel 3. Hasil *explained variance score* berbagai metode regresi

Metode	EVS
OLS	-0.214
Huber	-0.151
Theil-Sen	-0.185
RANSAC	-0.509
SVR	-0.001

Berdasarkan hasil evaluasi yang didapatkan pendekatan dengan konsep linear seperti metode regresi linear (OLS, Huber, Theil-Sen, dan RANSAC) memberikan hasil yang tidak memuaskan dibandingkan dengan menggunakan pendekatan non-linear seperti SVR. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1- Tabel 3 bahwa metode non-linear seperti SVR memberikan nilai MSE yang paling rendah sehingga tingkat kesalahan yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan metode linear yang diusulkan dan memiliki nilai r^2 dan *Explained variance score* tertinggi karena mendekati dengan probabilitas 1.

V. SIMPULAN DAN PENELITIAN SELANJUTNYA

Berdasarkan penelitian ini dapat dinyatakan bahwa metode regresi merupakan salah satu metode yang baik digunakan dalam memprediksi *slippage value*. Hasil terbaik didapatkan oleh menggunakan SVR

berdasarkan evaluasi hasil. Dengan adanya prediksi yang akurat pada perhitungan *slippage* diharapkan dapat memberikan gambaran lubrikasi yang tepat pada penggunaan pompa *plunger* yang dipakai. Hal ini tentu akan memberikan hasil optimasi produksi minyak yang baik tanpa ada gangguan seperti *sticking* alat jika persentase *slippage* yang ada *overpredict* atau terjadinya gesekan plat antar *plunger* dan *barrel* apabila persentase *slippage* yang ada kurang dari seharusnya. Pada penelitian selanjutnya akan dicoba menggunakan konsep *ensemble* terhadap nilai yang didapatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terimakasih untuk Felix Indra Kurniadi dari Universitas Tanri Abeng untuk memberikan masukan dan penjelasan mengenai komputasi dari setiap metode regresi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Robinson, "Economics of Pumping," *Drilling and Production Practice*. American Petroleum Institute, New York, New York, p. 6, 1935.
- [2] R. . Reekstin, "Minimizing Slippage in Subsurface Pumps," *Pet. Eng.*, vol. 32, pp. B23–B26, 1960.
- [3] R. Kyle Chambliss, L. Heinze, and R. M Sweazy, *PLUNGER LEAKAGE AND VISCOUS DRAG FOR BEAM PUMP SYSTEMS*. 2001.
- [4] B. Guo, *Petroleum Production Engineering, A Computer-Assisted Approach*, 1st Editio. Gulf Professional Publishing, 2007.
- [5] P. J. Rousseeuw and A. M. Leroy, *Robust Regression and Outlier Detection*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1987.
- [6] Scikit-learn, "Huber Regression." [Online]. Available: http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear_model.HuberRegressor.html#sklearn.linear_model.HuberRegressor. [Accessed: 30-Oct-2018].
- [7] P. J. Huber, J. Wiley, and W. InterScience, *Robust statistics*. Wiley New York, 1981.
- [8] X. Dang, H. Peng, X. Wang, and H. Zhang, "Theil-Sen Estimators in a Multiple Linear Regression Model." 2009.
- [9] Scikit-learn, "Theil-Sen estimator: generalized-median-based estimator." [Online]. Available: http://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#theil-sen-regression. [Accessed: 30-Oct-2018].
- [10] M. A. Fischler and R. C. Bolles, "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography," *Commun. ACM*, vol. 24, no. 6, pp. 381–395, Jun. 1981.
- [11] Wikipedia, "Random sample consensus." [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Random_sample_consensus. [Accessed: 30-Oct-2018].
- [12] S. Sayad, "Support Vector Machine - Regression." [Online]. Available: http://www.saedsayad.com/support_vector_machine_reg.htm. [Accessed: 31-Oct-2018].

Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah

Irfan Ardiansah^{1*}, Selly Harnesa Putri², Ardy Yusuf Wibawa³, Devi Maulida Rahmah⁴

^{1, 2, 4}Departemen Teknologi Industri Pertanian

³Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem

Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran

irfan@unpad.ac.id

Diterima 11 November 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstrak - Irigasi tetes adalah sebuah teknik irigasi yang berguna untuk menjaga kelembaban tanah dalam kondisi optimal dengan efisiensi pemakaian air sebesar 90 – 95%, karena dengan menggunakan teknik ini air yang digunakan sangat minimal untuk mengurangi evaporasi, aliran permukaan dan perkolasi, masalah utama dari teknik ini adalah jadwal pemberian air dan jumlah air yang diberikan sebab kebutuhan air setiap tanaman akan berbeda, ide dasarnya adalah membangun sebuah sistem irigasi tetes otomatis yang mengimplementasikan sensor kelembaban tanah. Sebelum membuat kendali otomatis perlu disiapkan sebuah jaringan irigasi tetes, ukuran emitter dan posisi penempatannya. Sistem otomatis kemudian diuji dalam rumah kaca dan merekam data-data yang diperlukan, setelah dilakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa sensor kelembaban tanah memiliki nilai korelasi 99.7% terhadap nilai kelembaban tanah teoritis, nilai efisiensi keseragaman irigasi (Cu) sebesar 96.01%, nilai keseragaman distribusi (SU) sebesar 94.85%, nilai koefisien keseragaman (CU) sebesar 93.01% dan dalam pengujian ini didapatkan bahwa 75% dari tanaman selada yang dipanen memenuhi standar dari Amazing Farm. Sewaktu sistem otomasi irigasi tetes ini diuji ditemukan pula bahwa sensor kelembaban tanah hanya bekerja baik selama 27 hari karena munculnya karat akibat terpapar oleh air.

Kata Kunci: Rumah Kaca, Kendali Otomatis, Evaporasi, Sensor Kelembaban Tanah, Efisiensi

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat akan diikuti dengan kebutuhan pangan yang ikut meningkat. Dalam usaha meningkatkan produktivitas pertanian, pemerintah telah membuat beberapa kebijakan, diantaranya melalui intensifikasi pertanian maupun ekstensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian dapat dilakukan antara lain dengan pengairan yang baik. Pemakaian air yang efisien dan efektif di segala bidang merupakan bagian dari persiapan untuk mengantisipasi ketidakseimbangan antara kebutuhan dengan ketersediaan air di masa mendatang [1].

Dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air yang merupakan salah satu faktor penentu dalam proses produksi pertanian maka daya saing dapat ditingkatkan, oleh karena itu investasi irigasi menjadi sangat penting dan strategis dalam rangka penyediaan air untuk pertanian [2].

Keuntungan dari penggunaan irigasi tetes diantaranya adalah tidak diperlukannya perataan lahan, hanya daerah perakaran yang terbasahi, mencegah terjadinya erosi, biaya tenaga kerja rendah, suplai air dapat diatur dengan baik, dan sistem pemupukan dapat dilakukan bersamaan dengan irigasi [3].

Sistem irigasi tetes yang dirancang dan dikelola dengan baik memiliki efisiensi 90 - 95%, artinya hanya 5% air yang hilang walaupun demikian jadwal irigasi, waktu pemberian air dan jumlah air yang diberikan menjadi masalah yang sangat kompleks. Faktor utama yang mempengaruhi jadwal irigasi adalah kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air tanaman merupakan sifat tanah yang menunjukkan kapasitas atau kemampuan menyimpan air tanaman di daerah perakaran [4].

Salah satu rancangan sistem irigasi tetes dapat menggunakan sistem kendali, baik secara manual ataupun otomasi. Sistem kendali otomasi adalah suatu alat atau kumpulan alat untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Dalam industri, sistem kendali merupakan sebuah sistem yang meliputi pengontrolan variabel-variabel seperti temperatur (*temperature*), tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), ketinggian (*level*), dan kecepatan (*speed*). Untuk mengimplementasikan teknik sistem kendali (*System Control Engineering*) dalam industri diperlukan beberapa keahlian atau keilmuan diantaranya pada bidang teknologi mekanik (*mechanical engineering*), teknik elektrik (*electrical engineering*), elektronika (*electronics*) dan sistem pneumatik (*pneumatic systems*) [5].

Tanaman yang akan diuji pada sistem irigasi tetes otomasi menggunakan tanaman selada keriting

(*Lactuca sativa*). Tanaman selada merupakan salah satu tanaman yang mempunyai arti penting dalam perekonomian masyarakat Indonesia. Sejak PJPT I (Pembangunan Jangka Panjang Tahap I), tanaman selada diimpor dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Pada PJPT II (Pembangunan Jangka Panjang Tahap II), perhatian akan pengembangan tanaman ini semakin pesat hingga kini komoditi selada Indonesia telah diekspor ke berbagai negara [6].

Pemilihan tanaman selada keriting karena jenis ini mempunyai bentuk yang lonjong dengan pertumbuhan yang meninggi dan daunnya lebih tegak dibandingkan daun selada yang umumnya menjuntai ke bawah. Pada tanaman sayuran 90% tubuh tanaman sayuran terdiri dari air, maka air menentukan berat dan hasil tanaman sayur. Kualitas hasil tanaman juga di tentukan oleh kualitas dan pengaturan air. Cacat yang ada pada hasil sayuran dapat ditelusur baik langsung ataupun secara tidak langsung berhubungan dengan kesalahan pengaturan pemberian air pada lahan penanaman [7]. Dengan adanya sistem kendali otomatis pada sistem irigasi tetes maka diharapkan jadwal irigasi, waktu pemberian air dan jumlah air yang diberikan dapat teratasi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka masalah yang muncul adalah bagaimana menjaga nilai kelembaban tanah sehingga kebutuhan air tanaman selalu dalam kondisi optimum dan mengendalikannya secara otomatis.

C. Tujuan Penelitian

Membangun sistem otomatis yang mampu menjaga kebutuhan air tanaman selalu dalam kondisi optimum berdasarkan nilai kelembaban tanah.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode rancang bangun. Proses perancangan dimulai dari pembuatan jaringan irigasi, menentukan penetes yang digunakan, menentukan posisi penetes dan pembuatan sistem kendali otomatis pada irigasi tetes.

A. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran bertempat di Desa Ciparanje Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang dengan ketinggian rata-rata 800 meter di atas permukaan laut.

B. Alat Penelitian

1. *Arduino Mega R3*, perangkat mikrokontroler otomatis,
2. Sensor DHT22, sensor suhu dan kelembaban relatif,
3. Sensor Kelembaban Tanah, sensor kelembaban tanah,

4. Kabel Jumper, penghubung rangkaian mikrokontroler,
5. *Solenoid Valve*, katup yang menutup dan terbuka secara otomatis,
6. *Relay*, pemutus dan penyambung tegangan,
7. *Power DC 5 Volt*, sumber tegangan listrik sebesar 5 volt,
8. *Breadboard*, tempat merangkai mikrokontroler.
9. Pompa Air, sumber pendorong air ke jaringan irigasi,
10. Bak Penampung, tempat untuk menampung air irigasi,
11. *Emiter*, media pemberian air,
12. Selang, media saluran air,
13. *Arduino IDE*, membangun perangkat lunak mikrokontroler,
14. *Software AutoCad 2007* dan *Proteus*, membuat desain sistem otomatis irigasi tetes.

C. Bahan Penelitian

1. Tanaman selada keriting sebanyak 20 tanaman,
2. *Polybag* sebanyak 20 buah,
3. Pupuk organik 4 Kg,
4. Tanah sebagai media tanam.

Tanah yang digunakan adalah tanah inceptisol asal Jatinangor. Tanah inceptisol adalah tanah yang belum matang (*immature*) pada perkembangan profilnya dan lebih lemah dibanding dengan tanah matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya.

D. Perawatan Alat

Perawatan alat dilakukan guna menjaga performa dari sistem otomatis irigasi tetes. Perawatan alat dilakukan 1 sampai 3 hari sekali, berikut hal-hal yang dilakukan pada saat perawatan alat:

- Pembersihan dan pengecekan sensor kelembaban tanah,
- Pengecekan sensor suhu dan kelembaban udara,
- Pengecekan sistem irigasi tetes,
- Pengecekan ketersediaan air dalam bak penampung,
- Pembersihan tanaman dan *polybag* dari hama dan gulma,
- Rekapitulasi data kelembaban tanah, suhu dan kelembaban udara.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Otomasi

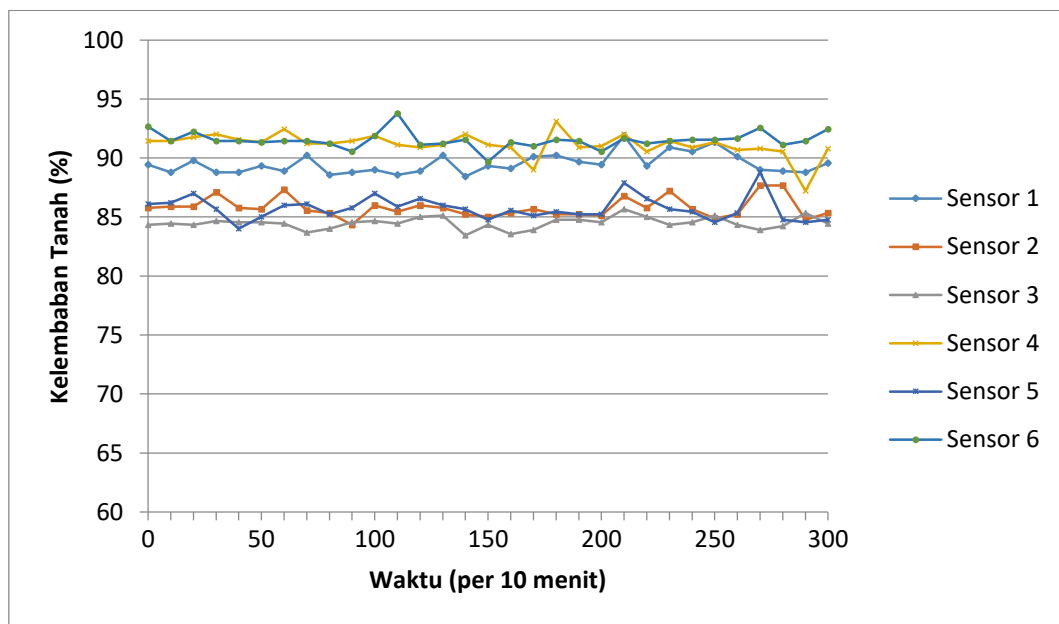
Pada sistem otomatis semua berjalan sesuai dengan fungsinya tetapi pada hari ke-27, terdapat banyak sekali kesalahan (*error*) yang terjadi terutama pada sensor kelembaban tanah. Sensor kelembaban tanah mulai tidak presisi dan akurasi, ketidak presisi dan akurasi dari sensor kelembaban tanah menyebabkan meningkatnya penggunaan air secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh kondisi sensor kelembaban tanah

yang teroksidasi yang menyebabkan lapisan tembaga pada sensor kelembaban tanah berkurang. Kondisi sensor kelembaban tanah yang teroksidasi dapat dilihat pada Gambar 1 sensor yang mengalami oksidasi.



Gambar 1. Sensor Kelembaban Tanah yang Teroksidasi

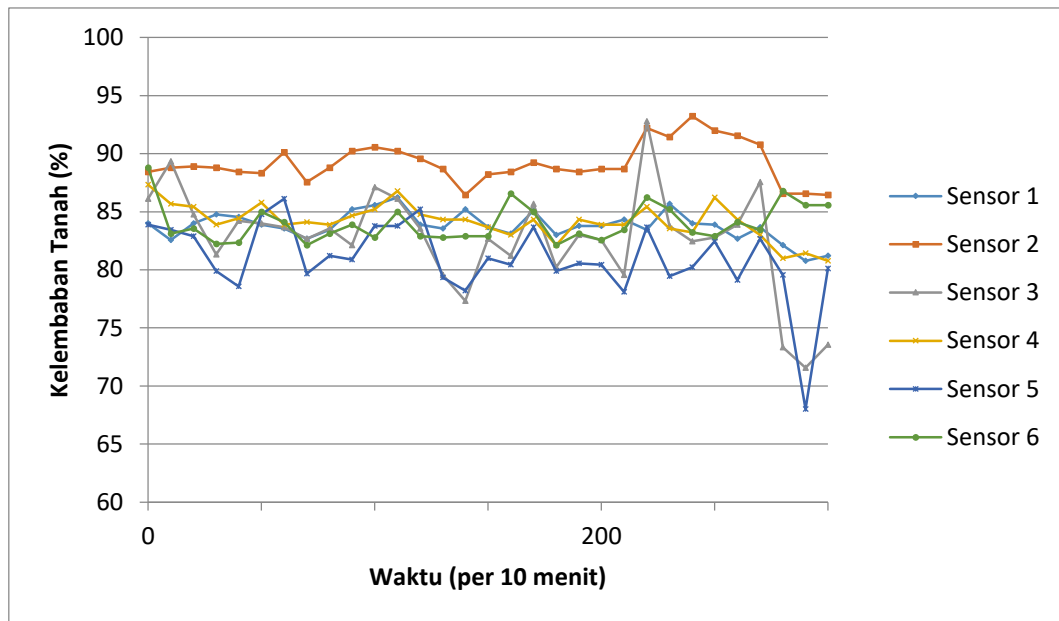
Secara tidak langsung sensor yang mengalami oksidasi mempengaruhi hasil dari akurasi dan presisi data yang didapat, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3, terdapat perbedaan antara akurasi dan presisi dari sensor kelembaban tanah pada hari ke-3 dan hari ke-29.



Gambar 2. Grafik Data Kelembaban Tanah Sensor Pada Hari Ke-2

Gambar 2 memperlihatkan bahwa perubahan nilai kelembaban tanah setiap 10 (sepuluh) menit tidak memiliki fluktuasi yang signifikan untuk setiap sensor karena sensor kelembaban tanah masih memiliki lapisan tembaga yang utuh sehingga data yang dikirimkan sensor sesuai dengan kondisi

tanahnya, sedangkan pada gambar 3 memperlihatkan bahwa sensor yang sama memiliki tingkat fluktuasi yang tinggi pada hari ke-29 akibat adanya oksidasi pada lapisan tembaga sensor kelembaban tanah yang membuat sensor tidak dapat dengan optimal mengambil data kelembaban tanah.



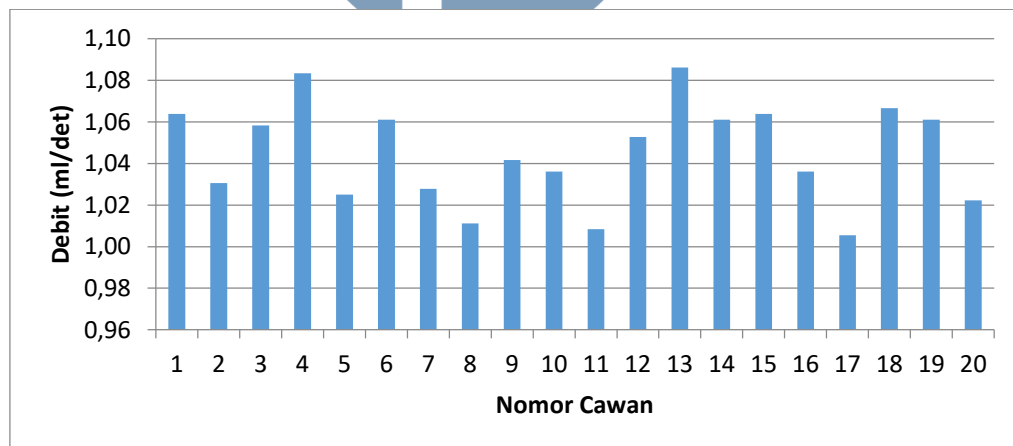
Gambar 3. Grafik Data Kelembaban Tanah Sensor Pada Hari Ke-29

B. Hasil Pengujian Sistem Otomasi Irigasi Tetes

1) Debit Air Rata-rata

Debit air merupakan banyaknya volume air yang mengalir per satuan waktu. Fungsi dari pengukuran debit yaitu mengetahui seberapa banyak air yang mengalir dan seberapa cepat air yang mengalir

dalam waktu satu detik. Pada pengukuran debit air rata-rata dilakukan sebanyak 3 kali selama 120 detik. Hasil pengukuran debit air tersebut lalu diambil nilai rata-rata dari setiap penetes per pengulangan setelah itu baru dijadikan debit rata-rata per penetes. Debit air rata-rata per penetes yang dihasilkan sebesar 1.05 ml/det, dapat dilihat pada Gambar 4.



Uniformity (SU) yang dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis SU, CU dan Cu

Ulangan Ke -	SU (%)	CU (%)	Cu (%)
1	95.48	94.40	96.35
2	95.20	93.30	96.39
3	93.87	91.41	95.31
Rata-rata	94.85	93.03	96.01

Sistem irigasi tetes dapat dikatakan ideal apabila keseragaman distribusi tetesan mencapai 100% sehingga setiap tanaman dapat menerima jumlah air yang sama atau merata untuk pertumbuhannya. Hasil pengukuran keseragaman tetesan berdasarkan SU dan CU menurut ASAE berada pada tahap “Sangat Baik”. Salah satu faktor yang mempengaruhi keseragaman tetesan adalah kebersihan pada penetes yang digunakan, ada atau tidaknya lumut yang menggumpal. Apabila keluaran air irigasi dari emitter terhambat, maka akan mempengaruhi besarnya keseragaman tetesan pada jaringan irigasi tersebut. Pemasangan penetes harus diperhatikan jangan sampai ada air yang menetes keluar dari sambungan penetes karena akan mempengaruhi besarnya keseragaman tetesan pada jaringan irigasi tersebut.

3) Kebutuhan Air Tanaman

Evapotranspirasi pada tanaman terjadi karena adanya proses penguapan maka dari itu kebutuhan air tanaman harus dapat menggantikan jumlah air yang teruapkan pada proses evapotranspirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah dan kebutuhan air tanaman yaitu iklim, jenis tanaman, dan tahap pertumbuhan tanaman. Kebutuhan air tanaman teoritis ini dihitung menggunakan metode Blaney-Criddle, karena data-data pendukung untuk metode Blaney-Criddle dapat dicatat dengan menggunakan data logger pada sistem kontrol otomatis yang disimpan dalam bentuk excel didalam SD card.

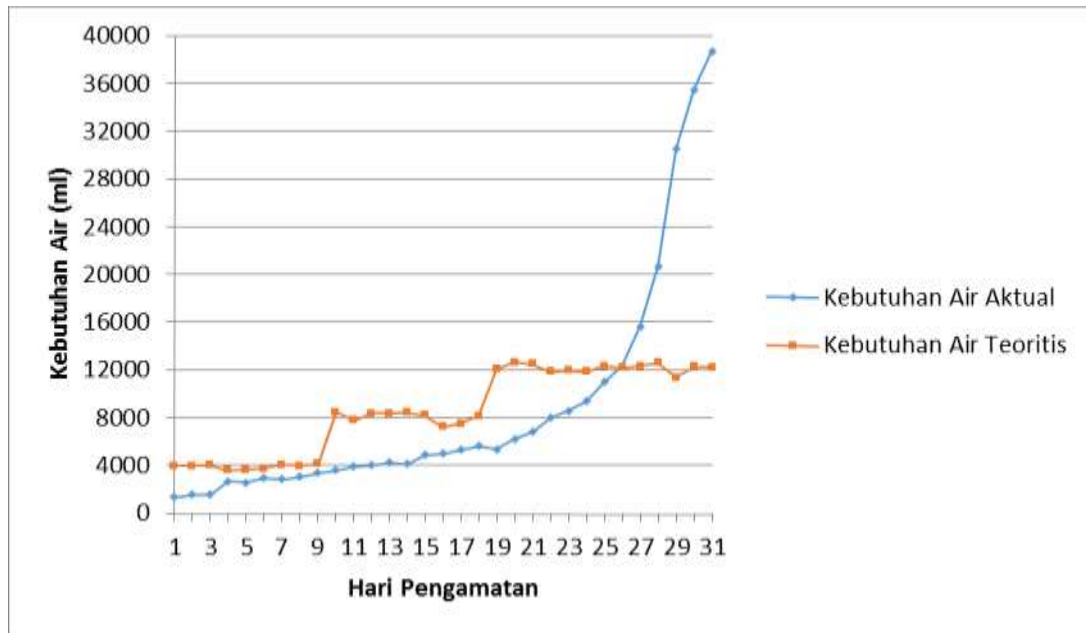
Metode Blaney-Criddle menggunakan nilai koefisien tanaman (Kc) tanaman, suhu dan rata-rata prosentase jumlah jam siang tahunan. Koordinat Jatinangor yang terletak pada 107°45'8.5" –

107°48'11" BT dan 6°53'43.3" – 6°57'41" LS menjadikan nilai rata-rata prosentase jumlah jam siang tahunan sebesar 0.288 dan suhu rata-rata pada bulan Desember 2014 sebesar 25.38 °C, pengukuran suhu dilakukan dengan sensor DHT22 lalu hasil pengukuran disimpan didalam SD card.

Nilai Kc pada tanaman selada pada periode awal pertumbuhan 0.3 lalu periode tengah pertumbuhan 0.625 dan periode akhir pertumbuhan 0.95. Tanaman selada ditanam pada polybag yang berukuran 18.4 cm². Pada nilai kebutuhan air tanaman didapat secara teoritis pada saat periode tumbuh awal sebesar 1.856 mm/hari atau 197.056 ml/hari, lalu pada periode tengah 3.970 mm/hari atau 422.038 ml/hari dan pada periode akhir sebesar 5.662 mm/hari atau sebesar 601.910 ml/hari.

Pada pengamatan terdapat beberapa perbedaan antara yang didapat secara teoritis dan aktual, pada Gambar 5 dapat dilihat kebutuhan air aktual dan kebutuhan air teoritis tidak memiliki nilai yang sama, hal ini disebabkan untuk menggunakan metode yang lebih baik membutuhkan komponen-komponen sensor yang lebih kompleks dan tidak mendukung kerja mikrokontroler, tetapi dengan metode Blaney-Criddle data-data yang dibutuhkan didapat secara baik dengan menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan sensor DHT22.

Perbedaan nilai kebutuhan air aktual dan teoritis menurut FAO (1984) menjelaskan bahwa nilai bersih kebutuhan air (IRn) sama dengan kebutuhan air tanaman teoritis dikali faktor penutup tanah (shading) lalu dikurangi jumlah air yang masuk pada tanaman selain air irigasi dan ditambah jumlah air untuk melarutkan garam.



Gambar 5. Kebutuhan Air Teoritis dan Aktual Selama 31 Hari

Jumlah air untuk melarutkan garam dapat diabaikan karena penumpukan garam dianggap tidak terjadi dan jumlah air yang masuk pada tanaman selain air irigasi pun dianggap tidak ada karena pengambilan data dilaksanakan dalam rumah kaca, maka hal yang mempengaruhi perbedaan air aktual dan teoritis dipengaruhi oleh faktor penutup tanah. Faktor penutup tanah mempengaruhi hasil dari nilai kebutuhan air aktual karena atap pada rumah kaca yang digunakan tertutup oleh dedaunan hal ini menyebabkan berkurangnya kemampuan sinar matahari untuk memasuki rumah kaca.

Pada Gambar 5 dan Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai kebutuhan air tanaman secara aktual melonjak tinggi dan melebihi nilai kebutuhan air tanaman teoritis pada hari ke 27 hingga hari ke 31, kesalahan ini terdapat pada sistem sensor kelembaban tanah yang sudah tidak sensitif, tidak presisi dan tidak akurat hal ini diakibatkan oleh sensor kelembaban tanah yang mengalami oksidasi pada bagian lapisan tembaga sensor kelembaban tanah.

Tabel 2. Jumlah Kebutuhan Air Setiap Periode Tumbuh Tanaman Selada

Periode Tumbuh	Jumlah Kebutuhan Air Teoritis (ml/periode/20 tanaman)	Jumlah Kebutuhan Air Aktual (ml/periode/20 tanaman)
Awal	34985.379	21860
Tengah	72322.864	40590
Akhir	170447.406	199100

IV. SIMPULAN

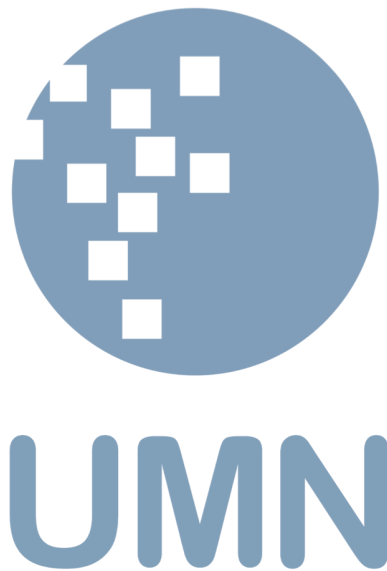
Simpulan yang didapatkan adalah sistem otomasi masih belum bekerja dengan baik tanpa campur tangan manusia karena masih diperlukannya perawatan pada sensor kelembaban tanah tetapi tetap dapat menjaga kebutuhan air tanaman berdasarkan nilai kelembaban tanah secara optimum tanpa perlunya pengaturan jadwal irigasi, waktu pemberian air dan jumlah air pada sistem irigasi tetes, dengan menggunakan system otomasi ini terlihat bahwa kualitas selada keriting yang dihasilkan terdapat 75% tanaman selada keriting

yang sudah memenuhi standar kualitas Amazing Farm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ardiansah, S. H. Putri, and D. M. Rahmah, "Penentuan Panjang Rekaman Data Curah Hujan Untuk Menggambarkan Kondisi Iklim Di Kecamatan Jatinangor," *AGRITECH*, vol. 20, no. 1, 2018.
- [2] A. E. R. Pepekai, L. Muta'ali, S. R. Hardoyo, S. Sudrajat, and R. Harini, "Dampak Konservasi Lahan terhadap Lingkungan Lahan Pertanian dan Strategi Adaptasi Petani di Kecamatan Mejayan, Madiun," *Maj. Geogr. Indones.*, vol. 28, no. 2, 2014.
- [3] I. Widiastuti and D. S. Wijayanto, "Implementasi Teknologi Irigasi Tetes pada Budidaya Tanaman Buah

- Naga,” *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [4] I. N. MERIT, I. NARKA, and I. B. P. BHAYUNAGIRI, “Peningkatan Produksi Dan Mutu Buah Anggur Dengan Pemberian Irigasi Tetes Dan Pupuk Mineral Plus Pada Lahan Kering Kecamatan Gerokgak, Buleleng,” *Agrotrop J. Agric. Sci.*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [5] Zaida, I. Ardiansah, and M. A. Rizky, “Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu Dan Kelembaban Relatif Pada Rumah Kaca Dengan Informasi Berbasis Web,” vol. 11, no. 1, 2017.
- [6] F. W. Ningtyas, A. H. Asdie, M. Julia, and Y. S. Prabandari, “Eksplorasi Kearifan Lokal Masyarakat dalam Mengonsumsi Pangan Sumber Zat Goitrogenik terhadap Gangguan Akibat Kekurangan Yodium,” *Kesmas J. Kesehat. Masy. Nas.*, vol. 1, no. 1, 2014.
- [7] L. A. Díaz, “Lettuce Production Hydroponics (*Lactuca Sativa* L.) for the Promotion of Self-Management in Basic School Bolivariana ‘Los Naranjos,’” *Rev. Sci.*, vol. 2, no. 4, 2017.



Pemanfaatan Sensor pada Smartphone Android untuk Rekomendasi Pembibitan Tanaman

Sony Heri Maulana¹, Eko Budi Setiawan²

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia, Jl. Dipatiukur 112 Bandung
sonyherimaaulana@gmail.com
eko@email.unikom.ac.id

Diterima 14 November 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstract— Ornamental plants are plants that can meet psychological needs, improve the environment, and have the value of satisfaction as a hobby. Functionally, ornamental plants can help renew oxygen in the air, helping to reduce gas pollutants and noise. Then it takes an android application that can provide recommendations for ornamental plants using mobile sensor technology. The sensors used a humidity sensor, temperature sensor, and an ambient light sensor. This research using openweather map where the three sensors detect the level of humidity, temperature, and light intensity in the user environment. The application will recommend plants that are suitable for the environment, for openweather as a sensor replacement if not supported by the sensor.

Index Terms— rekomendasi tanaman, humidity sensor, temperature sensor, ambient light sensor

I. PENDAHULUAN

Tanaman hias memiliki banyak sekali keanekaragaman dari bentuk, warna dan aroma. Semuanya dapat kita gunakan untuk mempercantik rumah sesuai dengan yang diharapkan. Tanaman hias adalah tanaman yang dapat memenuhi kebutuhan psikologis, meningkatkan lingkungan serta memiliki nilai kepuasan sebagai hobi [1] [2]. Tanaman hias yang sering kita sebut dengan bunga ini juga memberi manfaat terhadap lingkungan seperti mengurangi pencemaran udara dan polutan lainnya [3]. Secara fungsional, tanaman hias juga dapat membantu memperbarui oksigen di udara, membantu mengurangi polutan gas dan tingkat kebisingan.

Salah satu karakteristik tanaman hias dapat dibedakan berdasarkan fisik dan tempat hidup tanaman hias tersebut, dengan identifikasi tanaman baik secara fisik maupun hortikultura, maka proses pemilihan, pengelolaan dan penempatan tanaman hias menjadi lebih tepat dan sesuai, serta fungsi tanaman menjadi lebih optimal [4] [5].

Perbedaan ketinggian suatu tempat berdampak pada iklim yang berbeda, daerah dataran rendah memiliki suhu yang tinggi dan kelembaban udara yang rendah maka tanaman yang membutuhkan suhu tinggi

dan kelembaban rendah tumbuh baik di dataran rendah, sedangkan pada daerah yang lebih tinggi, yaitu dataran medium suhunya lebih rendah dan kelembaban udaranya lebih tinggi, maka tanaman yang membutuhkan suhu sedang dan kelembaban udara sedang akan tumbuh baik di dataran medium, namun kurangnya pengetahuan masyarakat tentang tanaman hias kurang optimal [6].

Tanaman hias tidak hanya bisa kita tanam di dalam ruangan, tanaman hias juga bisa ditanam di area luar ruangan. Sehingga tidak hanya tampilan dalamnya saja yang menjadi cantik, tetapi tampilan luar ruangan pun menjadi cantik dengan adanya tanaman hias [7] [8]. Cara menanam tanaman hias tidak bisa dilakukan dengan sembarangan, harus memiliki pedoman dan pengetahuan tentang tanaman yang ditanam dan yang paling utama adalah memperhatikan media tanamannya yaitu seperti tanah yang cocok digunakan untuk tanaman yang dipilih, pupuk yang digunakan, kadar air untuk menyiramnya, serta peramalan cuaca sekaligus merawatnya [9] [10].

Oleh karena itu dibutuhkan suatu aplikasi yang menggunakan perangkat mobile berbasis android yang dapat membantu masyarakat dalam cara menanam pembibitan tanaman hias. Penelitian ini memanfaatkan sensor pada smartphone android untuk memberikan rekomendasi kepada pengguna dalam hal pembibitan tanaman hias.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Hias

Tanaman hias dengan segala keindahannya dapat menimbulkan efek imajinasi yang luas dan menghidupkan kembali semangat diri. Tanaman hias berupa bunga didefinisikan sebagai tumbuhan yang mempunyai bunga berpesona cantik dengan satu atau banyak warna. Tanaman hias bunga dapat menambah keindahan suatu ruangan atau lingkungan di sekitarnya serta membuatnya terlihat lebih asri [4]. Ada banyak jenis tanaman hias bunga yang bisa ditanam di dalam ataupun di luar rumah. Masyarakat banyak yang

menanam tanaman hias yang bertujuan untuk mempercantik rumahnya.

B. Syarat Tumbuh Tanaman Hias

Syarat tumbuh beberapa tanaman hias dapat dilihat pada tabel 1 [11].

Tabel 1 Syarat Tumbuh Tanaman Hias

No	Tanaman Hias	Nama Latin	Syarat Tumbuh
1	Sri Rejeki	<i>Aglaone ma crispum</i>	1. Ketinggian yang cocok sekitar 300-400 m dpl 2. Suhu, tumbuh ideal pada kondisi suhu di daerah dataran rendah. 3. Kelembaban 50-75%. 4. Cahaya, tidak membutuhkan terlalu banyak matahari, berada di dataran sedang, gunakan shading net 20% - 25%.
2	Begonia atau Daun Antik	<i>Begonia rex</i>	1. Intensitas cahaya berkisar antara 2000-2500 fc. 2. Suhu, antara 15-30 °C. 3. Kebutuhan air, begonia rentan jika kondisi media berlebih air. 4. Kelembapan udara yaitu diatas 50% diusahakan jangan terlalu tinggi.
3	Bromelia Pink Grass	<i>Bromelia sp.</i>	1. Cahaya merata dan harus dinaungi dengan net pelindung dengan kisaran 60 % - 75 %. 2. Intensitas cahaya, butuh naungan 65 % - 75 %. 3. Suhu 16°C-26°C iklim tropis maupun sub tropis. 4. Kelembapan dari 50 % - 60 %.
4	Bunga Krisan	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	1. Suhu udara 20°C – 26°C 2. Kelembapan, membutuhkan kelembaban tinggi untuk awal pembentukan akar bibit, setek memerlukan 90-95%. 3. Cahaya matahari, membutuhkan penyinaran yang lama 4. Ketinggian tempat 700-1200 m dpl
6	Bunga Kertas	<i>Bougainvillea berberidi folia</i>	1. Suhu, 10°C-20°C (suhu malam) dan siang hari 19°C-29° C 2. Kelembapan antara 50-80 % 3. Cahaya, tidak membutuhkan penyinaran penuh

C. Sensor

Sensor adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur, menganalisa, memantau suatu kondisi dan kemudian merespon terhadap perubahan di sekitarnya. Alat ini dapat ditemukan pada perangkat modern seperti smartphone dengan sistem operasi android, sebagai ponsel pintar yang memiliki sepaket teknologi canggih [12]. Tiga sensor yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu ambient light sensor, temperatur dan humidity sensor.

1. Ambient Light Sensor

Ambient light sensor adalah alat yang digunakan untuk mengatur kecerahan layar secara otomatis berdasarkan cahaya sekitar. Selain itu sensor ini juga berfungsi sebagai pengukur atau penghitung intensitas cahaya yang ada pada sekitar kita, sehingga sensor akan mendeteksi dan menampilkan intensitas cahaya yang masuk.

2. Temperatur Sensor

Temperatur sensor adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu yang ada pada lingkungan sekitarnya. Suhu udara adalah suatu keadaan panas atau dinginnya udara disuatu tempat pada waktu tertentu, yang dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya panas matahari yang diterima oleh bumi.

3. Humidity Sensor

Humidity sensor adalah alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban udara yang ada pada lingkungan sekitarnya. Sensor ini cocok untuk mengukur tingkat kelembaban sekitar sehingga kesesuaian suatu tanaman hias untuk tumbuh dapat diketahui.

D. Global Positioning System (GPS)

Global positioning system (GPS) adalah suatu sistem navigasi atau penentuan posisi berbasis satelit. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan informasi mengenai waktu, secara menerus di seluruh dunia tanpa tergantung waktu dan cuaca. Penentuan gps digambarkan dengan menggunakan nilai koordinat X dan Y atau garis bujur dan garis lintang (*longitude* atau *latitude*) [13] [14].

E. OpenWeatherMap

Openweather map adalah layanan online yang menyediakan data cuaca termasuk data cuaca terkini, perkiraan dan data historis untuk pengembang layanan web dan aplikasi seluler. Untuk sumber data, openweather map menggunakan layanan dari siaran meteorologi, stasiun cuaca bandara, stasiun radar, dan data dari stasiun cuaca resmi lainnya. Semua data diproses oleh openweather map untuk memberikan data perkiraan cuaca dan peta cuaca yang akurat secara online, seperti awan atau curah hujan. Ide ini terinspirasi oleh openstreet map dan wikipedia yang membuat informasi gratis dan tersedia untuk semua orang. Perbedaanannya, openweather map ini digunakan untuk menampilkan peta cuaca. Script dari openweather maps dapat dilihat di gambar 1.

```
<link rel="stylesheet"
href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/
weather-icons/2.0.9/css/weather-
icons.min.css">
```

Gambar 1 Script Key API Openweather Map

Contoh script untuk mengambil data API openweather map, menampilkan nama kota, suhu, kelembapan, cahaya, cuaca dan prediksi cuaca

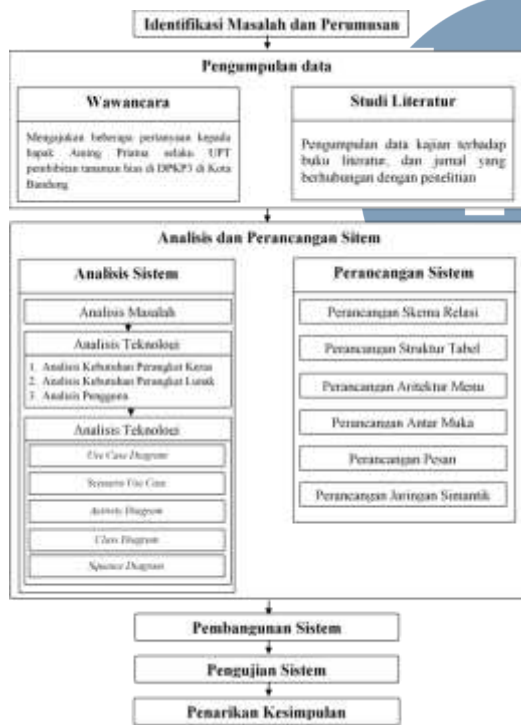
beberapa hari ke depan. Gambar 2 merupakan tampilan hasil koneksi ke API openweather map.



Gambar 2 Tampilan Hasil Koneksi ke API Open Weather Map

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan alur atau skema penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis dan Perancangan Sistem

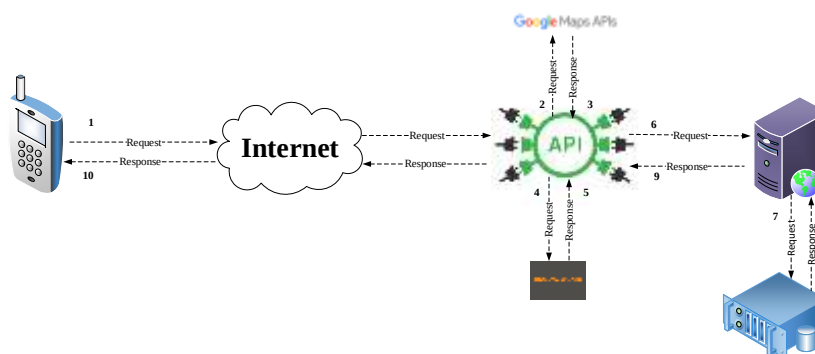
Analisis dan perancangan sistem bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang terdapat pada sistem, serta menentukan kebutuhan-kebutuhan dari sistem yang dibangun. Analisis tersebut meliputi analisis masalah, analisis arsitektur sistem, analisis kebutuhan fungsional dan analisis data [15].

A.1 Analisis masalah

- Petugas pertanaman mengalami kesulitan untuk mengetahui tanaman hias apa yang cocok dengan kondisi lingkungan tanaman tersebut.
- Ketika para petugas menanam bibit tanaman hias kesulitan untuk merawatnya karena tanaman tersebut tidak cocok untuk di kondisi lingkungan yang menanam bibit tanaman hias tersebut, meski tanaman tersebut bagus, indah untuk di tanam di lingkungan itu.
- Kurangnya pengetahuan masyarakat dalam perawatan pembibiran tanaman hias.
- Ketika masyarakat menanam bibit tanaman hias, perawatan untuk tanaman hias ini biasanya masyarakat memberi pupuk tidak di takar atau dosis yang di berikan kurang atau lebih yang di berikan, tidak sesuai dengan kondisi cuaca pada saat pemberian pupuk, maka dibutuhkan informasi cuaca supaya memprediksi pemberian pupuk pada perawatan bibit tanaman hias.
- Petugas pembibitan masih kesulitan memilih tanaman hias dengan kriteria yang sesuai dengan kondisi sekitar.
- Petugas pembibitan mengalami kendala pada saat menentukan kriteria yang sesuai dengan kondisi sekitar, apakah tanaman hias dapat tumbuh di kondisi sekitar.

A.2 Analisis Arsitektur Sistem

Analisis arsitektur sistem bertujuan untuk mengidentifikasi arsitektur yang dibangun. Gambar 4 berikut merupakan arsitektur sistem dari aplikasi rekomendasi pencarian tanaman hias.



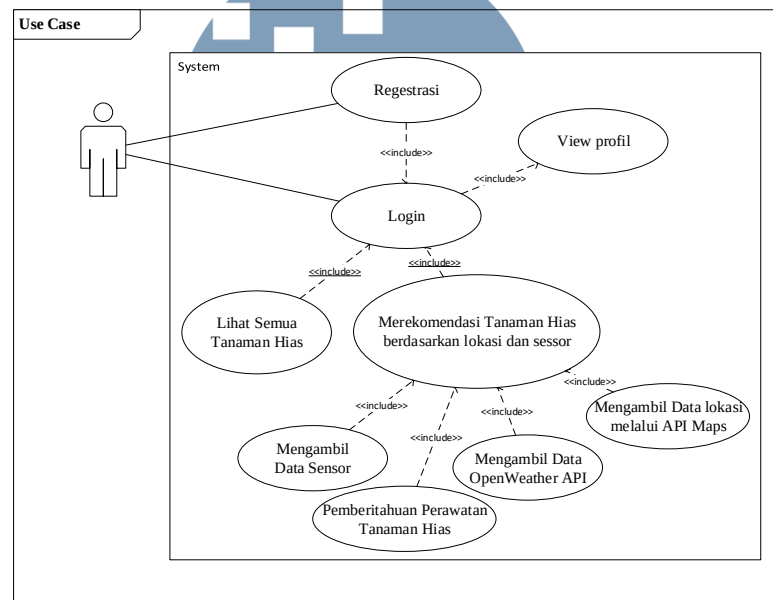
Gambar 4 Arsitektur Sistem

Berikut penjelasan dari gambar 3 arsitektur sistem :

1. Perangkat mobile pengguna melakukan request data web server melalui API melalui jaringan internet.
2. API melakukan request data Api Google Maps
3. API Google Maps mengirimkan data dan mengirimkan kembali untuk melanjutkan ke API Openweather maps
4. API Melakukan request data API Openweather
5. API Openweather menerima permintaan dan memberikan data
6. Web server menerima request data dari API dan menentukan jenis request yang di terima oleh API.
7. Web server menerima permintaan data dan web server mengambil data yang ada di database.
8. Web server menerima kiriman data dan web server menyimpan data pada database.
9. Setelah web server menerima data yang diminta data tersebut dikembalikan dalam bentuk JSON untuk diproses perangkat mobile pengguna.
10. Kemudian mengirim response ke pengguna sesuai permintaannya.

A.3 Use Case Aplikasi Mobile Android

Sebuah use case merepresentasikan interaksi antara aktor dengan sistem. Use case sangat menentukan karakteristik sistem yang sedang dibuat. Sebuah aktor adalah sebuah entitas manusia atau mesin yang berinteraksi dengan sistem untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu [16]. Adapun use case diagram dari aplikasi yang dibangun dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Use Case Diagram

A.4 Analisis cara kerja sensor

Pada pembangunan aplikasi ini menggunakan tiga sensor yaitu ambient light, temperatur dan humidity sensor. Ketiga sensor tersebut menghasilkan suatu data berupa rekomendasi tanaman yang cocok untuk lingkungan sekitarnya, dimana data yang didapatkan dari sensor tersebut berupa angka namun pengguna hanya mendapatkan rekomendasi nama tanamannya.

Penjelasan mengenai sensor yang digunakan sebagai berikut.

1. Ambient Light Sensor

Ambinet light sensor pada aplikasi mobile ini digunakan untuk mengukur intensitas cahaya, dimana keakuratan hasil dipengaruhi oleh faktor kecerahan

layar seperti layar yang lebih terang membantu untuk pendeteksiannya, kedekatan dan sudut permukaan yang memantulkan cahaya di atas permukaan sensor menghasilkan hasil yang baik, namun jika kurangnya permukaan yang memantulkan cahaya membuat proses pendeteksian mendapatkan hasil yang kurang maksimal. Intensitas cahaya yang diukur adalah unit lux. Data keluaran berkisar antara 0 (gelap) sampai puluhan ribu lux. Untuk frekuensi pembacaan dari sensor relatif tinggi, memungkinkan pembacaan pada 100-200 milidetik.

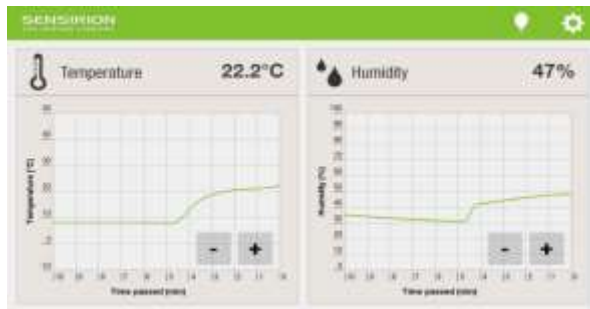
Cara kerja pada sensor ini adalah dengan cara hardware pendeteksi cahaya yang berada pada smartphone mengirimkan informasi data intensitas cahaya yang didapatkan, cara kerja ini meliputi.

- a) Posisikan smartphone ditempat yang intensitas cahayanya lebih terang dengan layar berada diposisi atas, pastikan LED sensor cahaya yang berada pada smartphone tersebut tidak tertutupi.
- b) Smartphone mendeteksi secara langsung berapa intensitas cahaya yang didapatkan.

2. Temperature dan humidity

Temperature dan humidity adalah sensor yang mendeteksi suhu dan kelembaban suatu lingkungan atau ruangan, satuan yang digunakan pada sensor ini adalah °C untuk suhu dan % untuk kelembaban, dimana kedua komponen ini saling berhubungan, jika suhu semakin tinggi maka kelembaban semakin rendah begitupun sebaliknya.

Sensor humidity adalah sensor yang disediakan oleh smartphone dengan kualifikasi smartphone high-end, sehingga tidak semua smartphone memiliki sensor tersebut.



Gambar 6 Perbandingan Temperatur dan Humidity

A.5 Studi Kasus Sensor Pada Aplikasi

Contoh untuk mendapatkan data sensor yang diinginkan dapat dilihat pada studi kasus berikut ini. Misalkan pada sebuah lingkungan didapatkan data dari sensor. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 2 Data Sensor

Sensor	Angka
Humidity	75.5%
Temperature	30.5°C
Ambient Light	30

Tabel 3 Data Bunga

Nama Tanaman	Humidity (%)		Temperature (°C)		Ambient Light (Lx)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Krisan	69.33	79.75	28	32.50	14.530	42.771
Ararea	60	80	24.999	30.89	21.575	31.28
Begonia	50	50	15	30	20.00	25.00

Dari data tabel 2 diatas telah didapatkan data dari sensor, setelah data dari sensor didapatkan maka aplikasi mencari data pada database untuk mencari data humidity, temperatur dan ambient light yang sesuai seperti pada tabel 3 pencocokan data tersebut dilakukan dengan membuat query pada tabel bunga

dan pencarian bunga, agar data yang dicari cocok dengan data yang didapatkan pada sensor [17]. Misalkan kita memiliki satu tabel berupa tabel data tanaman pencarian bunga, dimana isi dari tabel pencarian bunga seperti pada tabel 4.

Tabel 4 Data Tanaman Pencarian Bunga

Nama Tanaman	Jenis Tanaman	Lokasi
Krisan	Tanaman hias	6°56'48.8"S 107°43'05.0"E
Ararea	Tanaman Hias	6°56'48.8"S 107°43'05.0"E

Dari ketiga tabel tersebut satu query untuk mendapatkan data bunga yang cocok adalah sebagai berikut.

```
SELECT * FROM tanaman
JOIN nama_tanaman ON h_tanaman.
'jenis' =h_tanaman. 'nama_tanaman'
JOIN jenis_tanamna ON h_tanaman.
'jn_tanaman'=jenis_tanaman. 'jenis'
JOIN lokasi ON alamat. 'kordinat'
=lokasi. 'kordinat'
WHERE '$amb' BETWEEN temp_min
AND temp_max
AND '$hum' BETWEEN hum_min
AND hum_max
AND '$amb' BETWEEN amb_min
AND amb_max
AND lokasi. 'kordinat'='$jenis'";
```

Gambar 7 Script Pencarian Data Tanaman

Dari pencarian hasil query didapatkan hasil seperti pada tabel 5.

A.6 Analisis cara kerja GPS

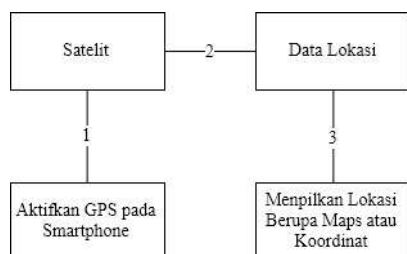
Dalam smartphone sebenarnya bukan GPS, melainkan bagian yang ada dalam GPS yaitu bagian penerima atau untuk lebih memudahkannya disebut dengan sistem navigasi [18]. Cara kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Setelah GPS pada smartphone aktif selanjutnya kemudian mengirimkan permintaan lokasi pada satelit.
2. Dengan mendapatkan laporan dari satelit tersebut, sistem navigasi di dalam smartphone dapat memperhitungkan dimana posisinya berada pada permukaan bumi.
3. Sistem navigasi tersebut mengolah data yang diterima dan kemudian ditampilkan dalam bentuk yang dimengerti oleh manusia seperti dalam bentuk koordinat bumi atau dengan berupa media gambar seperti halaman peta.

Cara kerja GPS selengkapnya dapat dilihat pada gambar 8.

Tabel 5 Data Hasil Query

Nama Tanaman	Jenis Tanaman	Koordinat	Humidity (%)		Temperature (°C)		Ambient Light (Lx)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max
Krisan	Tanaman Hias	6°56'48.8"S 107°43'05.0"E	69.33	79.75	28	32.50	14.530	42.771
Ararea	Tanaman Hias	6°56'48.8"S 107°43'05.0"E	60	80	24.999	30.89	21.575	31.28



Gambar 8 Cara Kerja GPS secara umum

A.7 Analisis Cara Kerja OpenWeatherMap

Untuk mengakses ke API Openweather map adalah menggunakan script seperti pada gambar 9.

```
protected String doInBackground(String... arg0) {
    JSONParser jParser = new JSONParser();
    JSONObject json =
jParser.getJSONFromUrl("http://api.openweathe
rmap.org/data/2.5/weather?units=Metric&lat="+
        latitude + "&lon=" + longitude +
"&appid=6615d56662fb7e23acb9470a0c837fa4",
null);
    try {
        JSONArray jArr =
json.getJSONArray("weather");
        JSONObject JSONWeather =
jArr.getJSONObject(0);
        //main =
JSONWeather.getString("main").trim();
        //icon =
JSONWeather.getString("icon").trim();
        JSONObject mainObj =
json.getJSONObject("main");
        temp = mainObj.getString("temp");
        humidity =
mainObj.getDouble("humidity");
    } catch (Exception e) {
        Log.e("failed", "cannot retrieve data
from 1 condition");
    }
}
```

Gambar 9 Script Openweather Map

Script tersebut bisa menampilkan cuaca, suhu, kelembapan, cahaya, seperti gambar 10 dan 11.



Gambar 10 Hasil Menampilkan Cuaca



Gambar 11 Hasil Menampilkan Suhu, Kelembapan, Cahaya

B. Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahapan penciptaan perangkat lunak dan juga tahapan kelanjutan dari perancangan aplikasi. Tahap ini merupakan tahap dimana aplikasi siap untuk dioperasikan. Tahap ini terdiri dari penjelasan mengenai lingkungan perangkat lunak, implementasi antarmuka serta implementasi pengujian aplikasi [19].

B.1 Implementasi Perangkat Lunak

Adapun spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk menjalankan aplikasi pemanfaatan sensor pada smartphone android untuk rekomendasi pembibitan tanaman dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Spesifikasi Perangkat Lunak

No	Jenis perangkat Keras
1.	Sistem Operasional Microsoft Windows 7, 64-bit
2.	Browser Google Chrome
3.	IDE Android Studio 2.3.3
4.	Android SDK API 4.0 (level15)
5.	Text Editor Sublime Text 3

B.2 Implementasi Antar Muka

Implementasi antarmuka dilakukan terhadap setiap tampilan aplikasi yang dibangun dan pengkodeannya dalam bentuk file aplikasi. Tabel 7 berikut ini adalah implementasi antar muka pada platform mobile.

Tabel 7 Implementasi Antar Muka

Implementasi Antar Muka Pada Platform Mobile		
Menu	Deskripsi	Nama File
Registrasi	Merupakan Halaman Registrasi untuk pengguna ketika ingin masuk dan mengakses aplikasi	RegistrasiActivity.java
Login	Merupakan Halaman login untuk pengguna ketika ingin menggunakan aplikasi	LoginActivity.java
Profil	Menampilkan halaman untuk melihat detail akun	ProfilActivity.java
Tanaman	Menampilkan list semua tanaman	TanamanActivity.java

Implementasi Antar Muka Pada Platform Mobile		
Menu	Deskripsi	Nama File
Rerekomendasi Tanaman Hias	Menampilkan halaman untuk merekomendasikan tanaman hias dengan mendeteksi melalui sensor	Rekomendasi Activity.java
Perkiraan cuaca	Menampilkan kondisi cuaca sekitar	MainActivity.java
Tentang Aplikasi	Menampilkan halaman diskripsi mengenai fungsi aplikasi	tentangActivity.java

C. Pengujian Sistem

Pengujian merupakan bagian yang penting dalam siklus pengembangan perangkat lunak. Pengujian terhadap aplikasi itu sendiri bertujuan agar berjalan dengan baik tanpa mengalami kesalahan sehingga memungkinkan untuk dilakukannya pengembangan sistem yang lebih lanjut. Pengujian sistem dalam penelitian ini terdiri dari pengujian alpha dan pengujian beta.

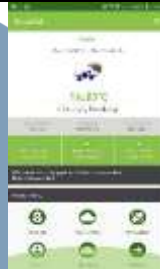
Pengujian sistem yang dilakukan terbagi menjadi dua tahapan. Tahap pertama yaitu pengujian alpha dan tahap kedua dilakukan penelitian terhadap responden atau pengguna sistem dengan melakukan pengumpulan data menggunakan angket kuesioner. Metode pengujian yang digunakan dalam pengujian betha adalah metode pertanyaan dengan skala likert.

C.1. Pengujian Alpha

Pengujian alpha dilakukan dengan menggunakan metode black-box yang berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak. Tujuan dari metode black-box ini adalah untuk menemukan kesalahan fungsi pada aplikasi. Apabila dari data masukan yang diberikan proses menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan fungsionalnya, maka aplikasi yang telah dibuat telah berjalan dengan baik. Tetapi jika keluaran yang dihasilkan tidak sesuai dengan kebutuhan fungsional, maka terdapat kesalahan aplikasi. Hasil pengujian alpha dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Pengujian Fungsional

Implementasi Antar Muka	Detail Pengujian	Hasil Pengujian
	- Menampilkan halaman login - Pengguna memasukan username dan password	[√] Sukses Sesuai dengan hasil yang diharapkan

Implementasi Antar Muka	Detail Pengujian	Hasil Pengujian
	- Menampilkan list tanaman - Memilih tanaman - Menampilkan detail tanaman	[√] Sukses Sesuai dengan hasil yang diharapkan
	- Menampilkan form untuk mendapatkan data sensor - Menekan tombol lihat tanaman - Menampilkan list tanaman yang cocok dengan data sensor - Menampilkan detail tanaman	[√] Sukses Sesuai dengan hasil yang diharapkan
	- Meminta ke api openweather - Mendapatkan data cuaca	[√] Sukses Sesuai dengan hasil yang diharapkan

C.2. Hasil Pengujian Beta

Adapun pernyataan pada kuesioner yang dintanyakan pada tanggal 7 Agustus 2018 kepada 8 orang petugas Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman, Pertanahan dan Pertamanan (DPKP3) sebagai pengguna dari sistem. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9 Hasil Pengujian Beta

Pertanyaan Pertama : Aplikasi ini memberikan rekomendasi dalam pencarian tanaman hias yang cocok dengan lingkungan Petugas					
SS	S	R	TS	STS	
6	1	1	0	0	
Rata-rata = $(37 / (8 \times 5)) \times 100 = 92,5 \%$					
Pertanyaan Kedua : Aplikasi ini memberikan rekomendasi dalam pencarian tanaman hias yang sesuai dengan kriteria yang petugas inginkan					
SS	S	R	TS	STS	
4	3	1	0	0	
Rata-rata = $(35 / (8 \times 5)) \times 100 = 87,5 \%$					
Pertanyaan ketiga : Tampilan aplikasi ini cukup menarik					
SS	S	R	TS	STS	
2	6	0	0	0	
Rata-rata = $(34 / (8 \times 5)) \times 100 = 85 \%$					
Pertanyaan keempat : Aplikasi ini menggunakan bahasa yang mudah dipahami					
SS	S	R	TS	STS	
4	2	2	0	0	
Rata-rata = $(34 / (8 \times 5)) \times 100 = 85 \%$					
Pertanyaan kelima : Aplikasi ini mudah dipahami dan digunakan					
SS	S	R	TS	STS	
5	2	1	0	0	
Rata-rata = $(36 / (8 \times 5)) \times 100 = 90\%$					

Pertanyaan Pertama : Aplikasi ini memberikan rekomendasi dalam pencarian tanaman hias yang cocok dengan lingkungan Petugas				
SS	S	R	TS	STS
Rata-Rata Akhir = $(92,5+87,5+85+85+90)/5 = 88\%$				

Dari hasil perhitungan pengujian pada tabel 9, didapatkan bahwa kesimpulan hasil pengujian yaitu menurut responden bahwa aplikasi ini sudah dapat membantu dalam pembibitan tanaman. Hasil tersebut dibuktikan dengan hasil rata-rata akhir nilai dari kuesioner yaitu 88%. Hasil penghitungan juga dituangkan dalam bentuk interval pada gambar 12.



Gambar 12 Interval Hasil Pengujian Beta

Berdasarkan hasil dari proses penelitian yang dilakukan, mulai dari analisis, perancangan, implementasi, serta pengujian, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi ini sangat membantu pengguna dalam mendapatkan rekomendasi pencarian tanaman hias yang sesuai dengan lingkungan tempat sekitar dan kriteria bibit tanaman hias yang sesuai.
2. Aplikasi ini juga dapat membantu untuk pemeliharaan tanaman hias.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini baru membahas pengujian fungsionalitas saja. Pengujian terkait sensor, akurasi dan metode algoritma yang digunakan akan dilakukan pada penelitian selanjutnya.

V. SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu aplikasi yang dibuat telah berhasil membantu dalam merekomendasikan pencarian tanaman hias berdasarkan lingkungan dan kriteria yang diinginkan oleh pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Choirun Nisa, A. Fikriarini M, MT dan D. Abdussakir, M.Pd, "Integrasi Tema Pragmatik Dengan Nilai Keislaman Pada Perancangan Arboretum Tanaman Hias Di Kota Batu," *Arboretum Tanaman Hias*, vol. 1, p. 2, 2015.
- [2] D. Syahid, Junadi dan D. Nursantika, "Sistem Klasifikasi Jenis Tanaman Hias Daun Philodendron Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Berdasarkan Nilai Hue, Saturation, Value (HSV)," vol. 1, no. 2527-9165, pp. 1-4, 2016.
- [3] A. Sulistyorini, Biologi 1, Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
- [4] Her Angga Febrianta, Endang Slistyaningsih, and Siti Nurul Rofiqo Irwan, "Identifikasi Karakteristik Dan Fungsi Tanaman Hias Untuk Tanaman Rumah Di Dataran Medium Dan Dataran Rendah," *Taman Hias*, vol. 1, no. 26, pp. 23-43, 2012.
- [5] B. Rahadiyan Adita C dan N. Ratni J. A. R, "Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman Hias Dalam Menurunkan Polutan Karbon Monoksida," *Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman*, vol. 4, no. 1, pp. 1-7, 2013.
- [6] H. Anggara Febriarta, E. Sulistyaningsuh dan S. Nurul Rofiqo Irwan, "Identifikasi Karakteristik dan Fungsi Tanaman Hias Untuk Tanaman Rumah Di Dataran Medium dan Dataran Rendah," *Karakteristik Fisik*, vol. 1, no. 1, pp. 1-12, 2012.
- [7] Y. Nasihin, "Teknik Peningkatan Produksi Benih Krisan Dengan Aplikasi Pupuk Kabin," *Buletin Teknik Pertanian*, vol. 17, no. 1, pp. 22-25, 2012.
- [8] L. Widiastuti, Tohari dan E. Sulistyaningsih, "Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kadar Daminosida Terhadap Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Krisan Dalam Pot," *Ilmu Pertanian*, vol. 11, pp. 35-42, 2004.
- [9] W. Handayati, "Pengembangan Pemulihan Mutasi Tanaman Hias di Indonesia," *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur*, vol. 1, no. 2, pp. 1-14, 2013.
- [10] A. F. Her, S. Endang dan N. R. I. Siti, "Identifikasi Karakteristik dan Fungsi Tanaman Hias untuk Taman Rumah di Dataran Medium dan Dataran Rendah," *Tanaman Hias*, vol. 1, no. 2, p. 8, 2012.
- [11] Istianingrum, Putri, , Damanhuri, Soetopo, Lita, "Pengaruh Generasi Benih Terhadap Pertumbuhan Dan Pembungaan Krisan (Chrysanthemum) Varietas Rhino," *Produksi Tanaman*, vol. 1, no. 3, pp. 1-8, 2013.
- [12] A. Nur Sari dan D. Sunaryono, "Perancangan dan Pembangunan Perangkat Lunak Photo Uploader pada Facebook dengan Fitur Geotagging," *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 1, no. 1, p. 2, 2012.
- [13] A. Nurwanto, J. Rizki, P. Johannes dan P. Iis, "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Observasi Berbasis Android dan Web," *Aplikasi Sistem*, vol. 2, no. 3, pp. 1-10, 2016.
- [14] A. Juansyah, "Pembangunan Aplikasi Child Tracker Berbasis Assited-Global Positioning System (A-GPS) Dengan Platform Android," *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, vol. 1, p. 4, 2015.
- [15] R. A. S. dan M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*, Bandung: Informatika, 2013.
- [16] Jogiyo, Pengenalan Komputer, Yogyakarta: Andi Yogyakarta, 2011.
- [17] W. Qousim, "Variabilitas Genetik Karakter Morfologi Tanaman Krisan," *Program Pascasarjana*, vol. 1, no. 3, p. 60, 1999.
- [18] Berbudi Rachman and Herny Februriyanti, "Aplikasi Location Based Service (LBS) Pencarian Lokasi Taxi Pada Android Di Kota Semarang," *Location Based Service*, vol. 5, no. 4, pp. 1-8, Maret 2013.
- [19] S. Mulyono dan EB, Setiawan, "Analisis dan Pengujian Web Service Restful Partner API Terintegrasi dengan EPP API untuk Registrasi ccTLD Indonesia," *Pengujian Web Service*, vol. 2, no. 4, pp. 1-8, 2017.

Perbandingan Metode Klasifikasi untuk Menentukan Tingkat Kenyamanan Suhu pada Kondisi Rileks Berbasis Sinyal EEG

Laurentius Kuncoro Probo Saputra¹, Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri²

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
kuncoro@staff.ukdw.ac.id
ignatiadhian@ti.ukdw.ac.id

Diterima 13 Desember 2018

Disetujui 31 Desember 2018

Abstract— *Temperature control of air conditioner devices is still oriented to the target environment. This control mode ignores one's physiological condition. A person's thermal comfort varies when indoors. Thermal comfort is closely related to environmental thermal satisfaction conditions. EEG signal is a signal that can reflect brain activity. This research objective is to provide classifier model for classifying person's thermal comfort based on EEG signal. This research used three conditions of a room's temperature. The features used by classifier are an average frequency band, HFD, PFD, and MSE features. Classifier performance was assessed using ROC curve evaluation. The results of the classification of thermal comfort levels with EEG signals with the KNN classifier are obtained only by using the band frequency average feature, which is equal to 0.878 with a standard deviation of 0.022. While the SVM classifier gets the highest performance by using a combination of the average band + HFD frequency feature, which is 0.877 with a standard deviation of 0.013 in the linear kernel and RBF.*

Index Terms— EEG signal, thermal comfort, KNN, SVM, temperature.

I. PENDAHULUAN

Semakin maraknya kegiatan penghematan energi dilakukan berbagai pihak menyebabkan banyaknya penelitian yang dilakukan untuk mendukung upaya tersebut. Terutama dengan adanya himbauan dari pemerintah Indonesia yang tertuang dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 13 tahun 2012 dengan jelas menyatakan bahwa seluruh bangunan gedung kantor pemerintah baik di pusat maupun daerah harus melaksanakan program penghematan energi listrik pada sistem Tata Udara (*Air Conditioning System*), sistem Tata Cahaya dan peralatan pendukung lainnya. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem kontrol suhu ruangan. Salah satunya berdasarkan sensor thermostat di ruangan [1], [2]. Adapun penelitian tersebut lebih banyak menggunakan sensor dalam melakukan kontrol suhu ruangan, antara lain sensor untuk mengukur tingkat kelembapan, suhu dan deteksi keberadaan manusia di suatu ruangan tertentu.

Kemudian terdapat penelitian lainnya yang berkaitan tentang pengembangan sistem kontrol suhu ruangan, yaitu dengan melihat faktor fisiologi dari seseorang. Adapun faktor fisiologis yang menjadi parameter dalam mengontrol suhu ruangan antara lain adalah melihat suhu yang dihasilkan dari permukaan kulit dan rekaman detak jantung seseorang. Parameter tersebut diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih baik untuk mengetahui kenyamanan seseorang dengan suhu yang ada di sekitar mereka [3], [4].

Kenyamanan seseorang terhadap suhu di sekitar mereka dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain suhu, rata-rata suhu radiasi pencahayaan, kecepatan udara, kelembapan, pakaian serta kegiatan yang dilakukan [3]. Seseorang yang tidak nyaman dengan suhu di sekitarnya biasanya berkaitan dengan tingkat stres yang dialami. Hal ini tentu saja akan memberikan dampak pada kinerja yang dilakukan serta kesehatan seseorang [3].

Tingkat stres maupun rileks dapat dilihat dari aktivitas otak seseorang. Sinyal *electroencephalogram* (EEG) dapat menampilkan aktivitas otak seseorang. Maka dapat dilakukan penelitian untuk melihat kenyamanan termal seseorang dengan melihat aktivitas sinyal EEG yang dihasilkan. Adapun sinyal EEG dari otak ditangkap oleh alat *headset MindwaveNeurosky*. Penelitian dalam mengetahui aktivitas orang dengan kondisi stres maupun rileks telah banyak dilakukan contohnya seperti yang dilakukan oleh Hilmi, dkk [5]. Akan tetapi belum ada yang menghubungkan dengan tingkat kenyamanan termal seseorang.

Proses klasifikasi menggunakan metode pembelajaran terbimbing (*supervised learning*) yang sudah banyak diterapkan dalam beberapa penelitian lainnya. Mehmood [6] melakukan perbandingan antara metode SVM dan KNN dalam mengklasifikasi emosi seseorang dengan 4 bentuk stimulus. Hasil yang didapat bahwa sinyal EEG dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat emosi seseorang. Metode

SVM dan KNN juga digunakan oleh Paul [7] untuk melakukan klasifikasi pada sinyal EMG.

Penelitian ini berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Choi [3] bahwa tingkat stres kenyamanan termal seseorang dapat dilihat dari *bio-feedback* yang merupakan respon tubuh atas kondisi yang tercapai. Penelitian ini akan menggunakan sumber *bio-feedback* yang berasal dari respon otak. Data yang digunakan ialah sinyal EEG. Sehingga penelitian ini melakukan perbandingan beberapa metode klasifikasi untuk melihat tingkat kenyamanan termal seseorang pada saat rileks menggunakan sinyal EEG. Adapun klasifikasi yang akan diteliti adalah KNN dan SVM. Data yang digunakan adalah data beberapa mahasiswa UKDW dengan kondisi kesehatan yang telah dipilih terlebih dahulu. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan perbedaan tingkat akurasi dari hasil perbandingan metode klasifikasi yang diterapkan.

II. LANDASAN TEORI

A. K Nearest Neighbors

Algoritma K- Nearest Neighbors (KNN) adalah sebuah metode yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap objek dengan memperhitungkan data lain yang memiliki jarak paling dekat dengan objek tersebut [5]. Klasifikasi yang dilakukan oleh KNN ini didasarkan atas data latih yang ada dilihat dari jarak yang paling dekat dengan objek berdasarkan nilai k. Metode ini membantu untuk melakukan klasifikasi objek baru berdasarkan atribut dan data latih yang telah disimpan sebelumnya.

Penentuan data latih dan data uji perlu dilakukan pada saat menerapkan K-Nearest Neighbor (KNN). Kemudian dilakukan perhitungan untuk menghitung jarak dapat menggunakan metode Euclidean Distance atau Manhattan Distance [8]. Euclidean Distance dapat dihitung seperti pada persamaan (1):

$$d(x_i x_j) = \sqrt{\sum_r^n (a_r(x_i) - a_r(x_j))^2} \quad (1)$$

Keterangan :

$d(x_i x_j)$ = jarak Euclidean

x_i = record ke i

x_j = record ke j

a_r = data ke r

dengan $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$

Sedangkan Manhattan Distance [9] dapat dihitung seperti pada persamaan (2):

$$\begin{aligned} dist\ Manhattan(x_i x_j) \\ = \left(\sum_{i=1}^m |x_i - x_j|^r \right)^{1/r} \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

x_i = data ke i

x_j = data ke j

B. Support Vector Machine

Support Vector Machine dikembangkan oleh Oser, Guyon, dan Vapnik. Pertama kali metode ini dipresentasikan pada tahun 1992. SVM pada dasarnya merupakan linear *classifier* yang kemudian dikembangkan agar dapat bekerja pada problem non-linear dengan memasukkan konsep kernel trick pada ruang kerja berdimensi tinggi [9], [10].

Secara sederhana SVM adalah metode untuk mencari *hyperplane* terbaik yang dapat digunakan untuk memisahkan dua kelas pada *input space*. *Hyperplane* pemisah terbaik didapatkan dari melakukan perhitungan margin *hyperplane* dan mencari titik maksimal yang ada. Margin adalah jarak antara *hyperplane* dengan data terdekat dari masing-masing kelas. Sedangkan data yang nantinya memiliki letak paling dekat dengan *hyperplane* tersebut nantinya yang disebut *support vector*.

Konsep kernel yang digunakan dalam SVM diterapkan untuk dapat menyesuaikan dengan pola persebaran kelas data. Jenis kernel yang dapat digunakan untuk membentuk *hyperplane* pemisah ialah kernel linear, radial basis function, dan polynomial.

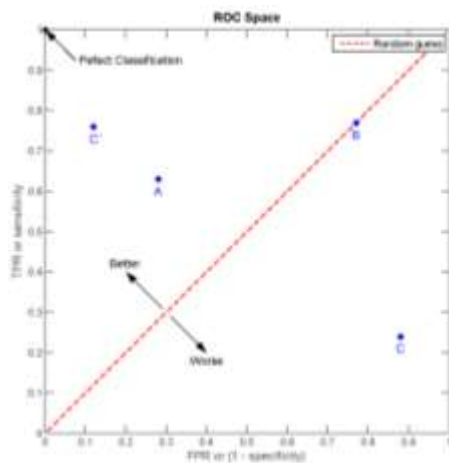
C. Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve

Evaluasi sistem *classifier* dapat dilakukan dengan menggunakan ROC curve. ROC curve dibuat dengan cara melakukan *plotting* antara nilai True Positive Rate (TPR) dan False Positive Rate (FPR). TPR sering disebut dengan *sensitivity*, *recall*, atau probabilitas *classifier* memprediksi benar dari kelas positif. FPR sering disebut dengan *fall-out*, atau probabilitas *classifier* memprediksi benar dari kelas negatif. TPR dan FPR didapat berdasarkan hasil pembentukan *confusion matrix* pengujian, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.

		Kondisi Sebenarnya	
		Positif (nyaman)	Negatif (tidak nyaman)
Prediksi	Positif (nyaman)	True Positif (TPR)	False Positif (FPR)
	Negatif (tidak nyaman)	False Negatif	True Negatif

Gambar 1. Confusion Matrix

ROC curve ditunjukkan seperti Gambar 2. Sebuah klasifier dikatakan sempurna jika nilai TPR = 1 dan FPR = 0.



Gambar 2. ROC curve

III. METODOLOGI

Pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan perangkat Neurosky Mindwave Headset. Neurosky merupakan alat penangkap sinyal EEG 1 kanal tanpa menggunakan jel untuk memperoleh data sinyal EEG, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur penelitian

A. Data

Responden yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 8 responden. Responden terdiri dari 3 wanita dan 5 pria yang memiliki kondisi tubuh yang prima dan memiliki usia antara 18 – 22 tahun. Adapun untuk responden yang ikut dalam penelitian ini tidak memiliki permasalahan dalam kesehatan terutama berkaitan dengan alergi suhu dingin ataupun suhu panas, bukan perokok, memiliki tekanan darah normal dan tidak pernah melakukan operasi selama satu tahun terakhir. Hal ini diperlukan untuk menyamakan kondisi responden.

Sinyal EEG yang didapatkan dari neurosky mindwave headset disimpan dengan bantuan program OpenVibe. Program OpenVibe akan merekam data yang diterima dari Neurosky Mindwave headset selama pengambilan data. Data yang terekam disimpan dalam bentuk file dengan format *.csv.

Pada setiap pengambilan data, responden akan diperiksa kondisi tubuhnya, baik suhu tubuh dan kesehatan. Pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan bahwa responden dalam keadaan sehat sehingga proses pengambilan data bisa lebih valid.

Kemudian setelah itu, responden akan diberikan waktu 10 menit untuk beristirahat setelah menyelesaikan kuesioner tersebut. Langkah berikutnya adalah responden ditempatkan pada sebuah kondisi suhu ruangan tertentu dan hanya diminta untuk duduk dan memejamkan mata dalam kondisi rileks. Kemudian hal ini dilakukan untuk setiap responden dengan 3 tipe suhu yang berbeda. Adapun untuk pengambilan data pada 3 suhu yang berbeda dilakukan pada hari yang berbeda agar kondisi tubuh responden tidak mengalami perubahan suhu yang drastis dalam satu hari. Lagipula untuk penelitian ini setiap kondisi suhu, masing-masing responden diambil data EEG sebanyak lima (5) kali. Untuk kondisi suhu I adalah suhu dingin yang memiliki suhu 16 – 21° C, kemudian kondisi II adalah ruangan dengan suhu normal yaitu 21 - 26° C dan yang terakhir kondisi III adalah ruangan dengan suhu panas (lebih dari 27°C).

B. Pemilihan Fitur

Fitur yang digunakan secara umum dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori fitur, yaitu fitur frekuensi, fitur fraktal, dan fitur statistik. Fitur Frekuensi yang digunakan ialah fitur rata-rata setiap band frekuensi sinyal EEG. Sinyal EEG memiliki 4 band frekuensi yaitu Alpha, Beta, Gamma, Delta. Masing-masing band memiliki rentang frekuensi yang berbeda.

Fitur Fraktal yang digunakan ialah Higuchi Fractal Dimension (HFD) dan Petrosian Fractal Dimension (PFD) [11].

PFD dapat dituliskan seperti Persamaan (3).

$$PFD = \frac{\log_{10} N}{\log_{10} N + \log_{10}(N/(N + 0.4N_{\delta}))} \quad (3)$$

dengan N merupakan jumlah data, dan N_{δ} ialah jumlah perubahan tanda pada sinyal. PFD merupakan fitur skalar.

Algoritma yang digunakan pada HFD ialah menyusun kembali ke dalam k kelompok deret dari data sampling sinyal $[x_1, x_2, x_3, \dots, x_N]$ dengan Persamaan (4):

$$x_m, x_{m+k}, x_{m+2k}, \dots, x_{m+(N-m)/k|k} \quad (4)$$

dengan $m = 1, 2, \dots, k$.

Dari setiap kelompok deret yang dibentuk dari Persamaan (4), nilai panjang $L(m, k)$ dihitung dengan Persamaan (5).

$$L(m, k) = \frac{\sum_{i=2}^{(N-m)/k|k} |x_{m+ik} - x_{m+(i-1)k}|(N-1)}{|(N-m)/k|k} \quad (5)$$

Panjang rata-rata $L(k)$, dihitung dengan Persamaan (6):

$$L(k) = \left[\sum_{i=1}^k L(i, k) \right] / k \quad (6)$$

Langkah perhitungan dari Persamaan (4)-(6) diulang hingga k_{max} kali untuk setiap k dari 1 sampai k_{max} . Lalu metode *least-square* digunakan untuk menentukan slope dari garis yang terbaik dari kurva $L(k)$ vs $\ln(1/k)$. Nilai *slope* merupakan nilai HFD yang didapatkan dalam bentuk fitur skalar.

Fitur statistik yang digunakan ialah Multiscale Entropy Analysis (MSE). MSE sangat berguna dalam melakukan investigasi kompleksitas sebuah signal EEG yang saling berkorelasi di berbagai skala waktu.

C. Pengujian Classifier

Classifier yang sudah dilatihkan selanjutnya diuji dengan data uji. Data uji tidak pernah diikuti pada proses pelatihan. Data yang digunakan terbatas, sehingga pada proses pelatihan dan pengujian, data dibagi menjadi 75% sebagai data latih, dan 25% sebagai data uji. Pembagian antara data latih dan data uji dilakukan secara random. Komposisi kelas data yang digunakan pada penelitian ini tidak seimbang antara data dengan kelas nyaman dan kelas tidak nyaman. Oleh karena itu dalam pengujian *classifier* menggunakan metode *k-Fold Validation*. Pada pengujian ini menggunakan nilai $k=10$.

IV. HASIL

Tabel 1. Hasil Klasifikasi SVM dan KNN dengan menggunakan 7 Fitur

Classifier	Parameter	7 Fitur	
		Mean ROC	Standar Deviasi
SVM	1. Polynomial (n=3)	0,869	0,011
	2. Polynomial (n=5)	0,868	0,011
	3. Polynomial (n=7)	0,867	0,011
	4. RBF	0,868	0,010
	5. Linear	0,870	0,011
kNN	6. k=3, Manhattan	0,823	0,015
	7. k=3, Euclidian	0,815	0,018
	8. k=5, Manhattan	0,843	0,014
	9. k=5, Euclidian	0,841	0,013
	10. k=7, Manhattan	0,849	0,013
	11. k=7, Euclidian	0,846	0,014
	12. k=9, Manhattan	0,856	0,014
	13. k=9, Euclidian	0,851	0,014
	14. k=11, Manhattan	0,857	0,015
	15. k=11, Euclidian	0,853	0,016

Pengujian dengan menggunakan data set sinyal EEG yang diambil dalam kondisi relaks dengan mengubah suhu ruangan dalam 3 kondisi suhu telah dilakukan. Adapun hasil yang didapatkan dari hasil pengujian dengan menggunakan klasifikasi KNN dan SVM pada 7 Fitur yang telah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 memperlihatkan hasil klasifikasi dengan metode SVC dengan fitur sebanyak 7. Klasifikasi SVC mendapatkan performa tertinggi pada klasifikasi dengan fungsi linear. Performa terlihat pada nilai mean

ROC sebesar 0,870 dengan standar deviasi sebesar 0,011. Hasil klasifikasi dengan menggunakan kNN mendapatkan performa tertinggi 0,857 dengan standar deviasi 0,15 pada nilai $k=11$ dan perhitungan jarak Manhattan.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi SVM dan KNN pada Fitur Frekuensi Band dan Fitur Fraktal

Classifier	Parameter	Fitur Frekuensi Band		Fitur Fraktal	
		Mean ROC	sdv	Mean ROC	sdv
SVM	Polynomial (n=3)	0,575	0,208	0,824	0,020
	Polynomial (n=5)	0,650	0,228	0,824	0,020
	Polynomial (n=7)	0,396	0,229	0,824	0,020
	RBF	0,846	0,019	0,826	0,021
	Linear	0,853	0,019	0,825	0,020
kNN	k=3, Manhattan	0,866	0,019	0,725	0,024
	k=5, Manhattan	0,875	0,017	0,751	0,020
	k=7, Manhattan	0,876	0,021	0,761	0,021
	k=9, Manhattan	0,878	0,022	0,768	0,021
	k=11, Manhattan	0,877	0,022	0,772	0,022

Tabel 3. Hasil Klasifikasi SVM dan KNN pada Fitur Frekuensi Band+PFD dan Fitur Frekuensi Band+HFD

Classifier	Parameter	Fitur Frek Band + PFD		Fitur Frek Band + HFD	
		Mean ROC	sdv	Mean ROC	sdv
SVM	Polynomial (n=3)	0,848	0,014	0,875	0,013
	Polynomial (n=5)	0,781	0,217	0,873	0,014
	Polynomial (n=7)	0,151	0,017	0,493	0,369
	RBF	0,851	0,017	0,877	0,013
	Linear	0,856	0,018	0,877	0,013
kNN	k=3, Manhattan	0,834	0,009	0,849	0,021
	k=5, Manhattan	0,852	0,011	0,862	0,018
	k=7, Manhattan	0,856	0,011	0,864	0,018
	k=9, Manhattan	0,854	0,013	0,862	0,018
	k=11, Manhattan	0,852	0,014	0,861	0,017

Perhitungan jarak Manhattan dapat menghasilkan performa klasifikasi yang lebih baik dibandingkan dengan perhitungan jarak Euclidian pada klasifikasi kNN. Sehingga pada hasil Tabel 2 dan Tabel 3 hanya akan menampilkan hasil kNN dengan perhitungan jarak Manhattan. Tabel 2 dan 3 memperlihatkan hasil pengujian *classifier* dengan menguji fitur mana yang paling berpengaruh dalam mendukung performa yang baik dari *classifier* tersebut. Dari Tabel 2 dan 3,

pengujian dilakukan dalam 4 kelompok fitur. Kelompok uji fitur pertama hanya 4 nilai fitur rata-rata frekuensi band. Kelompok uji fitur kedua hanya 2 nilai fitur fraktal. Kelompok uji fitur ketiga gabungan antara fitur rata-rata frekuensi band dengan PFD. Kelompok uji keempat gabungan antara fitur rata-rata frekuensi band dengan HFD.

Berdasarkan pengujian tersebut, dapat dilihat performa *classifier* tertinggi berdasarkan ROC curve didapatkan pada *classifier* KNN (manhattan distance) dengan menggunakan 4 nilai fitur rata-rata frekuensi band. Hasil klasifikasi sebesar 0,878 dengan standar deviasi sebesar 0,022. Sedangkan untuk *classifier* SVM, performa *classifier* tertinggi didapatkan 0,878 dengan standar deviasi 0,013 pada kelompok uji fitur gabungan antara fitur rata-rata frekuensi band+HFD. Kernel menggunakan kernel linear dan RBF.

V. KESIMPULAN

Hasil klasifikasi tingkat kenyamanan termal dengan sinyal EEG dengan *classifier* KNN didapatkan hanya dengan menggunakan fitur rata-rata frekuensi band, yaitu sebesar 0,878 dengan standar deviasi 0,022. Sedangkan *classifier* SVM mendapatkan performa tertinggi dengan menggunakan gabungan fitur rata-rata frekuensi band+HFD, yaitu 0,877 dengan standar deviasi 0,013 pada kernel linear dan RBF.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jendral Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Penelitian Dosen Pemula) No. 109/SP2H/LT/DRPM/2018. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) dan Fakultas Teknologi Informasi (FTI) Universitas Kristen Duta Wacana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Cheng, W. W. Shein, Y. Tan, and A. O. Lim, "Energy efficient thermal comfort control for cyber-physical home system," *2013 IEEE Int. Conf. Smart Grid Commun. SmartGridComm 2013*, pp. 797–802, 2013.
- [2] S. M. Zanolli and D. Barchiesi, "Thermal and lighting control system with energy saving and users comfort features," *2012 20th Mediterr. Conf. Control Autom. MED 2012 - Conf. Proc.*, pp. 1322–1327, 2012.
- [3] J. H. Choi, "CoBi: Bio-Sensing Building Mechanical System Controls for Sustainably Enhancing Individual Thermal Comfort," *PHD Diss.*, no. May, 2010.
- [4] K. Nakayama, T. Suzuki, and K. Kameyama, "Estimation of thermal sensation using human peripheral skin temperature," *Syst. Man Cybern.*, no. October, pp. 2872–2877, 2009.
- [5] A. Hilmi, I. Wijayanto, and S. Hadiyoso, "Analisis Perbandingan Pola Sinyal Alfa Dan Beta Eeg Untuk Klasifikasi Kondisi Rileks Pada Perokok Aktif Dengan Menggunakan K-Nearest Neighbor Pattern Comparison Analysis Between Alpha and Beta Eeg Signal for Relaxed Condition Classification on Active Smok," vol. 4, no. 3, pp. 3395–3402, 2017.
- [6] R. M. Mehmood and H. J. Lee, "Emotion classification of EEG brain signal using SVM and KNN," in *2015 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)*, 2015, pp. 1–5.
- [7] Y. Paul, V. Goyal, and R. A. Jaswal, "Comparative analysis between SVM & KNN classifier for EMG signal classification on elementary time domain features," in *2017 4th International Conference on Signal Processing, Computing and Control (ISPCC)*, 2017, pp. 169–175.
- [8] L.-Y. Hu, M.-W. Huang, S.-W. Ke, and C.-F. Tsai, *The distance function effect on k-nearest neighbor classification for medical datasets*, vol. 5, 2016.
- [9] Y. Helmi Mahendra, H. Tjandrasa, C. Fatichah, Y. H. Mahendra, and H. Tjandrasa, *KLASIFIKASI DATA EEG UNTUK MENDETEKSI KEADAAN TIDUR DAN BANGUN MENGGUNAKAN AUTOREGRESSIVE MODEL DAN SUPPORT VECTOR MACHINE*, vol. 15, 2017.
- [10] K. A. I. Aboalayon, H. T. Ocbagabir, and M. Faezipour, "Efficient sleep stage classification based on EEG signals," in *IEEE Long Island Systems, Applications and Technology (LISAT) Conference 2014*, 2014, pp. 1–6.
- [11] F. S. Bao, X. Liu, and C. Zhang, "PyEEG: An Open Source Python Module for EEG/MEG Feature Extraction," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2011, 2011.

Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik Pada Warna Kulit Buah

Nina Sularida¹, Jayanti Yusmah Sari², Ika Purwanti Ningrum Purnama³

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

ninasularida.036@gmail.com

jayanti@uho.ac.id

ika.purwanti.ningrum@uho.ac.id

Diterima 19 Desember 2018

Disetujui 28 Desember 2018

Abstract—The Banana (*musa paradical*) is one of the national superior fruit production which is rich in vitamins. The level of banana production in Indonesia is above other fruit commodities. However, one of the postharvest problems for bananas produced on a large scale or industry is in the sorting of bananas. During this time the banana fruit is identified by the level of maturity based on the analysis of the skin color of the fruit visually the human eye that has limitations. The identification process like this has several disadvantages including requiring more energy to sort, and the level of perception of fruit maturity produced can be different because humans can experience fatigue, not always consistent, and human judgment is also subjective. To overcome this problem, this study builds a system to identify the maturity level of bananas using the extractive method of statistical features based on the skin color of bananas. The statistical feature extraction method used in this study is the maximum, minimum, and mean values of pixels for RGB and HSV color spaces. The system built has been tested using 40 datasets of image of bananas and shows the results of good accuracy.

Index Terms—enter key words or phrases in alphabetical order, separated by commas

I. PENDAHULUAN

Pisang (*Musa Paradisiaca*) adalah tanaman buah yang kaya akan sumber vitamin, mineral dan karbohidrat. Buah ini sangat memasyarakat karena dapat dikonsumsi kapan saja dan di segala tingkatan usia dari bayi hingga orang tua.[1]

Kendari merupakan salah satu kota penghasil buah-buahan tropis di Sulawesi Tenggara. Dan buah-buahan tropis yang menjadi komoditas tertingginya adalah buah pisang, pepaya, dan nangka. Data produksi buah-buahan pada tahun tercatat 16.110 kw atau naik 184,33% dibanding tahun 2004. Jenis buah-buahan yang mempunyai produksi tertinggi pada tahun 2005 adalah pisang sebanyak 7.576 kw, kemudian kedua pepaya sebanyak 2.572 kw dan ketiga adalah nangka sebanyak 1.374 kw.[2]

Tiap buah memiliki ciri untuk dapat ditentukan jenis dan kematangannya, misalkan saja ukuran dan warnanya. Pada buah pisang, digunakan ciri tersebut untuk melakukan klasifikasi. Saat ini, klasifikasi jenis dan kematangan pisang masih dilakukan petani pisang secara manual [3]. Salah satu permasalahan pascapanen pada buah pisang yang diproduksi secara skala besar atau industri adalah dalam hal penyortiran buah pisang. Selama ini buah pisang diidentifikasi tingkat kematangannya berdasarkan analisis warna kulit buah secara visual mata manusia. Proses identifikasi seperti ini memiliki beberapa kelemahan di antaranya yaitu membutuhkan tenaga lebih banyak untuk memilah, dan tingkat persepsi kematangan buah yang dihasilkan bisa berbeda karena manusia dapat mengalami kelelahan, tidak selalu konsisten, dan penilaian manusia juga bersifat subjektif. Kelemahan-kelemahan tersebut akan mempengaruhi waktu yang dibutuhkan dalam memilah dan mengidentifikasi tingkat kematangan buah pisang [4]. Dengan demikian, dibutuhkan alat bantu yang dapat mengidentifikasi tingkat kematangan buah pisang secara tepat. Salah satunya dengan membuat sistem berbasis komputer menggunakan metode ekstraksi ciri statistik citra digital. Ekstraksi ciri statistik tersebut akan menghasilkan nilai maksimum, minimum, dan rata-rata (*mean*) dari piksel untuk ruang warna RGB dan HSV. Selanjutnya, ciri statistik tersebut akan diproses dengan menghitung jarak terdekat (*euclidean distance*) untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang.

Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan antara lain, yaitu: Sugiyanto [3] yang telah meneliti tentang klasifikasi tingkat kematangan buah papaya (*Carica Papaya L*) California (Callina-IPB 9) dalam ruang warna warna HSV menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors. Pada penelitian tersebut, tahapan pengujian dilakukan dengan 2 kali percobaan, yaitu dengan jumlah $K=3$, dan $K=5$ untuk 12 dataset. Dari pengujian tersebut didapatkan tingkat

keakuratan sebesar 75% untuk $K=3$ dan 83,34% untuk $K=5$. Selanjutnya, Permadi [4] meneliti tentang Aplikasi Pengolahan Citra untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik. Pada penelitian tersebut didapatkan tingkat akurasi untuk identifikasi kematangan mentimun berdasarkan perhitungan tekstur citra dengan metode ekstraksi ciri statistik yaitu mencapai 75%. Dan Ramanda [5] yang meneliti tentang Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Mangga Menggunakan Teknik Pengolahan Citra dengan Metode Ekstraksi Ciri Statistik. Pada penelitiannya tersebut diperoleh tingkat keakuratan model fuzzy dengan fungsi keanggotaan segitiga yang digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah Mangga Udang (*Mangifera Indica*) sebesar 86,67%.

Berdasarkan deskripsi yang telah diuraikan tersebut maka pada penelitian ini dilakukan identifikasi tingkat kematangan buah pisang dengan menggunakan metode ekstraksi ciri statistik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit buah pisang menggunakan metode ekstraksi ciri statistik melalui citra digital buah pisang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Citra RGB

Citra RGB (citra berwarna) merupakan citra yang masing-masing piksel mempunyai 3 (tiga) komponen warna yang spesifik, yaitu komponen merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*). [6]

Berikut persamaan untuk citra RGB [6]:

$$RGB = (((R * 256) + G) * 256) + B \quad (1)$$

B. Citra HSV

Citra HSV mendefinisikan warna dalam terminologi Hue, Saturation dan Value. Hue menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning. Hue digunakan untuk membedakan warna-warna dan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greenness*), dsb, dari cahaya. Hue berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya. Saturation menyatakan tingkat kemurnian suatu warna, yaitu mengindikasikan seberapa banyak warna putih diberikan pada warna. Value adalah atribut yang menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata tanpa memperdulikan warna. [7]

Cara mengkonversi warna RGB ke HSV:

$$H = \tan\left(\frac{3(G-B)}{(R-B)+(R-B)}\right) \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{v} \quad (3)$$

$$V = \frac{R+G+B}{3} \quad (4)$$

C. Citra CIELab

Ruang Warna $L^*a^*b^*$ atau yang dikenal dengan CIELAB adalah ruang warna yang paling lengkap yang ditetapkan oleh Komisi Internasional tentang iluminasi warna (*French Commission Internationale de l'eclairage*, dikenal sebagai CIE). Ruang warna ini mampu menggambarkan semua warna yang dapat dilihat dengan mata manusia dan seringkali digunakan sebagai referensi ruang warna. Dalam melakukan konversi model warna RGB ke model warna Lab terlebih dahulu dilakukan proses konversi model warna RGB ke CIE XYZ. Tahap selanjutnya baru dilakukan konversi model warna CIE XYZ ke CIE Lab. [8]

Persamaan:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,412453 & 0,357580 & 0,180423 \\ 0,212671 & 0,715160 & 0,072169 \\ 0,019334 & 0,119193 & 0,950227 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (3)$$

Perhitungan konversi ruang warna dari XYZ ke $L^*a^*b^*$:

$$\begin{aligned} L^* &= 116\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - 16, \text{ untuk } Y/Y_n > 0,008856 \\ L^* &= 903,3 Y/Y_n \\ a^* &= 500\left(f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right) \\ b^* &= 200\left(f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right) \end{aligned} \quad (4)$$

D. Ekstraksi Ciri Statistik

Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri, salah satunya menggunakan metode statistik. Metode statistik menggunakan perhitungan statistik distribusi derajat keabuan (*histogram*). Paradigma statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur-tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (*mikrostruktur*). [4]

Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan dapat dihitung beberapa parameter ciri, antara lain adalah nilai maksimum, minimum, dan rata-rata (*mean*) dari piksel untuk ruang warna RGB dan HSV.

1) Nilai Rata-rata (*Mean/μ*)

Untuk mendapatkan nilai rata-rata (*mean*) digunakan persamaan berikut:

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \quad (5)$$

2) Nilai Minimal dan Maximal

Untuk mendapatkan nilai minimal dan maksimal dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} R_{max} &= \max(R) \\ R_{min} &= \min(R) \end{aligned} \quad (6)$$

$$G_{max} = \max(G) \quad (7)$$

$$G_{min} = \min(G)$$

$$B_{max} = \max(B)$$

$$B_{min} = \min(B)$$

$$H_{max} = \max(H) \quad (9)$$

$$H_{min} = \min(H)$$

$$S_{max} = \max(S) \quad (10)$$

$$S_{min} = \min(S)$$

$$V_{max} = \max(V) \quad (11)$$

$$V_{min} = \min(V)$$

E. Euclidean Distance

Euclidean Distance adalah metrik yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan dari dua vektor dengan menghasilkan nilai yang berupa jarak - dari kedua vektor tersebut. Nilai *Euclidean Distance* diperoleh dari akar kuadrat selisih 2 vektor yang akan dihitung jaraknya. Untuk menghitung nilai *Euclidean Distance* dari vektor fitur masukan dan vektor fitur pembandingan digunakan persamaan (8) [Putra, 2010]:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (12)$$

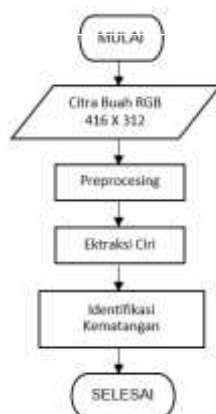
Keterangan:

d_{ij} = nilai/besaran jarak
 n = panjang vektor
 x_{ik} = vektor fitur masukan
 x_{jk} = vektor fitur pembandingan

Semakin kecil nilai d_{ij} maka semakin mirip kedua vektor yang dicocokkan. Sebaliknya, semakin besar nilai d_{ij} maka semakin berbeda pula kedua vektor yang dicocokkan [Putra, 2010].

III. METODE PENELITIAN

Sistem identifikasi tingkat kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit buah dibangun menggunakan sistem kerja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem identifikasi kematangan buah pisang

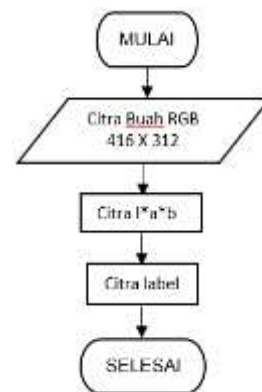
Berikut uraian tahapan sistem identifikasi kematangan buah pisang pada penelitian ini.

1) Input Citra

Pada penginputan citra, digunakan dataset citra yang telah diakuisisi sebelumnya. Dataset diakuisisi dari buah pisang yang memiliki tingkat kematangan yang berbeda-beda. Dataset yang diperoleh sebanyak 40 citra dan diakuisisi pada siang hari. Citra diakuisisi menggunakan kamera *smartphone* dengan jarak dari pisang ke kamera sebesar 15 cm.

2) Preprocessing

Pada tahap *preprocessing* ada beberapa langkah yang dilakukan untuk kemudahan pemrosesan citra pada tahap selanjutnya, yaitu proses ekstraksi ciri. Dalam bentuk ringkas, praproses citra pada penelitian ini digambarkan pada Gambar 2.

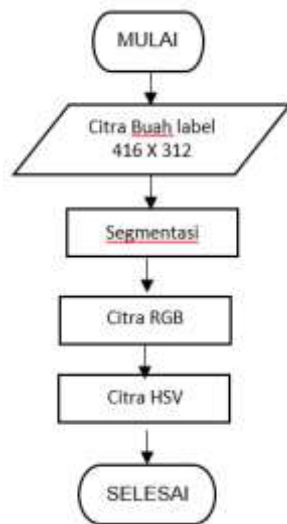


Gambar 2. *Preprocessing* Data Citra

Pada penelitian ini dataset yang digunakan merupakan citra buah pisang. Dataset yang digunakan yaitu berupa citra buah pisang yang terdiri dari 4 jenis (4 kelas) berukuran 416 x 312 piksel yang diambil menggunakan kamera *smartphone* Redmi 4A dengan resolusi kamera 13 MP. Untuk jarak pengambilan citra yaitu 15 cm. Jarak 15 cm ditentukan dengan mengoptimalkan ukuran pisang pada citra yang diakuisisi sehingga tidak diperlukan proses cropping untuk area objek pisang. Data citra yang digunakan sebanyak 20 citra untuk testing dan 20 citra untuk menguji tingkat akurasi identifikasi tingkat kematangan buah pisang. Data citra pisang berwarna atau RGB kemudian diubah ke citra l^*a^*b dan citra label.

3) Ekstraksi Ciri

Pada tahap ekstraksi ciri dilakukan proses segmentasi untuk memisahkan background dan objek. Tahapan yang dilakukan pada proses ekstraksi citra ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Ekstraksi Ciri Citra

4) Identifikasi Buah

Tahapan terakhir penelitian ini adalah proses identifikasi citra buah. Proses identifikasi menggunakan data *training* dengan tujuan menghasilkan satu model yang akan digunakan sebagai penentuan kematangan buah pisang. Metode yang digunakan untuk proses identifikasi adalah menghitung jarak terdekat menggunakan *Euclidean Distance*. Tahapan yang dilakukan pada proses identifikasi daun ditunjukkan pada Gambar 4.

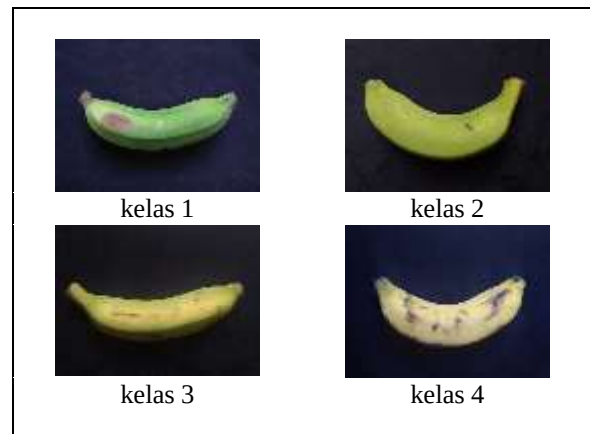


Gambar 4. Identifikasi Citra

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem identifikasi kematangan buah pisang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dibangun menggunakan Matlab R2015b. Dan data yang digunakan merupakan citra dari buah pisang raja yang dikelompokkan ke dalam 4 tingkat kematangan (4 kelas) dengan jumlah yang sama pada tiap kelas yakni 10 citra. Gambar 2 menunjukkan contoh dari citra pisang masing-masing kelas yang akan diidentifikasi yaitu kelas 1: buah pisang belum matang (sangat hijau),

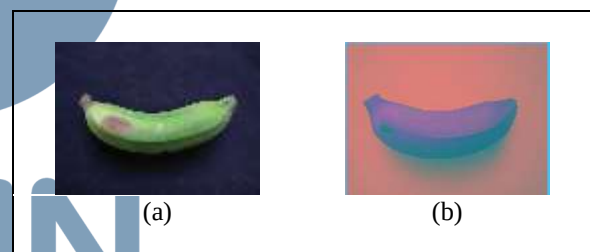
kelas 2: buah pisang cukup matang (hijau sedang), kelas 3: buah pisang matang (kuning), dan kelas 4: buah pisang sangat matang (sangat kuning).



Gambar 5. Citra pisang dari masing-masing kelas

A. Hasil Preprocessing

Pada *preprocessing* dilakukan pengolahan citra yang terdiri dari tahapan konversi citra dari ruang warna RGB ke ruang warna l^*a^*b . Hasil yang diperoleh dari *preprocessing* ini ditunjukkan pada Gambar 3. Kemudian citra hasil *preprocessing* akan melalui tahap ekstraksi ciri untuk mendapatkan nilai fitur dari citra tersebut.

Gambar 6. Citra RGB (a) dan citra l^*a^*b hasil *preprocessing* (b)

B. Hasil Ekstraksi Ciri

Pada tahap ini, dilakukan ekstraksi ciri warna citra buah. Untuk ekstraksi ciri statistik menggunakan nilai maksimum, minimum, dan rata-rata (*mean*) dari piksel untuk ruang warna RGB dan HSV. Pada Gambar 7 merupakan segmentasi citra warna RGB dan HSV.



Gambar 7. Segmentasi Citra RGB dan HSV

Ciri statistik untuk setiap citra buah pisang terdiri dari 18 ciri yaitu nilai minimum, nilai maksimum dan

nilai rata-rata (*mean*) masing-masing untuk R, G, B, H, S, dan V.

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Ciri Statistik

No	Ciri Statistik		
1	Minimum R	3	8
2	Minimum G	5	7
3	Minimum B	0	27
4	Minimum H	0.0000	0.6358
5	Minimum S	0.0000	0.4783
6	Minimum V	0.0235	0.1059
7	Maksimum R	11	24
8	Maksimum G	252	25
9	Maksimum B	235	46
10	Maksimum H	0.9951	0.6825
11	Maksimum S	1.0000	0.75
12	Maksimum V	0.9882	0.1804
13	Mean R	84.56	12.54
14	Mean G	104.36	13.22
15	Mean B	72.01	34.37
16	Mean H	0.3127	0.6617
17	Mean S	0.2920	0.6454
18	Mean V	0.4172	0.1348

C. Hasil Identifikasi

Sistem identifikasi kematangan buah pisang yang dibangun pada penelitian ini telah diuji menggunakan 40 dataset dengan 10 dataset untuk masing-masing kelas (belum matang, cukup matang, matang dan sangat matang). Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan membagi dataset menjadi 20 dataset untuk citra uji (4 sampel untuk masing-masing kelas) dan 20 dataset untuk citra database (4 sampel untuk masing-masing kelas).

Identifikasi kematangan buah pisang dilakukan dengan mencocokkan ciri statistik (seperti pada Tabel 1) antara citra uji dan citra database menggunakan perhitungan *Euclidean Distance* (Persamaan 8). Hasil identifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi

No	Tingkat Kematangan	Hasil Identifikasi		Akurasi
		Benar	Salah	
1	Belum matang	10	0	100%
2	Cukup matang	9	1	90%
3	Matang	9	1	90%
4	Sangat matang	8	2	80%
Rata-rata				90%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa untuk kelas 1, buah pisang belum matang, dari 10 citra uji menunjukkan hasil yang sangat baik berhasil diidentifikasi. Sedangkan pada data uji

buah pisang cukup masak dan masak sedang masing-masing menunjukkan hasil sebanyak 9 citra berhasil diidentifikasi dan 1 citra tidak berhasil diidentifikasi. Kemudian pada citra buah pisang masak sekali menunjukkan hasil bahwa dari 10 citra data uji menunjukkan hasil sebanyak 8 citra berhasil diidentifikasi dan 2 citra tidak berhasil diidentifikasi. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat 4 citra tidak berhasil diidentifikasi. Hal ini terjadi karena warna pada kulit buah pisang akan mempengaruhi identifikasi sistem.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini telah dilakukan identifikasi tingkat kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit buah menggunakan metode ekstraksi ciri statistik yang menghasilkan nilai maksimum, minimum, dan *mean* dari piksel untuk ruang warna RGB dan HSV. Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata tingkat akurasi untuk sebesar 90%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ekstraksi ciri statistik dapat diterapkan dalam identifikasi tingkat kematangan pada buah dengan hasil yang baik. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan kedepannya sistem ini dapat meningkatkan tingkat akurasinya dengan menggunakan metode-metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indarto, Murinto, Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna *HIS*. 2017
- [2] Kota Kendari ENSIKLOPEDIA DUNIA pisang-raja.kelasmalam.co.id.html
- [3] Chaniago, Dendy., Hidayat, Bambang., Adhi Wibowo, Suryo., Klasifikasi Buah Pisang Berdasarkan Jenis Dan Kematangan Berbasis Pengolahan Citra Dengan Kamera Digital Classification Of Banana Fruit Based On Type And Ripeness Using Image Processing With A Digital Camera. 2011
- [4] Sugianti, Sigit., Wibowo, Feri., 2015. Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya (*Carica Papaya L*) California (Calina-IPB 9) dalam ruang warna HSV dalam Algoritma K-Nearest Neighbors.
- [5] Permadi, Yuda., Murinto, Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik. 2015
- [6] Ramanda, Muhammad Rian., Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Mangga (*Mangifera Indica*) Menggunakan Teknik Pengolahan Citra berdasarkan Tekstur Kulit Buah dengan Metode Ekstraksi Ciri Statistik
- [7] Muljono. (2017). Pengolahan Citra Digital. Penerbit Andi
- [8] Rahmat, Ericks, Swedia., Cahyanti, Margi. Algoritma Transformasi Ruang Warna. 2010
- [9] Rulaningtyas, Riries., Suksmono, Andriyan B., Mengko, Tati L. R., Saptawati, G. A. Putri. Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode Clustering Berbasis Patch untuk Identifikasi *Mycobacterium Tuberculosis*
- [10] Putra, D. (2010). Pengolahan citra digital. Penerbit Andi.

PEDOMAN PENULISAN JURNAL ULTIMATICS, ULTIMA INFOSYS, DAN ULTIMA COMPUTING

1. Kriteria Naskah

- Naskah belum pernah dipublikasikan atau tidak dalam proses penyuntingan di jurnal berkala lainnya.
- Naskah yang dikirimkan dapat berupa naskah hasil penelitian atau konseptual.

2. Pengetikan Naskah

- Naskah diketik dengan jarak spasi antar baris 1 pada halaman ukuran A4 (21 cm x 29,7 cm), margin kiri-atas 3 cm dan kanan-bawah 2 cm, dengan jenis tulisan Times New Roman.
- Naskah dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.
- Jumlah halaman untuk tiap naskah dibatasi dengan jumlah minimal 4 halaman dan maksimal 8 halaman.

3. Format Naskah

- Komposisi naskah terdiri dari Judul, Abstrak, Kata Kunci, Pendahuluan, Metode, Hasil Penelitian dan Pembahasan, Simpulan, Lampiran, Ucapan Terima Kasih, dan Daftar Pustaka.
- Judul memiliki jumlah kata maksimal 15 kata dalam Bahasa Indonesia atau maksimal 12 kata dalam Bahasa Inggris (termasuk subjudul bila ada).
- Abstrak ditulis dengan Bahasa Inggris paling banyak 200 kata, meskipun bahasa yang digunakan dalam penyusunan naskah adalah Bahasa Indonesia. Isi abstrak sebaiknya mengandung argumentasi logis, pendekatan pemecahan masalah, hasil yang dicapai, dan simpulan singkat.
- Kata Kunci ditulis dengan Bahasa Inggris dalam satu baris, dengan jumlah kata antara 4 sampai 6 kata.
- Pendahuluan berisi latar belakang dan tujuan penelitian.
- Metode dapat diuraikan secara terperinci dan dibedakan menjadi beberapa bab maupun subbab yang terpisah.
- Hasil dan Pembahasan disajikan secara sistematis sesuai dengan tujuan penelitian.
- Simpulan menyajikan intisari hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya juga dapat diberikan di sini.

- Lampiran dan Ucapan Terima Kasih dapat dijabarkan setelah Simpulan secara singkat dan jelas.
- Daftar Pustaka yang dirujuk dalam naskah harus dituliskan di bagian ini secara kronologis berdasarkan urutan kemunculannya. Cara penulisannya mengikuti cara penulisan jurnal dan transaction IEEE.
- Template naskah telah disediakan dan dapat diminta dengan menghubungi surel redaksi.

4. Penulisan Daftar Pustaka

- Artikel Ilmiah:
N. Penulis, "Judul artikel ilmiah," *Singkatan Nama Jurnal*, vol. x, no. x, hal. xxx-xxx, Sept. 2013.
- Buku
N. Penulis, "Judul bab di dalam buku," di dalam *Judul dari Buku*, edisi x. Kota atau Negara Penerbit: Singkatan Nama Penerbit, tahun, bab x, subbab x, hal. xxx-xxx.
- Laporan
N. Penulis, "Judul laporan," *Singkatan Nama Perusahaan*, Kota Perusahaan, Singkatan Nama Negara, Laporan xxx, tahun.
- Buku Manual/ *handbook*
Nama dari Buku Manual, edisi x, Singkatan Nama Perusahaan, Kota Perusahaan, Singkatan Nama Negara, tahun, hal. xxx-xxx.
- Prosiding
N. Penulis, "Judul artikel," di dalam *Nama Konferensi Ilmiah*, Kota Konferensi, Singkatan Nama Negara (jika ada), tahun, hal. xxx-xxx.
- Artikel yang Disajikan dalam Konferensi
N. Penulis, "Judul artikel," disajikan di *Nama Konferensi*, Kota Konferensi, Singkatan Nama Negara, tahun.
- Paten
N. Penulis, "Judul paten," HKI xxxxxx, 01 Januari 2014.
- Tesis dan Disertasi
N. Penulis, "Judul tesis," M.Sc. thesis, Singkatan Departemen, Singkatan

Universitas, Kota Universitas, Singkatan Nama Negara, tahun.

N. Penulis, "Judul disertasi," Ph.D. dissertation, Singkatan Departemen, Singkatan Universitas, Kota Universitas, Singkatan Nama Negara, tahun.

- Belum Terbit
N. Penulis, "Judul artikel," belum terbit.

N. Penulis, "Judul artikel," Singkatan Nama Jurnal, proses cetak.

- Sumber online
N. Penulis. (tahun, bulan tanggal). Judul (edisi) [Media perantara]. Alamat situs: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL))

N. Penulis. (tahun, bulan). Judul. Jurnal [Media perantara]. *volume(issue)*, halaman jika ada. Alamat situs: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL))

Catatan: media perantara dapat berupa media online, CD-ROM, USB, dan sebagainya.

5. Pengiriman Naskah Awal

- Para penulis dapat mengirimkan naskah hasil penelitiannya dalam bentuk .doc atau .pdf melalui surel ke umnjurnal@gmail.com dengan subjek sesuai Jurnal yang dipilih.
- Seluruh isi naskah yang dikirimkan harus memenuhi syarat dan ketentuan yang ditentukan.
- Kami akan menjaga segala kerahasiaan dan Hak Cipta karya Anda.
- Sertakan biodata penulis pertama yang lengkap, meliputi nama, alamat kantor, alamat penulis, telpon kantor/ rumah dan hp, serta No NPWP (bagi yang memiliki NPWP).

6. Penilaian Naskah

- Seluruh naskah yang diterima akan melalui serangkaian tahap penilaian yang melibatkan mitra bestari.
- Setiap naskah akan direview oleh minimal 2 orang mitra bestari.
- Rekomendasi dari mitra bestari yang akan menentukan apakah sebuah naskah diterima, diterima dengan revisi minor, diterima dengan revisi major, atau ditolak.

7. Pengiriman Naskah Final

- Naskah yang diterima untuk diterbitkan akan diinformasikan melalui surel redaksi.
- Penulis berkewajiban memperbaiki setiap kesalahan yang ditemukan sesuai saran dari mitra bestari.
- Naskah final yang telah direvisi dapat dikirimkan kembali ke surel redaksi beserta hasil scan Copyright Transfer Form yang telah ditandatangani.

8. Copyright dan Honorarium

- Penulis yang naskahnya dimuat harus membaca dan menyetujui isi Copyright Transfer Form kepada redaksi.
- Copyright Transfer Form harus ditandatangani oleh penulis pertama naskah.
- Naskah yang dimuat akan mendapatkan honorarium sebesar Rp 1.000.000,- per naskah, setelah dipotong pajak 2.5% (bila penulis pertama yang memiliki NPWP) dan 3% (tanpa NPWP).
- Honorarium akan ditransfer ke rekening penulis pertama (tidak dapat diwakilkan) paling lambat 2 minggu setelah jurnal naik cetak dan siap didistribusikan.
- Penulis yang naskahnya dimuat akan mendapatkan copy jurnal sebanyak 2 eksemplar.

9. Biaya Tambahan

- Permintaan tambahan copy jurnal harus dibeli seharga Rp 50.000,- per copy.
- Permintaan penambahan jumlah halaman dalam naskah (maksimal 8 halaman) akan dikenai biaya sebesar Rp 25.000,- per halaman.

10. Alamat Redaksi

d.a. Koordinator Riset
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Multimedia Nusantara
Gedung Rektorat Lt.6
Scientia Garden, Jl. Boulevard Gading Serpong,
Tangerang, Banten -15333
Surel: umnjurnal@gmail.com

Judul Paper

Sub Judul (jika diperlukan)

Nama Penulis A¹, Nama Penulis B², Nama Penulis C²

¹ Baris pertama (dari afiliasi): nama departemen organisasi, nama organisasi, kota, negara
Baris kedua: alamat surel jika diinginkan

² Baris pertama (dari afiliasi): nama departemen organisasi, nama organisasi, kota, negara
Baris kedua: alamat surel jika diinginkan

Diterima dd mmmmm yyyy

Disetujui dd mmmmm yyyy

Abstract—This electronic document is a “live” template which you can use on preparing your IJNMT paper. Use this document as a template if you are using Microsoft Word 2007 or later. Otherwise, use this document as an instruction set. Do not use symbol, special characters, or Math in Paper Title and Abstract. Do not cite references in the abstract.

Index Terms—enter key words or phrases in alphabetical order, separated by commas

I. PENDAHULUAN

Dokumen ini, dimodifikasi dalam MS Word 2007 dan disimpan sebagai dokumen Word 97-2003, memberikan panduan yang diperlukan oleh penulis untuk mempersiapkan dokumen elektroniknya. Margin, lebar kolom, jarak antar baris, dan jenis-jenis format lainnya telah disisipkan di sini. Penulis berkewajiban untuk memastikan dokumen yang dipersiapkannya telah memenuhi format yang disediakan.

Isi Pendahuluan mengandung latar belakang, tujuan, identifikasi masalah dan metode penelitian yang dipaparkan secara tersirat (implisit). Kecuali bab Pendahuluan dan Simpulan, penulisan judul bab sebaiknya eksplisit sesuai dengan isi yang dijelaskan, tidak harus implisit dinyatakan sebagai Dasar Teori, Perancangan, dan sebagainya.

II. PENGGUNAAN YANG TEPAT

A. Memilih Template

Pertama, pastikan Anda memiliki *template* yang tepat untuk artikel Anda. *Template* ini ditujukan untuk Jurnal ULTIMATICS, ULTIMA InfoSys, dan ULTIMA Computing. *Template* ini menggunakan ukuran kertas A4.

B. Mempertahankan Keutuhan Format

Template ini digunakan untuk mem-format artikel dan *style* isi artikel Anda. Seluruh margin, lebar kolom, jarak antar baris, dan jenis tulisan telah diberikan, jangan diubah.

III. PERSIAPKAN ARTIKEL ANDA

Sebelum Anda mulai mem-format artikel Anda, tulislah terlebih dahulu artikel Anda dan simpan sebagai *text file* lainnya. Setelah selesai baru lakukan pencocokkan *style* dokumen. Jangan tambahkan nomor halaman di bagian manapun dari dokumen ini. Perhatikan pula beberapa hal berikut saat melakukan pengecekan tulisan.

A. Singkatan

Definisikan singkatan pada saat pertama kali digunakan di dalam isi tulisan, walaupun singkatan tersebut telah didefinisikan di dalam abstrak. Singkatan seperti IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, dan rms tidak harus didefinisikan. Singkatan yang menggunakan tanda titik tidak boleh diberi spasi, seperti “C.N.R.S.”, bukan “C. N. R. S.” Jangan gunakan singkatan di dalam Judul Artikel atau Judul Bab, kecuali tidak dapat dihindari.

B. Unit

- Gunakan baik SI (MKS) atau CGS sebagai unit primer.
- Jangan menggabungkan kepanjangan dan singkatan dari unit, yang tepat seperti “Wb/m²” atau “webers per meter persegi,” bukan “webers/m².”
- Gunakan angka nol di depan suatu bilangan desimal, seperti “0,25” bukan “.25.”

C. Persamaan

Format persamaan merupakan suatu pengecualian di dalam spesifikasi *template* ini. Anda harus menentukan apakah akan menggunakan jenis tulisan Times New Roman atau Symbol (jangan jenis tulisan yang lain). Bila Anda membuat beberapa persamaan berbeda, akan lebih baik bila Anda mempersiapkan persamaan tersebut sebagai gambar dan menyisipkannya ke dalam artikel Anda setelah diberi *style*.

Beri penomoran untuk persamaan Anda secara berurutan. Nomor persamaan berada dalam tanda kurung seperti (1), dan diletakkan pada bagian kanan dengan menggunakan suatu *right tab stop*.

$$\int_0^{r_2} F(r, \phi) dr d\phi = [\sigma r_2 / (2\mu_0)] \quad (1)$$

Perhatikan bahwa persamaan di atas diposisikan di bagian tengah dengan menggunakan suatu *center tab stop*. Pastikan bahwa simbol-simbol yang digunakan dalam persamaan Anda didefinisikan sebelum atau sesudah persamaan. Gunakan “(1),” bukan “Persamaan (1),” kecuali pada awal sebuah kalimat, seperti “Persamaan (1) merupakan”

D. Beberapa Kesalahan Umum

- Perhatikan tata cara penulisan Bahasa Indonesia yang benar, perhatikan penggunaan kata depan dan kata sambung yang tepat, seperti “di depan” dan “disampaikan”.
- Kata-kata asing yang belum diserap ke dalam Bahasa Indonesia dapat dicetak miring, atau diberi garis bawah, atau dicetak tebal (pilih salah satu), seperti “*italic*”, “underlined”, “**bold**”.
- Prefiks seperti “non”, “sub”, “micro”, “multi”, dan “ultra” bukan kata yang berdiri sendiri, oleh karenanya harus digabung dengan kata yang mengikutinya, biasanya tanpa tanda hubung, seperti “subsistem”.

IV. MENGGUNAKAN TEMPLATE

Setelah naskah artikel Anda selesai di-*edit*, artikel Anda dapat dipersiapkan untuk *template*. Gandakan template ini dengan menggunakan perintah Save As dan simpan dengan penamaan berikut:

- ULTIMATICS_namaPenulis1_judulArtikel.
- ULTIMAInfoSys_namaPenulis1_judulArtikel.
- ULTIMAComputing_namaPenulis1_judulArtikel.

Selanjutnya Anda dapat meng-*import* artikel Anda dan mempersiapkannya sesuai *template* yang diberikan. Perhatikan beberapa hal berikut pada saat melakukan pengecekan.

A. Penulis dan Afiliasi

Template ini didesain untuk tiga penulis dengan dua afiliasi yang berbeda. Penamaan afiliasi yang sama tidak perlu berulang, cukup afiliasi yang berbeda yang ditambahkan. Berikan alamat surel resmi afiliasi atau penulis jika diinginkan.

B. Penamaan Judul Bab dan Subbab

Bab merupakan suatu perangkat organisatorial yang memandu pembaca untuk membaca isi artikel

Anda. Terdapat dua jenis bab: bab utama (bab) dan subbab.

Bab utama mengidentifikasi komponen-komponen yang berbeda dalam artikel Anda dan tidak memiliki hubungan isi yang erat satu sama lainnya. Sebagai contoh PENDAHULUAN, DAFTAR PUSTAKA, dan UCAPAN TERIMA KASIH. Penulisan judul bab utama menggunakan huruf kapital dan penomoran angka Romawi.

Subbab merupakan isi yang dijabarkan lebih terstruktur dan memiliki relasi yang kuat. Penamaan subbab ditulis dengan menggunakan cara penulisan judul kalimat utama (*Capitalize Each Word*) dan penomorannya menggunakan huruf alfabet kapital secara berurutan. Untuk subsubbab, penamaan dan penomoran mengikuti cara penamaan dan penomoran subbab diikuti angka Arab, seperti “A.1 Penulis”, “A.1.1 Afiliasi Penulis”.

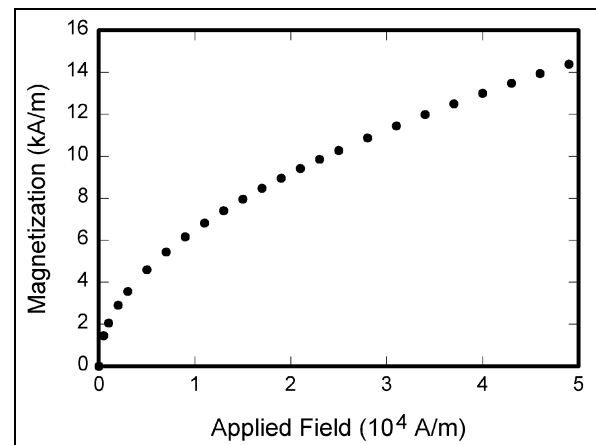
C. Gambar dan Tabel

Letakkan gambar dan tabel di atas atau di bawah kolom. Hindari posisi di tengah kolom. Gambar dan tabel yang besar dapat mengambil area dua kolom menjadi satu kolom. Judul gambar harus diletakkan di bawah gambar, sedangkan judul tabel harus diletakkan di atas tabel. Masukkan gambar dan tabel setelah mereka dirujuk di dalam isi artikel.

Tabel 1. Contoh tabel

Table Head	Table Column Head		
	Table column subhead	Subhead	Subhead
copy	More table copy		

Penamaan judul gambar dan tabel menggunakan cara penulisan kalimat biasa (*Sentence case*). Berikan jarak baris sebelum dan sesudah gambar atau tabel dengan kalimat penyertainya.



Gambar 1. Contoh gambar

V. SIMPULAN

Bagian simpulan bukan merupakan keharusan. Meskipun suatu simpulan dapat memberikan gambaran mengenai intisari artikel Anda, jangan menduplikasi abstrak sebagai simpulan Anda. Sebuah simpulan dapat menekankan pada pentingnya penelitian yang Anda lakukan atau saran pengembangan penelitian selanjutnya yang dapat dikerjakan.

LAMPIRAN

Jika diperlukan, Anda dapat menyisipkan lampiran-lampiran yang digunakan dalam artikel Anda sebelum UCAPAN TERIMA KASIH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Di bagian ini Anda dapat memberikan pernyataan atau ungkapan terima kasih pada pihak-pihak yang telah membantu Anda dalam pelaksanaan penelitian yang Anda lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Untuk penamaan daftar pustaka, gunakan tanda kurung siku, seperti [1], secara berurutan dari awal rujukan dilakukan. Untuk merujuknya dalam kalimat, cukup gunakan [2], bukan “Rujukan [3]”, kecuali di awal sebuah kalimat, seperti “Rujukan [3] menggambarkan”

Penomoran catatan kaki dilakukan secara terpisah dengan *superscripts*. Letakkan catatan kaki tersebut di

bawah kolom dimana catatan kaki tersebut dirujuk. Jangan letakkan catatan kaki di dalam daftar pustaka.

Kecuali terdapat enam atau lebih penulis, jabarkan nama penulis tersebut satu-satu, jangan gunakan “dkk”. Artikel yang belum diterbitkan, meskipun sudah dikirim untuk diterbitkan, harus ditulis “belum terbit” [4]. Artikel yang sudah dikonfirmasi untuk diterbitkan, namun belum terbit, harus ditulis “proses cetak” [5]. Gunakan cara penulisan kalimat (*Sentence case*) untuk penulisan judul artikel.

Untuk artikel yang diterbitkan dalam jurnal terjemahan, tuliskan terlebih dahulu rujukan hasil terjemahannya, diikuti dengan jurnal aslinya [6].

- [1] G. Eason, B. Noble, dan I.N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, hal. 529-551, April 1955.
- [2] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, hal.68-73.
- [3] I.S. Jacobs dan C.P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in *Magnetism*, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, hal. 271-350.
- [4] K. Elissa, “Title of paper if known,” belum terbit.
- [5] R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” *J. Name Stand. Abbrev.*, proses cetak.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, dan Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, hal. 740-741, Agustus 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetism Japan, hal. 301, 1982].
- [7] M. Young, *The Technical Writer’s Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

UMN



UMN

ISSN 2085-4552



9 772085 455006



Universitas Multimedia Nusantara
Scientia Garden Jl. Boulevard Gading Serpong, Tangerang
Telp. (021) 5422 0808 | Fax. (021) 5422 0800