

Bidang Unggulan: Kesehatan Lingkungan
Pengendalian Penyakit
Kode>Nama Rumpun Ilmu: 450/Teknik Elektro
dan Informatika

LAPORAN AKHIR TAHUN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



Sistem Cerdas Deteksi Dini Penyakit Berbasis Mobile Berdasarkan Perubahan Citra Digital sebagai Media Penunjang Layanan Kualitas Sumber Daya Masyarakat

Tahun ke-2 dari rencana 4 tahun

TIM PENGUSUL

Drs. Saparudin, M.T., Ph.D	NIDN: 0012046904
Erwin,S.Si, M.Si	NIDN: 0029017101
M. Fachrurrozi, S.Si., M. T	NIDN: 0222058001
dr. Hadrians Kesuma Putra, Sp.OG	NIDN: 0024057708

Dibiayai dari Anggaran DIPA
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian
Unggulan Perguruan Tinggi
Nomor: 606/UN.9.3.1/LT/2017

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOPEMBER 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	: Sistem Cerdas Deteksi Dini Penyakit Berbasis Mobile Berdasarkan Perubahan Citra Digital sebagai Media Penunjang Layanan Kualitas Sumberdaya Masyarakat
Bidang Penelitian	: Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit
Ketua Peneliti	
a. Nama lengkap	: Drs. Saparudin, M.T., Ph.D
b. Jenis Kelamin	: Laki-laki
c. NIP	: 196904121995021001
d. NIDN	: 0012046904
e. Jabatan Struktural	: Ketua LP3MP Unsri
f. Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
g. Perguruan Tinggi	: Universitas Sriwijaya
h. Fakultas/Jurusan	: Ilmu Komputer/Teknik Informatika
i. Alamat Kantor	: Fakultas Ilmu Komputer Unsri-Jln Palembang-Prabumulih Km 32 Inderalaya
j. Telpon/Faks	: 0711-379249/379248
k. Alamat Rumah	: Perumahan Bukit Sejahtera, Blok BX, No. 6, RT. 17, RW 04 Kelurahan Karang Jaya, Kec. Gandus, Kota Palembang
f. Alamat Surel (E-mail)	: saparudin1204@yahoo.com
Tahun Pelaksanaan	: Tahun ke-2 dari rencana 4 tahun
Biaya Tahun Berjalan	: Rp. 169.000.000,-
Biaya Keseluruhan	: Rp. 508.500.000,-

Mengetahui,
Dekan Fasilkom,

Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T
NIP. 197107212005011005

Inderalaya, November 2017

Ketua Peneliti,

Drs. Saparudin, M.T., Ph.D
NIP. 196904121995021001

Menyetujui,
Ketua LPPM

Prof. Drs. Tatang Suhery, M.A., Ph.D.
NIP. 195904121984031002

RINGKASAN

Teknik identifikasi secara konvensional dinilai tidak praktis dan memiliki kelemahan. Hal ini menimbulkan ide pengembangan teknik *biometric* yang berdasarkan pada beberapa ciri alami manusia. Citra iris mata dapat digunakan untuk mengidentifikasi gangguan usus besar, citra tekstur lidah untuk mendeteksi demam tifoid, dan citra sel kelenjar usus besar untuk mendeteksi kanker.

Teknik *Iris Recognition* menggunakan citra selaput pelangi mata untuk mengetahui kondisi usus besar manusia. Kondisi usus besar akan diamati melalui selaput pelangi mata tergambar pada zona 2 dan 3, sedangkan kondisi usus besar akan dikelompokkan menjadi 7(tujuh) kondisi, yaitu *Colon Normal, Ballooned Sigmoid, Prolapsus, Pocket Bowel, Stricture, Spasm, dan Raddi Solaris*.

Citra kelenjar usus besar dalam bentuk digital diperoleh dengan cara menempatkan lensa kamera digital dihadapan lensa okuler dari mikroskop. Kondisi jenis kanker yang akan di deteksi, yaitu sel kanker *carcinoma, lymphoma* dan normal.

Penyakit infeksi akut usus halus yang dikenal dengan demam tifoid merupakan penyakit endemik di Indonesia. Diagnosa awal penderita demam tifoid dapat dilakukan dengan melihat kekotoran lidah sehingga otomatisasi deteksi tekstur citra lidah akan meningkatkan akurasi dan kecepatan proses deteksi penyakit demam tifoid.

Ciri-ciri utama penyakit gangguan usus besar dan usus halus berupa tanda-tanda klinis antara lain panas meningkat secara perlahan, gangguan GIT(konstipasi, diare dan mual-muntah). Alat pengukuran tekanan darah dan suhu badan secara otomatis dengan memanfaatkan penggunaan telepon genggam(*smart phone*) untuk mendeteksi suhu tubuh, mikropone untuk mendeteksi denyutan nadi, dan kamera untuk mendeteksi citra iris mata, tekstur lidah dan sel jaringan sehingga diperoleh sistem cerdas untuk deteksi dini penyakit gangguan usus besar dan usus halus termasuk bakteri.

Proses *Recognition* dimulai dari tahap proses akuisisi citra digital, selanjutnya dilakukan proses pengolahan pra citra, proses pengolahan dan identifikasi. Untuk mendapatkan citra digital selain dengan cara merekam langsung secara digital, diperlukan suatu proses konversi dari analog, yang bersifat kontinu ke digital. Konversi ini meliputi proses sampling(pencuplikan), yang akan membuat sejumlah kisi arah horizontal dan vertikal untuk menghasilkan gambar dalam bentuk larik dua dimensi yang dinyatakan dengan piksel. Kumpulan piksel ini akan digunakan untuk mengidentifikasi citra sebagai sistem cerdas dengan menggunakan teknik Bayesian Network, Gaussian Markov dan Jaringan Syaraf Tiruan. Penggunaan beberapa teknik ini dimaksudkan untuk membandingkan tingkat akurasi deteksi.

Pada tahun pertama, sistem cerdas yang akan dibangun dengan menerapkan metode Active Countur Model. Selanjutnya, dilakukan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak serta pengujian produk untuk sistem yang dibangun. Sedangkan pada tahun kedua, ketiga dilakukan pengembangan aplikasi sistem cerdas dengan menerapkan metode Fuzzy Kohonen Clustering Network(FKCN) dan metode Hamonik Search Algorithm(HSA) serta dilakukan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak serta pengujian produk untuk sistem yang dibangun. Selanjutnya, pada tahun keempat, sistem cerdas akan dipasarkan secara komersial dengan melalui proses pengujian secara akademis dan klinis serta pendaftaran Paten/HKI.

Keyword: Sistem Cerdas, Citra, FKCN dan HSA

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas berkah dan hidayah-Nya, kami dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Sistem Cerdas Deteksi Dini Penyakit Berbasis Mobile Berdasarkan Perubahan Citra Digital sebagai Media Penunjang Layanan Kualitas Sumberdaya Masyarakat”. Adapun target luaran adalah publikasi dalam jurnal internasional, makalah yang disajikan pada seminar nasional.

Penelitian ini menggunakan sumber dana dari Kemensitekit dikti Tahun 2017 dan surat perjanjian penugasan pelaksanaan penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Nomor 606/UN9.3.1/LT/2017 untuk itu kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, khususnya Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
2. Universitas Sriwijaya, khususnya Rektorat Unsri dan Dekanat Fakultas Ilmu Komputer UNSRI.
3. Jurusan dan Laboratorium di lingkungan Fasilkom Unsri

Demikianlah, semoga luaran yang dihasilkan dalam kegiatan penelitian ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Inderalaya, Nopember 2017
Ketua Tim Peneliti,

Drs. Saparudin, M.T., Ph.D
NIP. 196904121995021001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Urgensi Penelitian.....	3
1.3. Rencana Capaian.....	4
BAB II. STUDI PUSTAKA	5
2.1 State of The Art Penelitian.....	5
2.2 Road Map Penelitian.....	7
2.3. Studi Pendahuluan	9
2.3.1. Pembuatan database	10
2.3.2. Pengembangan Teknik Bayesian Network pada Pengolahan Citra	10
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT	11
3.1 Tujuan Penelitian	11
3.2 Manfaat Penelitian.....	12
BAB IV. METODE PENELITIAN	13
4.1. Alur Penelitian.....	13
4.2. Metode Penelitian	15
4.3. Luaran Penelitian	17
4.4. Indikator Capaian Temuan yang Ditargetkan	18
BAB V. HASIL YANG DICAPAI	19
5.1. Pengumpulan Data.....	19
5.2. Perancangan Database	22
5.3. Perancangan Algoritma.....	30
BAB VI. LUARAN YANG DIPEROLEH DAN RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	58
6.1. Luaran yang Diperoleh	58
6.2. Rencana Tahapan Berikutnya :Penyusunan Laporan.....	63

BAB VII. KESIMPULAN SEMENTARA	64
REFERENSI	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Road Map Penelitian Selama Lima tahun	8
Gambar 2. Analisis fishbone terhadap preliminary experiment.....	10
Gambar 3. Bagan Alir Membangun Model Sistem Cerdas	13
Gambar 4. Bagan Alir Membangun Perangkat Lunak	14
Gambar 5. Rancangan Kamera untuk Akuisisi Citra Lidah	21
Gambar 6. Activity Diagram Sistem yang Berjalan Pada Proses Analisis Penyakit Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Lidah	23
Gambar 7. Blok Diagram Perangkat Lunak.....	30
Gambar 8. Diagram Alir IHSA (Mahdavi et al., 2007).....	36
Gambar 9. Diagram Alir Multilevel Thresholding berbasis IHSA	38
Gambar 10. Diagram Use Case	40
Gambar 11 Kelas Analisis Mengakuisisi Citra	44
Gambar 12 Kelas Analisis Melakukan Segmentasi Citra.....	44
Gambar 13 Kelas Analisis Menyimpan Hasil Segmentasi	45
Gambar 14 Sequence Diagram Mengakuisisi Citra	45
Gambar 15 Implementasi Antarmuka.....	49
Gambar 16 Hasil Pengujian Use Case Melakukan Segmentasi Citra	51
Gambar 17 Grafik PSNR 12 Data Citra Lidah Setelah Diterapkan Multilevel Thresholding dan Improved Harmony Search Algorithm (IHSA)	57
Gambar 18. Bukti Peralatan di upload pada youtube	58
Gambar 19. Alat Deteksi Pencemaran Air dan Sumber Penyakit.....	58
Gambar 20. Bukti Paper yang terbit di Jurnal Commengapp, terindeks DOAJ	59
Gambar 21. Bukti Submit dan Under Review pada Jurnal IAENG: International Journal of Computer Science.....	60
Gambar 22. Bukti Proseding Pemakalah pada ICECOS 2017.....	61
Gambar 23. Bukti Submit Paper di IMECS 2018.....	62
Gambar 24. Buku Ajar yang dihasilkan	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan	4
Tabel 2. Objek dan Manfaat Penelitian	12
Tabel 3. Detail objek penelitian dan temuan yang ditargetkan.....	18
Tabel 4. Contoh Data BSDS300	19
Tabel 5. Data Citra Lidah dari Biometric Research Center, Hongkong.....	20
Table 6. Data Citra Hasil Akuisisi.....	21
Tabel 7. Tabel Pasien.....	27
Tabel 8 Tabel Jenis Kelamin.....	27
Tabel 9. Tabel Pemeriksaan Lidah	28
Table 10. Tabel Knowledge Base.....	28
Table 11. Tabel Hasil Pemeriksaan Lidah	29
Tabel 12. Tabel Diagnosa	29
Tabel 13. Parameter Yang Digunakan.....	37
Tabel 14. Kebutuhan Fungsional	39
Tabel 15. Kebutuhan Non Fungsional	39
Tabel 16. Definisi Aktor	40
Tabel 17. Definisi Use Case.....	41
Table 18. Skenario Use Case Menampilkan Citra	41
Tabel 19 Skenario Use Case Melakukan Segmentasi Citra.....	42
Tabel 20 Skenario Use Case Menyimpan Hasil Segmentasi Citra	43
Tabel 21 Daftar Implementasi Kelas	46
Tabel 22 Rencana Pengujian Use Case Mengakuisisi Citra	50
Tabel 23 Rencana Pengujian Use Case Melakukan Segmentasi Citra.....	50
Tabel 24 Rencana Pengujian Use Case Menyimpan Hasil Segmentasi	50
Tabel 25 Hasil Penerapan Multilevel Thresholding Berbasis Improved Harmony Search Algorithm (IHSA) Terhadap 12 Citra Lidah	52
Tabel 26 Hasil Citra Lidah Yang Telah Tersegmentasi	55

BAB I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Usus merupakan salah organ dalam sistem pencernaan manusia, yang terdiri dari dua bagian, yaitu usus besar(kolon) dan usus halus. Fungsi utama organ ini adalah menyerap air dari feses. Seiring dengan bertambahnya umur manusia dan perubahan pola makanan dan perubahan lingkungan kesehatan masyarakat, organ ini tidak lepas dari gangguan dan kelainan. Kelainan sel jaringan usus dinamakan penyakit kanker usus. Pendeteksian secara dini kanker usus besar diharapkan kanker belum meluas sehingga tingkat kesembuhan menjadi lebih tinggi. Hal ini menuntut dokter untuk dapat mendiagnosa lebih cepat dan akurat. Saat ini pengklasifikasian kanker usus besar dilakukan secara manual, yaitu sel yang diletakkan diatas preparat dilihat melalui mikroskop sehingga kesalahan manusia akan sangat mempengaruhi hasil diagnosis. Selain terjadi kelainan sel jaringan usus, usus besar dan usus halus juga dapat mengalami gangguan penyakit baik dari infeksi bakteri, virus, maupun karena peradangan seperti *Ballooned Sigmoid, Prolapsus, Pocket Bowel, Stricture, Spasm* dan *Radii Solaris* serta *Tifoid*.

Teknik identifikasi dan klasifikasi secara konvensional dinilai tidak praktis dan memiliki kelemahan. Hal ini menimbulkan ide pengembangan teknik *biometric* yang berdasarkan pada beberapa ciri alami manusia seperti wajah, sidik jari, iris mata dan lidah. Citra iris mata dapat digunakan untuk mengidentifikasi gangguan usus besar, citra tekstur lidah untuk mendeteksi demam tifoid, dan citra sel kelenjar usus besar untuk mendeteksi kanker.

Identifikasi iris mata adalah cara mengidentifikasi mata manusia berdasarkan gambaran bentuk pola iris mata. Otak manusia memiliki kemampuan yang handal dalam melakukan pengenalan iris mata. Namun, mata manusia memiliki keterbatasan untuk dapat mengenali dua buah iris mata dengan pola yang hampir sama, walaupun manusia mampu melakukannya tetapi dibutuhkan waktu lama. Perkembangan penggunaan komputer, diharapkan kemampuan identifikasi iris yang dimiliki oleh manusia dapat diterapkan pada sistem cerdas. Pengidentifikasi kondisi usus besar melalui iris mata bagi sebagian orang awam tidaklah mudah. Diperlukan beberapa pelatihan dan teknik tertentu untuk mengetahui kondisi tubuh manusia, seperti usus besar. Iridologi mampu membantu menganalisis dan menjelaskan gambaran iris mata secara spesifik.

Umumnya, diagnosis awal demam tifoid dilakukan dengan melihat kekotoran lidah pasien sehingga proses diagnosis lebih mudah dan sederhana. Untuk menentukan keakuratan diagnosis ini perlu dilakukan uji laboratorium. Cara lain untuk mengidentifikasi penderita demam tifoid yang lebih akurat dengan membangun sistem cerdas untuk identifikasi kekotoran pada citra tekstur lidah.

Citra merupakan data yang tidak konsisten atau data yang bias sehingga metode Bayesian ini baik untuk digunakan. Metode Bayes yang paling sederhana adalah teknik Naïve Bayes yang menggunakan asumsi model fitur yang saling independen merupakan *classifier* sederhana. Pengembangan dari metode Naïve Bayes adalah teknik Tree Augmented Naïve Bayes(TAN). Kedua metode tersebut menggunakan asumsi bahwa semua variabel akibat dianggap saling bebas bersyarat (*conditionally independent*) karena variabel sebab dan merupakan teknik penyederhanaan dari kondisi yang sebenarnya yaitu semua variabel bebas (*random variable*) dianggap saling mempengaruhi. Hal ini merupakan dasar dari teknik Bayesian Network. Selain itu, teknik identifikasi untuk membangun sistem cerdas untuk deteksi dini penyakit menggunakan metode *learning vector quantization*(LVQ) dan Jaringan Syaraf Tiruan(JST) *Backpropagation*. Pada dasarnya LVQ merupakan suatu metode pelatihan terhadap lapisan-lapisan kompetitif yang terbimbing sedangkan pada JST *backpropagation* merupakan teknik pembelajaran atau pelatihan *supervised learning*, lapisan-lapisan diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan.

Permasalahan yang biasanya terjadi untuk mengidentifikasi kondisi usus besar untuk mendeteksi penyakit menggunakan citra adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan posisi atau letak usus besar dalam Peta Iridologi Jensen yang salah atau tidak sesuai;
- b. Kurang mengertinya pasien untuk menganalisis hasil citra iris mata, citra tekstur lidah dan citra sel jaringan dengan kondisi ususnya;
- c. Tingkat akurasi dalam penentuan kondisi usus masih rendah;

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem cerdas untuk mendeteksi secara dini suatu penyakit gangguan usus berbasis *mobile* berdasarkan citra. Dengan menerapkan beberapa metode akan diperoleh tingkat akurasi yang lebih baik dan lebih cepat dengan perbandingan hasil uji laboratorium dan kepakaran dokter. Sedangkan, sistem cerdas berbasis *mobile* diharapkan sistem ini menjadi media alternatif dan penunjang bagi layanan kesehatan untuk peningkatan kualitas sumberdaya masyarakat.

1.2. Urgensi Penelitian

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi beserta aplikasinya di segala bidang tidak bisa lepas dari peranan perangkat komputer. Di bidang kesehatan banyak memanfaatkan hasil perkembangan pengetahuan dan teknologi dalam memberikan pelayanan kesehatan pada masyarakat. Selama ini, sistem diagnosa penyakit masih terkendala pada keterbatasan sumberdaya tenaga medis dan peralatan yang ada di unit pelayanan kesehatan. Hal ini berdampak pada akurasi diagnosa penyakit menjadi rendah dan memperparah kondisi penyakit.

Di lain pihak, hampir setiap orang mempunyai dan mempergunakan perangkat teknologi *mobile* seperti *smartphone* baik untuk komunikasi maupun sumber informasi. Pengembangan aplikasi bidang kesehatan khusus dalam pendeteksian secara dini kondisi penyakit dapat menjadi salah satu alternatif bagi masyarakat. Deteksi dini suatu penyakit akan menyebabkan proses diagnosa yang dilakukan oleh dokter dan tenaga paramedis menjadi lebih mudah dan cepat.

Sistem cerdas merupakan sistem yang berusaha mengadopsi pemikiran dan pengetahuan manusia (kepakaran) ke dalam program komputer, agar program atau aplikasi tersebut dapat menyelesaikan masalah yang spesifik seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli atau pakar. Implementasi sistem cerdas banyak dilakukan untuk kepentingan komersial karena sistem cerdas dipandang sebagai cara penyimpanan pengetahuan seorang pakar dalam bidang tertentu ke dalam program komputer sedemikian rupa, sehingga dapat memberikan keputusan dan melakukan penalaran secara cerdas. Salah satu implementasi yang dapat diterapkan dalam bidang kedokteran adalah untuk melakukan diagnosa penyakit.

Para pakar iridologi yang terdiri dari para pakar dan praktisi kesehatan mengakui bahwa Peta Iridologi Jensen yang telah digunakan sebagai pedoman analisis kesehatan diseluruh penjuru dunia itu, mempunyai tingkat akurasi sekitar 80 %. Hal ini diperkuat oleh Dr. Guntur Linderman (pakar Iridologi dari Jerman), dalam suatu studi terhadap 640 pasien, menunjukkan tingkat akurasi analisis Iridologi mencapai 74,4 % lebih baik dibandingkan dengan prosedur diagnosis konvensional. Selain itu Dr. James Julian dari California, yang berpengalaman praktik selama 37 tahun mengatakan: "Hasil temuan Iridologi punya kesamaan dengan

informasi atau data-data yang dihasilkan dari laboratorium medis, foto sinar X serta medical record sang pasien”.

Tifoid dan paratifoid(selanjutnya disebut tifoid) adalah penyakit infeksi akut usus halus yang merupakan penyakit infeksi endemik di Indonesia disebabkan oleh *Salmonella typhi*, *S. paratyphi A.*, *S. paratyphi B.*, dan *S. paratyphi C.* Penularan *S. typhi* terjadi melalui mulut oleh makanan dan minuman yang tercemar. Ciri-ciri utama penderita demam tifoid berupa tanda-tanda klinis antara lain panas meningkat secara perlahan, gangguan GIT(konstipasi, diare mual-muntah) dan lidah kotor.

Keterkaitan usulan penelitian ini dengan Rencana Induk Penelitian Universitas Sriwijaya tahun 2016-20208 adalah rumusan bidang atau topik unggulan berupa kesehatan lingkungan, sanitasi perkotaan dan kebutuhan air rumah tangga dengan program riset kesehatan lingkungan pengendalian penyakit dan sasaran berupa tersedianya teknologi dan model pengendalian penyakit, tersedianya informasi mengenai jenis dan sumber penyebab peningkatan wabah penyakit.

1.3. Rencana Capaian

Rencana capaian tahunan pada penelitian ini disajikan pada tabel 1, berikut ini

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian			
			2016	2017	2018	2019
1	Publikasi Ilmiah	Internasional	<i>accepted</i>	<i>accepted</i>	<i>accepted</i>	<i>accepted</i>
		Nasional Terakreditasi	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
2	Pemakalah dalam temu ilmiah	Internasional	sudah	sudah	sudah	sudah
		Nasional	sudah	sudah	sudah	sudah
3	<i>Iniveted speaker</i> dalam temu ilmiah	Internasional	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Nasional	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
4	<i>Visiting Lecturer</i>	Internasional	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Paten Sederhana	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Hak Cipta	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Merk Dagang	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Rahasia dagang	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Desain Produk Industri	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Indikasi Geografis	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Perlindungan Varietas Tanaman	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		6	Teknologi Tepat Guna		tidak ada	tidak ada
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa sosial		draft	draft	draft	produk
8	Buku Ajar (ISBN)		sudah	sudah	sudah	sudah
9	Tingkat Kesiapan Teknologi(TKT)		4	4	5	5

BAB II. STUDI PUSTAKA

2.1 State of The Art Penelitian

Dalam sistem biometrik yang digunakan untuk pengidentifikasian dan pendeteksian dalam suatu studi kasus, ciri alami manusia yang sering digunakan adalah wajah, sidik jari, mata, telinga dan lidah. Struktur sidik jari dan mata merupakan ciri alami manusia yang bersifat unik. Struktur mata yang paling sering digunakan adalah iris mata.

Teknik pemantauan iris mata dikenal dengan iridologi. Iridologi adalah ilmu pengetahuan untuk menganalisis struktur iris mata secara detail (Jensen, 1980). Iridologi memberikan perspektif khusus terhadap konsep dan praktek pengobatan preventif (pencegahan). Pola iris mata manusia bersifat unik. Pola iris mata manusia tidak ada yang sama, termasuk iris mata sebelah kiri dan kanan. Bahkan saudara kembar identik memiliki pola iris mata yang berbeda. Iris mata tidak bisa ditiru oleh orang lain. Oleh karena itu, pola iris mata ini mampu menggambarkan kondisi kesehatan yang berbeda di tiap manusia.

Konsep kerja pemantauan berbasis iridologi ini cukup bisa dipahami. Iris mata kanan menggambarkan organ tubuh bagian kanan, seperti pankreas, kaki kanan, paru-paru kanan, ginjal kanan, kepala bagian kanan, dan sebagainya. Sedangkan pada iris mata kiri, menggambarkan organ tubuh bagian kiri, seperti jantung, kepala bagian kiri dan sebagainya (Jensen, 1980). Konsep kerja menggunakan iridologi ini berbanding terbalik dengan proses penglihatan pada manusia, dimana sebagian serabut mata kanan menyebrang dan memproyeksikan ke sisi kiri otak. Pada saat yang sama, sebagian serabut mata kiri menyebrang dan memproyeksikan ke sisi kanan otak (Corwin, 2009).

Supatman(2007) menggunakan metode *Gaussian Markov Random Field* untuk mendeteksi penyakit tipoid menggunakan tekstur lidah. Terdapat 40 data citra yang diterapkan sebagai vektor masukan proses pengenalan pada *learning vector quantization*(LVQ) melalui aturan dan proses belajar yang dipetakan ke dalam vektor keluaran. Rivai, H(2005) menyatakan node pada *Markov Random Field* merupakan piksel yang saling berpasangan untuk membentuk sebuah struktur *neighbourhood* dalam setiap piksel.

Radisty, P.A, dkk (2012), menghasilkan akurasi 83,33% dalam melakukan klasifikasi kanker usus besar. Pengenalan sel kanker usus besar berbasis pengolahan citra dengan metode *Grey Level Coocurrence Matrix*(GLCM) untuk ekstraksi ciri dan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*.

Metode Bayesian dapat digunakan untuk data yang tidak konsisten atau data yang bias (Basuki, 2006). Metode Bayesian ini baik di dalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Pemanfaatan metode Bayesian mampu diterapkan pada beberapa sistem cerdas, seperti mesin pembelajaran, pengolahan sinyal, bioinformatika, *error-control codes*, dan diagnosis medis.

Rochmad(2009) yang menggunakan teknik Naïve Bayes untuk meneliti gangguan pancreas dengan asumsi probabilitas *Hypothesis Maximum Appropri Probability (HMAP)*. Pengujian dilakukan pada 98 sampel mata yang terdiri dari 54 citra iris mata yang dikategorikan kondisi pankreas normal dan 44 citra mata yang dikategorikan kondisi pankreas tidak normal. Hasil perhitungan metode Bayes diperoleh keberhasilan senilai 59,15%. Jiang et al(2005) mengembangkan teknik Tree Augmented Naïve Bayes(TAN). TAN merupakan pohon perpanjangan dari Naïve Bayes, dimana node kelas langsung menunjuk ke semua node atribut dan atribut node hanya dapat memiliki satu parent. Kedua metode tersebut menggunakan asumsi bahwa semua variable akibat dianggap saling *conditionally independent* karena variable sebab dan merupakan teknik penyederhaan dari kondisi yang sebenarnya yaitu semua *random variable* dianggap saling mempengaruhi. Hal ini merupakan dasar dari teknik Bayesian Network (Gamez et.al, 2011, dan Gat-Viks, I et.al, 2006).

Penerapan Bayesian Network pada Data Mining dilakukan Witten(2005) yang menghasilkan teknik-teknik praktis pembelajaran dan efisiensi Bayesian Network dilakukan oleh Wong(2004), khusus untuk ekspresi data biologi seperti struktur gen dikembangkan oleh Friedman, N, et.al(2000) dan Helman,P et.al(2004) untuk data ekspresi gen. WenChenx, et.al(2008) mengajukan algoritma K2 untuk menemukan struktur node dalam Bayesian Network dan Gamez, et.al(2005) menemukan fungsi pembatas dalam pencarian nilai parameter Bayesian Network.

Pramono et al(2006) membangun aplikasi Metode JST *Backpropagation* untuk pengenalan perubahan organ Pankreas melalui iris mata. Analisis dari penelitian ini adalah menentukan kondisi gula dalam pengenalan penyakit Diabetes Mellitus yang berhubungan dengan organ pankreas sebagai penghasil hormon Insulin. Hasil Penelitiannya terdapat 20 mata pasien yang telah menderita penyakit gula, dimana hasil pelatihan dengan *Backpropagation* telah dihasilkan persentasi *mean square error (MSE)* 3.125% dan *error* pengenalan sekitar 10%. Dengan metode *Backpropagation*, diagnosa penyakit dapat dikenali secara *significant*/tepat tergantung dari pemilihan area mata yang tepat dan kebenaran dari sampel yang menjadi acuan.

2.2 Road Map Penelitian

Tifoid dan paratifoid(selanjutnya disebut tifoid) adalah penyakit infeksi akut usus halus yang merupakan penyakit infeksi endemik di Indonesia disebabkan oleh *Salmonella typhi*, *S. paratyphi A.*, *S. paratyphi B.*, dan *S. paratyphi C.* Penularan *S. typhi* terjadi melalui mulut oleh makanan dan minuman yang tercemar. Ciri-ciri utama penderita demam tifoid berupa tanda-tanda klinis antara lain panas meningkat secara perlahan, gangguan GIT(konstipasi, diare mual-muntah) dan lidah kotor.

Sistem cerdas untuk deteksi dini penyakit berbasis mobile ini menyediakan teknologi dan model pengendalian salah satu penyakit menular dan endemik yaitu tifoid dan sangat berkaitan dengan salah satu program strategis di dalam Rencana Induk Penelitian Universitas Sriwijaya tahun 2016-2020, yaitu bidang Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit Menular dengan sasaran, indikator dan sasaran akhir(2020) yaitu:

Sasaran:

1. Ditemukan pola sebaran penyakit menular untuk suatu kawasan
2. Ditemukan jenis dan karakter penyakit

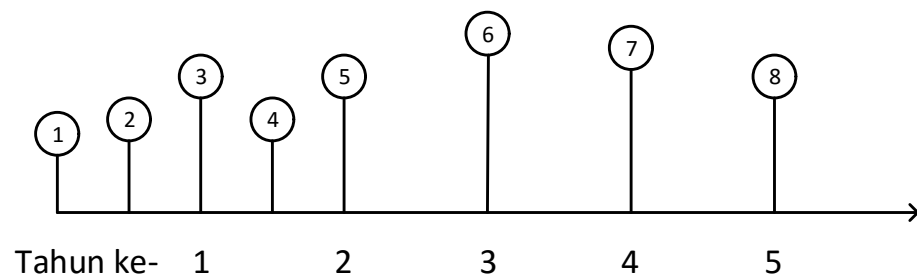
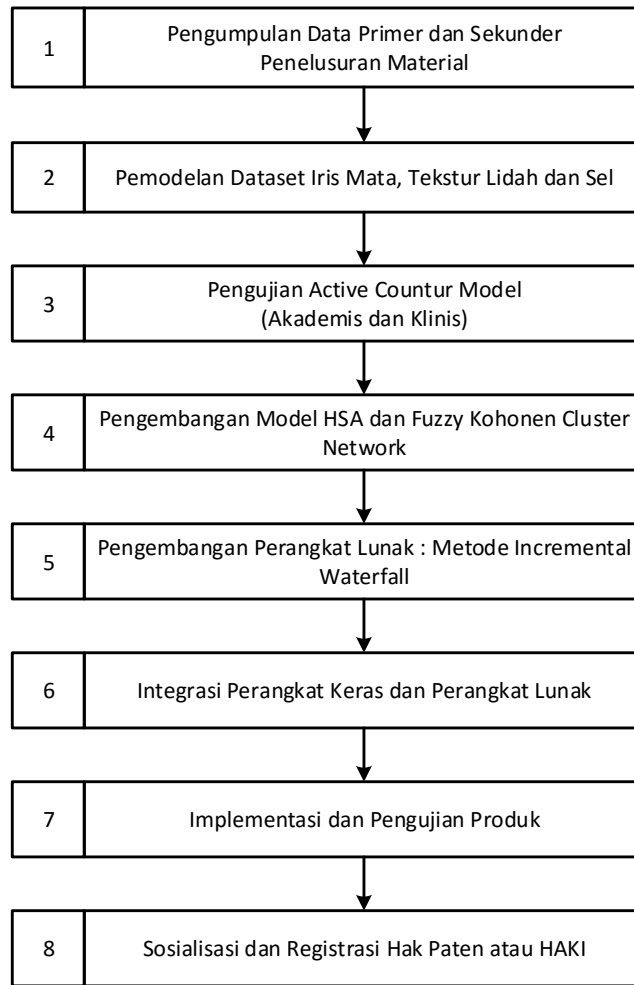
Indikator:

1. Tersedianya teknologi dan model pengendalian penyakit menular
2. Tersedianya informasi mengenai jenis dan sumber penyebab peningkatan wabah penyakit

Sasaran Akhir(2018): Peningkatan indeks kesehatan masyarakat dan penurunan jumlah dan volume penyakit menular

Secara garis besar ada empat tahapan penelitian sebagaimana digambarkan pada alur pikir, yakni:

- (1) Membangun model data set iris mata, tekstur lidah dan sel dan melakukan pengujian model Active Countur Model secara akademis dan klinis. (tahun ke-1);
- (2) Pengembangan model deteksi penyakit yaitu Fuzzy Kohonen Clustering Network dan Harmonik Search Algorithm dan pengembangan perangkat (tahun ke-2);
- (3) Mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak, selanjutnya mengimplementasikan dan melakukan pengujian produk di Industri Kesehatan(rumah sakit). (tahun ke-3 dan tahun ke-4);
- (4) Melakukan sosialisasi dan registrasi hak paten atau HKI dari sistem yang dibangun pada tahun ke-5.



Gambar 1. Road Map Penelitian Selama Lima tahun

2.3. Studi Pendahuluan

Saparudin, Sulong, G., Saleh, M. Ahmad, (2014) mengembangkan algoritma baru untuk enkripsi warna pada citra wajah manusia dengan tingkat entropi 7,9995. Algoritma merupakan pengembangan Henon Map. Selanjutnya, Nkole, I.U., Sulong, G., dan Saparudin(2014), menerapkan teknik sudut geometri 2D pada sistem pengenalan pola citra telinga manusia. Ujicoba teknik ini menggunakan database USTB(University of Science and Technology Beijing) dengan akurasi mencapai 80% dan Nkole, I.U., Sulong, G., dan Saparudin(2012) menemukan teknik deteksi lokasi pupil pada tahap segmentasi iris mata dengan metode Transformasi Hough dengan akurasi mencapai 98,90%.

Saparudin dan Ramadhan, E(2010) melakukan perbaikan kualitas citra(smoothing) pada proses identifikasi kelainan jantung menggunakan pola citra dari elektroradiogram(EKG) dengan menerapkan metode *Gauss* diperoleh tingkat akurasi sebesar 78,26% dan Saparudin dan Abdiansyah(2010) mendapatkan sub kelas baru pada kelas *Twin Loop*, pada klasifikasi empat kelas sidik jari yaitu *Left Loop*, *Right Loop*, *Twin Loop* dan Whorl dengan menggunakan database NIST(*National Institute Standart Technology*) dan metode partisi daerah.

Erwin dkk (2013) telah melakukan penelitian dengan skema Penelitian Fundamental Tahun 2013 menggunakan citra yang diperoleh dari kamera iris mata untuk mengidentifikasi gangguan usus besar. Metode yang digunakan untuk identifikasi adalah metode Naïve Bayes. Pada tahap berikutnya, Erwin dan Rossi P(2014) melakukan pengembangan model identifikasi dengan menerapkan metode Bayesian Network dan citra yang digunakan adalah citra gambar yang realtime. Metode ini mengolah pixel-pixel citra iris mata sesuai dengan frekuensi terbesar, kemudian menghitung probabilitas tiap kategori. Metode ini akan menghasilkan nilai probabilitas masing-masing pixel citra iris mata yang telah dilatih sebelumnya untuk digunakan pada citra uji. Citra uji yang dihasilkan akan memberikan nilai probabilitas terbesar yang menjelaskan kategori kondisi colon tertentu.

Fachrurrozi, M dan M. Mujtahid(2015) melakukan identifikasi posisi iris mata dengan menggunakan metode Independent Component Analysis(ICA) dan Suport Vector Machine(SVM). Data uji sebanyak 150 data yang diperoleh dari Palacky University. Dengan menerapkan algoritma Fast ICA untuk menentukan jenis diperoleh akurasi untuk 1(satu) jenis sebesar 52%, katagori 2(dua) jenis diperoleh akurasi 73% dan 3(tiga) jenis diperoleh akurasi sebesar 90%

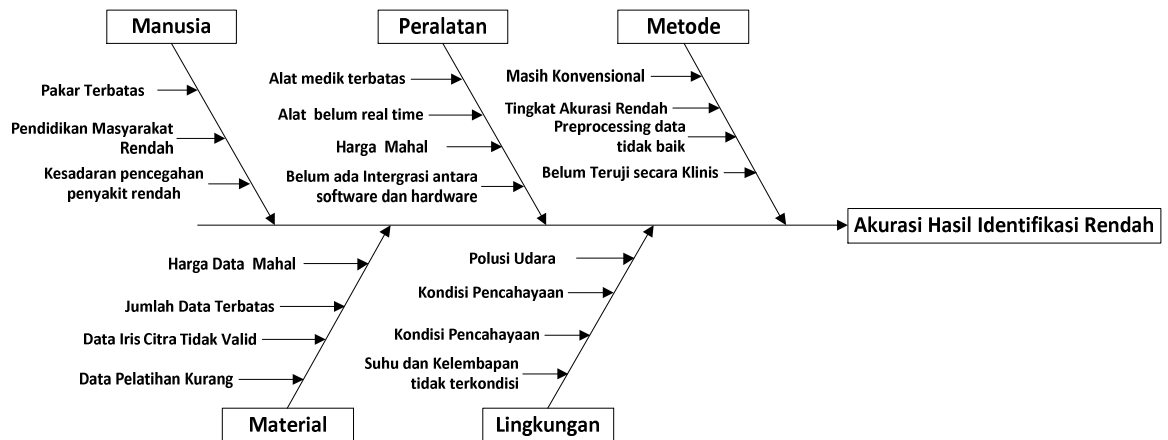
2.3.1. Pembuatan database

Pembuatan database ini merupakan tahapan penelitian pertama, yang telah di publikasikan di jurnal internasional oleh Rossi Passarella dkk (2013), dimana menggunakan 60 orang subjek, yang terdiri dari 35 orang secara histori memiliki masalah dengan usus besar, sedangkan 25 orang subjek lainnya tidak diketahui latar belakangnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hanya 8% dari 35 orang subjek yang tidak teridentifikasi penyakit usus besarnya.

2.3.2. Pengembangan Teknik Bayesian Network pada Pengolahan Citra

Asumsi independen bersyarat digunakan pada *Naive Bayes* mungkin terlalu rapuh, khususnya untuk masalah identifikasi dengan atribut yang dihubungkan dengan sesuatu. Erwin dan Rossi P(2014) melalui penelitian skema Penelitian Fundamental Tahun 2014 telah mengembangkan pendekatan lebih fleksibel untuk memodelkan peluang kelas bersyarat.

Adapun hasil analisa dari preliminary experiment ini ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Analisis fishbone terhadap preliminary experiment

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Membangun model deteksi dini penyakit dengan metode Fuzzy Kohonen Clustering Network(FKCN) dan Harmonik Search Algorithm secara analitis akademik dan klinis;
2. Menganalisis keakuratan kedua metode dalam mengidentifikasi kondisi usus besar dan usus halus seseorang;
3. Mengembangkan suatu perangkat lunak yang mampu mengidentifikasi perubahan usus seseorang melalui citra iris mata, citra kekotoran lidah dan citra sel jaringan usus;
4. Mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak serta implementasi produk berupa sistem cerdas untuk mendeteksi secara dini penyakit gangguan dan kelainan usus berbasis *mobile*;
5. Mendapatkan registrasi dan sosialisasi hak paten atau HKI dari sistem yang dibangun.

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini sebagai berikut:

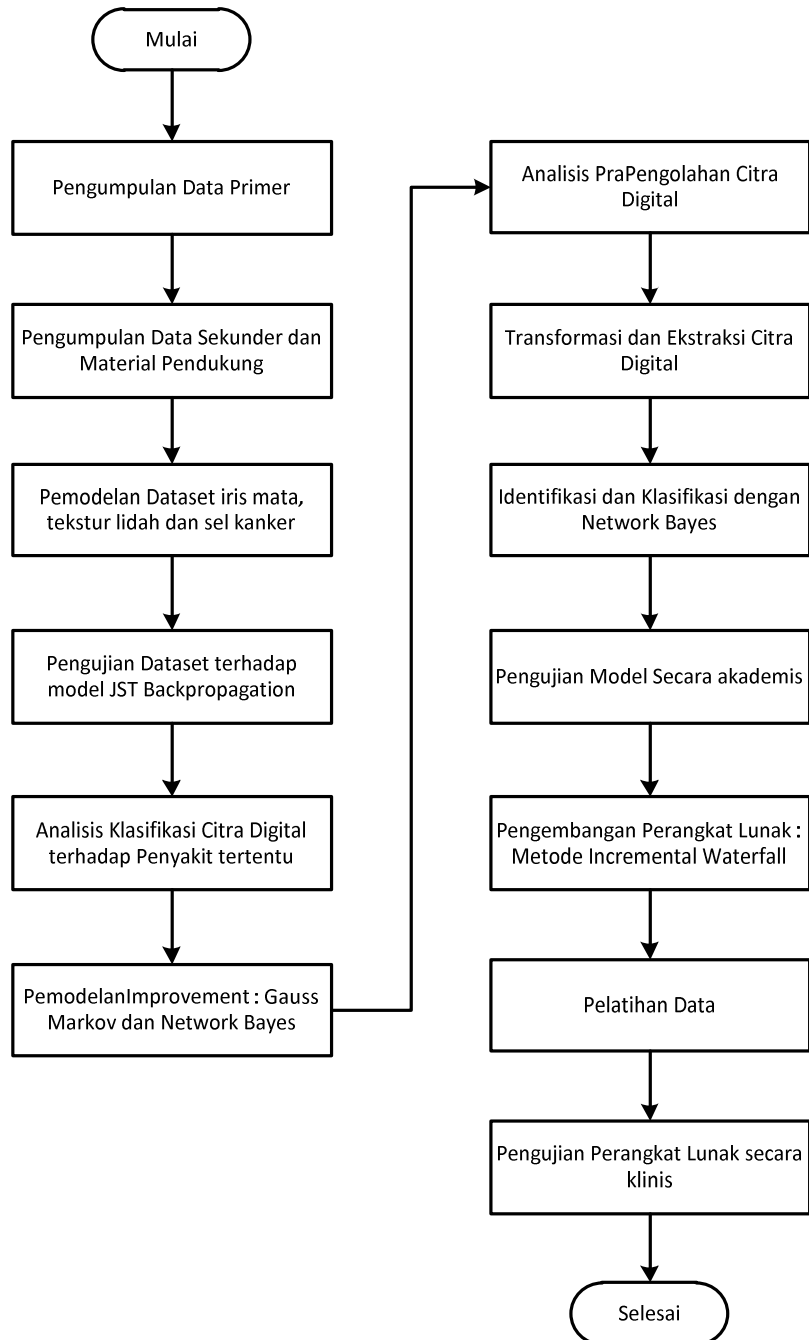
Tabel 2. Objek dan Manfaat Penelitian

Objek Penelitian	Segi Penelitian	Temuan yang Ditargetkan	Manfaat yang Dikontribusikan pada Bidang Ilmu
Dataset Iris Mata, Tekstur Lidah dan Sel	Membangun model dataset	Database/Dataset	Tersusunnya database yang memenuhi standar klinik
Teknik Fuzzy Kohonen Clustering Network dan Hamonik Search Algorithm	Pengembangan Model Pengembangan Perangkat Lunak	Model Fuzzy Kohonen Clustering Network dan Hamonik Search Algorithm Aplikasi Perangkat Lunak	Teknik Baru untuk identifikasi Sistem Cerdas untuk deteksi dini penyakit
Integrasi Sistem	Implementasi dan pengujian produk Sosialisasi dan registrasi hak paten atau HKI	Produk Sistem cerdas Kelayakan sistem yang standar	Diterapkan produk pada industri kesehatan(rumah sakit) Pengakuan pada sistem

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Alur Penelitian

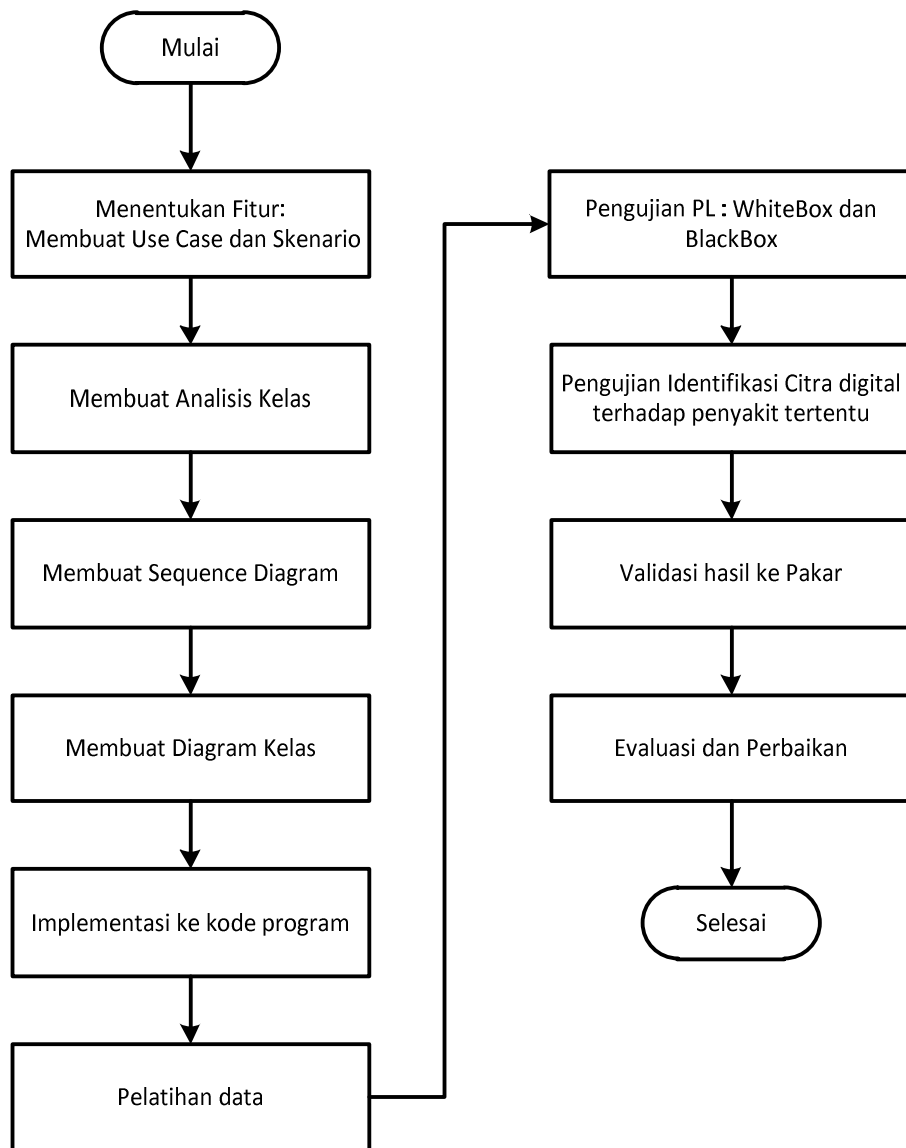
Secara garis besar bagan alir penelitian untuk membangun model dan sistem cerdas dapat diperlihatkan sebagai berikut :



Gambar 3. Bagan Alir Membangun Model Sistem Cerdas

Pada tahun kedua bagan alir penelitian lebih difokuskan untuk melakukan perbaikan serta mengimplementasikan kajian yang diperoleh pada tahun pertama. Dimana dengan pendekatan *fish bone* akan diperoleh permasalahan yang muncul pada tahun pertama serta bagaimana mencari solusi yang tepat sasaran.

Secara garis besar bagan alir untuk membangun perangkat lunak dapat diperlihatkan sebagai berikut :



Gambar 4. Bagan Alir Membangun Perangkat Lunak

4.2. Metode Penelitian

Proses Recognition dimulai dari tahap proses akuisisi citra(scan), selanjutnya dilakukan proses pengolahan pra citra, proses pengolahan dan identifikasi. Untuk mendapatkan citra digital selain dengan cara merekam langsung secara digital, diperlukan suatu proses konversi dari analog, yang bersifat kontinu ke digital. Konversi ini meliputi proses sampling(pencuplikan), yang akan membuat sejumlah kisi arah horizontal dan vertical untuk menghasilkan gambar dalam bentuk larik dua dimensi yang dinyatakan dengan piksel. Proses selanjutnya adalah kuantisasi, yaitu proses untuk menyatakan tingkat keabuan atau warna suatu citra dalam suatu nilai integer tertentu. Berdasarkan tingkat pewarnaan, citra terdiri atas dua kelas, yaitu citra monokrom atau hitam putih, yang merupakan citra satu kanal dan citra multi-spektral atau multiwarna. Citra hitam putih menyajikan warna dengan nilai integer pada piksel yang menyatakan tingkat keabuan dari hitam ke putih. Pada citra 8-bit dengan 256 keabuannya, nilai 0 akan menyatakan warna hitam, semakin naik nilai warnanya akan semakin cerah dan akhirnya pada batas integer 255 warna yang disajikan adalah putih. Sedangkan pada citra multi-spektral, warna citra dinyatakan oleh tiga komponen warna, yaitu merah, hijau, dan biru (RGB), sehingga penyajian warnanya adalah bentuk fungsi nilai tingkat warna merah, hijau, dan biru: $\{f_{merah}(x,y), f_{hijau}(x,y), f_{biru}(x,y)\}$. Penelitian ini akan menggunakan kedua kelas citra tersebut untuk menunjukkan kehandalan teknik dan ketersediaan citra yang dihasilkan oleh peralatan yang tersedia dan untuk pengembangan teknologi.

Pengolahan Citra Digital

Citra merupakan fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dimana x dan y merupakan koordinat spasial dan f merupakan sepasang koordinat yang disebut intensitas atau level keabuan. Citra digital terdiri dari elemen angka diskrit dan mempunyai lokasi tertentu yang disebut *pixel*. Tujuan pengolahan citra itu adalah agar kualitas citra menjadi lebih baik .

Berdasarkan sumber tersebut, bisa disimpulkan bahwa pengolahan citra digital adalah pemrosesan citra kontinu yang berupa *pixel* yang diubah ke dalam bentuk diskrit, baik koordinat maupun intensitas cahayanya yang menggunakan komputer agar kualitas citra menjadi lebih baik. Pengolahan citra pada umumnya dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan, yaitu:

1. Memperbaiki kualitas citra sesuai kebutuhan
2. Mengolah informasi yang terdapat pada citra

Prapengolahan

Pada bagian ini akan dipaparkan analisis mengenai pra-pengolahan citra sebelum diidentifikasi. Prapengolahan terdiri dari mendeteksi zona ANW, transformasi bentuk citra polar, dan mengambil nilai-nilai citra berupa kumpulan *pixel* dari citra uji maupun training.

Prapengolahan dalam pengaplikasian pengolahan citra sistem deteksi dini penyakit ini merupakan kumpulan dari proses untuk mendapatkan hasil segmentasi citra yang baik. Proses-proses tersebut antara lain :

1. Transformasi Citra

Setelah pra-pengolahan citra dilakukan, maka citra tersebut diekstraksi fitur/ciri nya. Setelah citra disegmentasi, maka yang perlu dilakukan adalah mentransformasikan bentuk citra polar ke Cartesian.

Tranformasi ini dilakukan guna untuk memudahkan dalam mengekstraksi nilai citra. Kegiatan transformasi citra ini bisa disamakan dengan proses normalisasi citra yang memanfaatkan operasi transformasi geometri citra. Tujuan dari normalisasi citra adalah untuk mengubah bentuk hasil segmentasi ke dalam dimensi yang sama untuk mempermudah tahapan selanjutnya. Normalisasi di sini dilakukan dengan memetakan ulang setiap titik pada area (koordinat polar) ke dalam koordinat Cartesian.

Untuk transformasi koordinat polar ke kartesian, maka yang perlu diketahui adalah r dan θ , dan yang perlu dicari adalah koordinat x dan y dengan titik pusat (cx, cy) . Persamaannya adalah:

$$x = r \cos (\theta) + cx$$

$$y = r \sin (\theta) + cy$$

2. Ekstraksi *Pixel* Citra

Proses ini dilakukan untuk mendapatkan *pixel* citra dari masing-masing citra training dan uji dengan nilai berkisar [0-255]. *Pixel* citra yang sudah dihasilkan nilainya, kemudian ditentukan frekuensi masing-masing dan cari tiga frekuensi paling besar untuk dimasukkan dalam database. Untuk semua citra training yang sudah masuk ke dalam database, dicari tiga *pixel* yang paling sering muncul dari masing-masing citra tiap kategori. Selanjutnya, ambil tiga nilai *pixel* dengan frekuensi tersebut dari kumpulan citra tiap kategori. Jadi bisa disimpulkan, bahwa masing-masing kategori memiliki nilai *pixel* yang berbeda atau sebagian sama (tidak seutuhnya sama).

Sebelumnya telah dilakukan proses deteksi ANW dan transformasi citra, maka yang dilakukan adalah mengambil nilai citra (*pixel*). *Pixel* yang diekstraksi bernilai [0-255]. Kumpulan *pixel* ini akan digunakan dalam pengelompokan citra. Frekuensi tersebut dimanfaatkan dalam penentuan probabilitas piksel dari seluruh *pixel* citra.

4.3. Luaran Penelitian

Adapun luaran dari penelitian ini adalah:

1. Teknologi Sistem Cerdas untuk deteksi dini penyakit;
2. Publikasi pada jurnal Internasional dan Procceding Ilmiah.

Rincian luaran penelitian ini per tahun sebagai berikut:

Luaran Penelitian Tahun I:

1. Publikasi pada jurnal Internasional
2. Procceding Ilmiah pada Seminar Nasional
3. Teknologi Sistem Cerdas Versi 1

Luaran Penelitian Tahun II:

1. Publikasi pada jurnal Internasional
2. Procceding Ilmiah pada Seminar Nasional
3. Teknologi Sistem Cerdas Versi 1.1

Luaran Penelitian Tahun III:

1. Publikasi pada jurnal Internasional
2. Procceding Ilmiah pada Seminar Nasional
3. Teknologi Sistem Cerdas Versi 1.2

Luaran Penelitian Tahun IV:

1. Publikasi pada jurnal Internasional
2. Procceding Ilmiah pada Seminar Nasional
3. HKI

4.4. Indikator Capaian Temuan yang Ditargetkan

Pada rangkaian penelitian ini, ditargetkan temuan dalam 3 kelompok objek penelitian, adapun detail penjelasan dari ke-3 objek penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3. Detail objek penelitian dan temuan yang ditargetkan

Objek Penelitian	Segi Penelitian	Indikator Temuan yang Ditargetkan	Antisipasi yang Dikontribusikan pada Bidang Ilmu
Dataset Iris Mata, Tekstur Lidah dan Sel	Membangun model dataset	Database/Dataset	Tersusunnya database yang memenuhi standar klinis
Teknik Fuzzy Kohonen Clustering Network dan Hamonik Search Algorithm	Pengembangan Model Pengembangan Perangkat Lunak	Model Fuzzy Kohonen Clustering Network dan Hamonik Search Algorithm Perangkat Lunak	Teknik Baru untuk identifikasi Sistem Cerdas untuk deteksi dini penyakit
Integrasi Sistem	Implementasi dan pengujian produk Sosialisasi dan registrasi hak paten atau HKI	Produk Sistem cerdas Kelayakan sistem yang standar	Diterapkan produk pada industri kesehatan(rumah sakit) Pengakuan pada sistem

BAB V. HASIL YANG DICAPAI

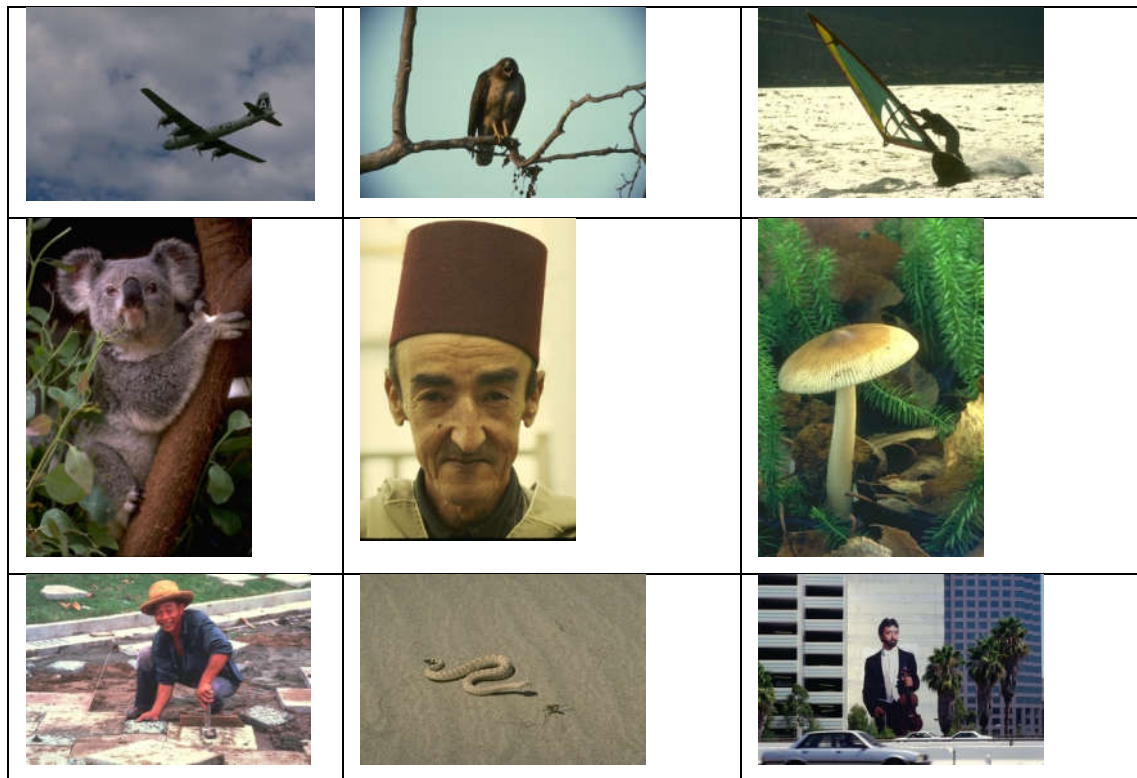
5.1. Pengumpulan Data

a. Data Sekunder BSDS300

Data citra untuk segmentasi diambil dari Universitas Berkeley, dinamakan Berkeley Segmentation Data Set (BSDS300) yang terdiri atas 300 citra dengan 200 citra untuk data traning dan 100 citra untuk data uji.

Contoh sampel untuk data BSDS300 disajikan pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Contoh Data BSDS300



b. Data Sekunder Biometric Research Center, Hongkong

Data citra lidah yang digunakan didapatkan dari *website* Biometric Research Center, Hongkong. Sebelum memperoleh data citra lidah, penulis menulis *email* kepada salah satu penulis *journal* mengenai citra lidah yakni Prof. David Zhang. Penulis meminta izin untuk menggunakan citra lidah yang beliau gunakan pada penelitiannya. Kemudian Prof. David Zhang mengizinkan dan meminta sekretaris beliau yakni Ms. Jocelyn untu memberitahu

penulis cara mendownload data citra lidah tersebut. Penulis diharuskan mengisi formulir dan data citra lidah tersebut dikirimkan ke *email* penulis.

Data citra lidah yang diberikan berupa database sampel citra lidah. Terdapat 12 sampel citra lidah yang diberikan oleh *website* Biometric Research Center. Sampel citra lidah yang diberikan hanya menampilkan rongga mulut dengan kondisi lidah bersih. Sampel citra lidah inilah yang menjadi data yang diolah sehingga citra lidah dapat disegmentasi.

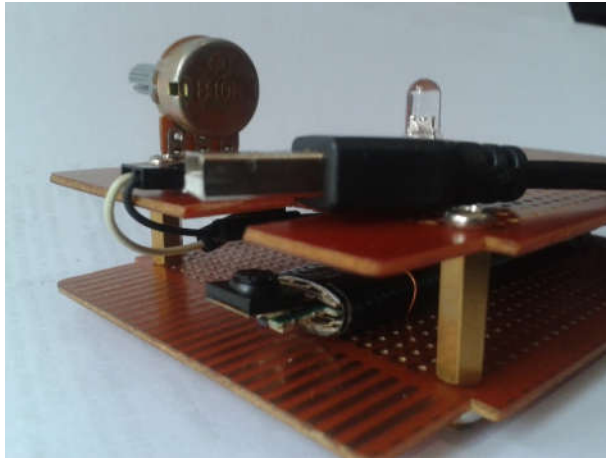
Data citra lidah dari Biometric Research Center, Hongkong disajikan dalam tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Data Citra Lidah dari Biometric Research Center, Hongkong



c. Data Primer Citra Lidah: Akuisisi Citra

Akuisisi citra lidah menggunakan kamera yang dirancang khusus untuk mendapatkan citra lidah seperti yang disajikan dalam gambar 5 berikut ini:



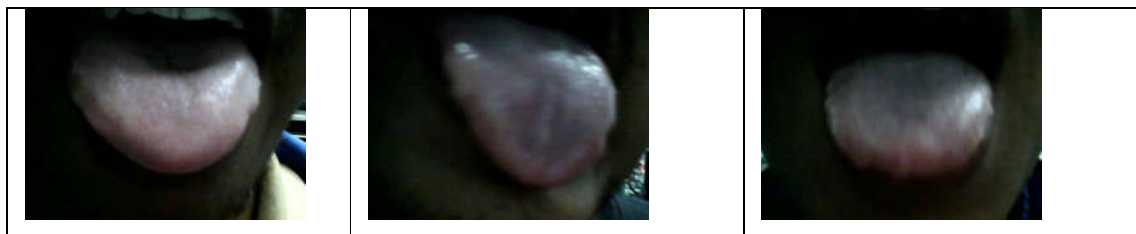
Gambar 5. Rancangan Kamera untuk Akuisisi Citra Lidah

Untuk membangun perangkat keras tersebut digunakan beberapa alat elektronik diantaranya kamera USB, Kabel USB, Papan PCB, Kaki PCB, Potensiometer, LED, Resistor, dan Laptop.

Kamera USB digunakan untuk menghasilkan citra digital dari objek lidah. Kabel USB digunakan untuk memindahkan citra ke laptop. Perangkat keras tersebut memiliki tubuh berupa papan PCB yang sekaligus memiliki fungsi sebagai tempat beberapa komponen lainnya. Kaki PCB berfungsi untuk memberi ruang bagi komponen elektronik yang berada diantara papan PCB. Potensiometer berfungsi sebagai resistor yang menahan tegangan sehingga kecerahan LED dapat diatur. LED digunakan sebagai lampu flash sehingga citra lebih terang. Resistor digunakan sebagai penahan tegangan dari laptop menuju LED. Dan terakhir laptop digunakan sebagai media penyimpanan citra yang ditangkap oleh kamera USB.

Data hasil akuisisi citra lidah disajikan dalam tabel 6 di bawah ini:

Table 6. Data Citra Hasil Akuisisi





5.2. Perancangan Database

a. Perancangan dan Implementasi

Pada tahap ini akan dilakukan proses perancangan, yang akan digunakan adalah metode perancangan terstruktur melalui tahapan pembuatan *UML*, dan pembuatan *database* yang disesuaikan berdasarkan kebutuhan aplikasi analisis pemeriksaan penyakit berdasarkan citra lidah pada Rumah Sakit Bhayangkara. *Database* yang menggunakan *MySQL* dengan *software* pendukung *Xampp* yang digunakan untuk mendesain dan merancangan *database*. Dan model design *UML* dibuat menggunakan *Sybase Power Designer*.

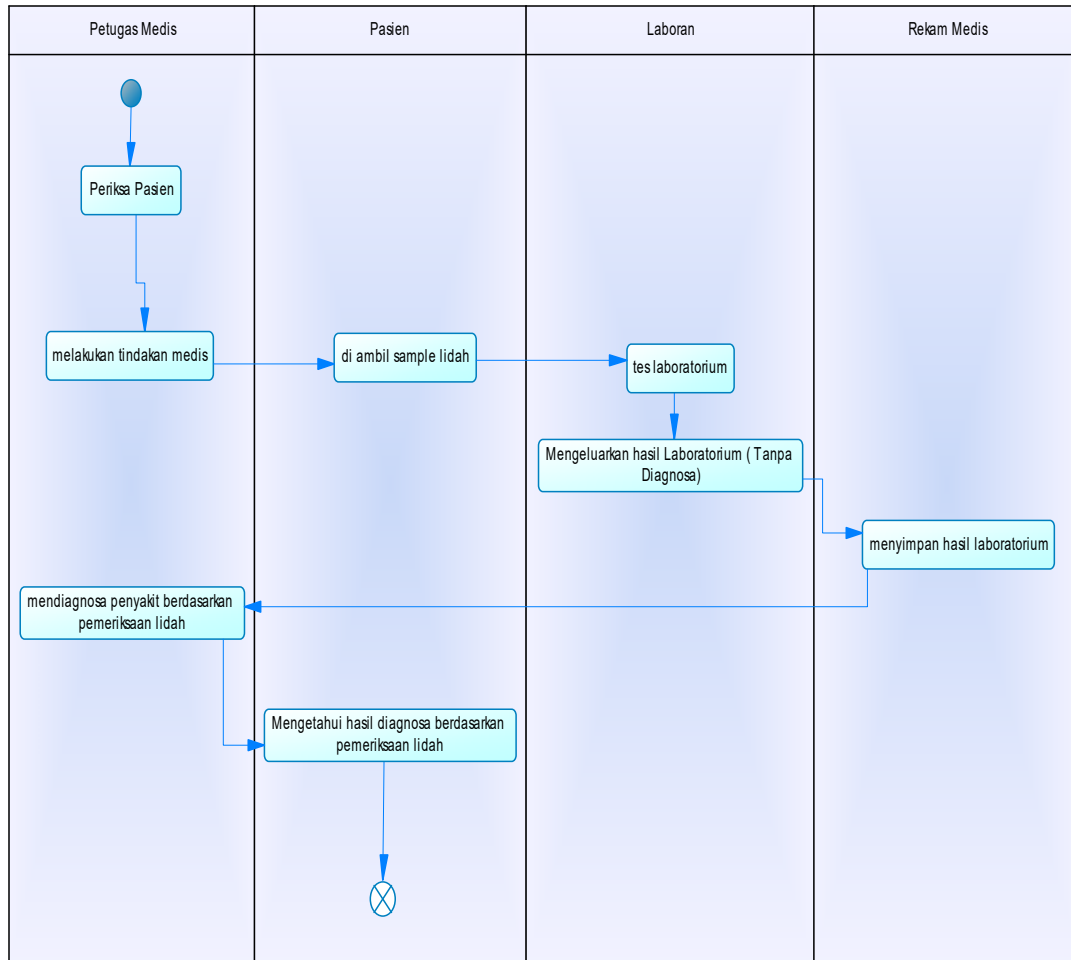
b. Analisa Sistem Berjalan

Adapun prosedur sistem analisis penyakit melalui pemeriksaan lidah pada Rumah Sakit Bhayangkara Palembang adalah sebagai berikut:

1. Petugas medis melakukan pemeriksaan pada pasien.
2. Petugas medis melakukan tindakan medis.
3. Pasien memeriksa lidah pasien.
4. Laboran melakukan tes selanjutnya di laboratorium.
5. Hasil pemeriksaan lidah keluar pada bagian rekam medis.

6. Petugas medis mendiagnosa penyakit berdasarkan hasil pemeriksaan lidah.
7. Pasien mengetahui diagnosa penyakit dari hasil pemeriksaan lidah tersebut.

Adapun *activity diagram* sistem yang berjalan pada saat ini di Rumah Sakit Pelabuhan seperti pada Gambar 6 berikut ini :



Gambar 6. Activity Diagram Sistem yang Berjalan Pada Proses Analisis Penyakit Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Lidah

c. Permasalahan Yang Dihadapi pada Sistem yang Berjalan

Kelemahan dari sistem yang berjalan saat ini adalah :

1. Hasil laboratorium masih di cek oleh dokter untuk mendapatkan hasil diagnosa sehingga memerlukan waktu yg kurang efektif.

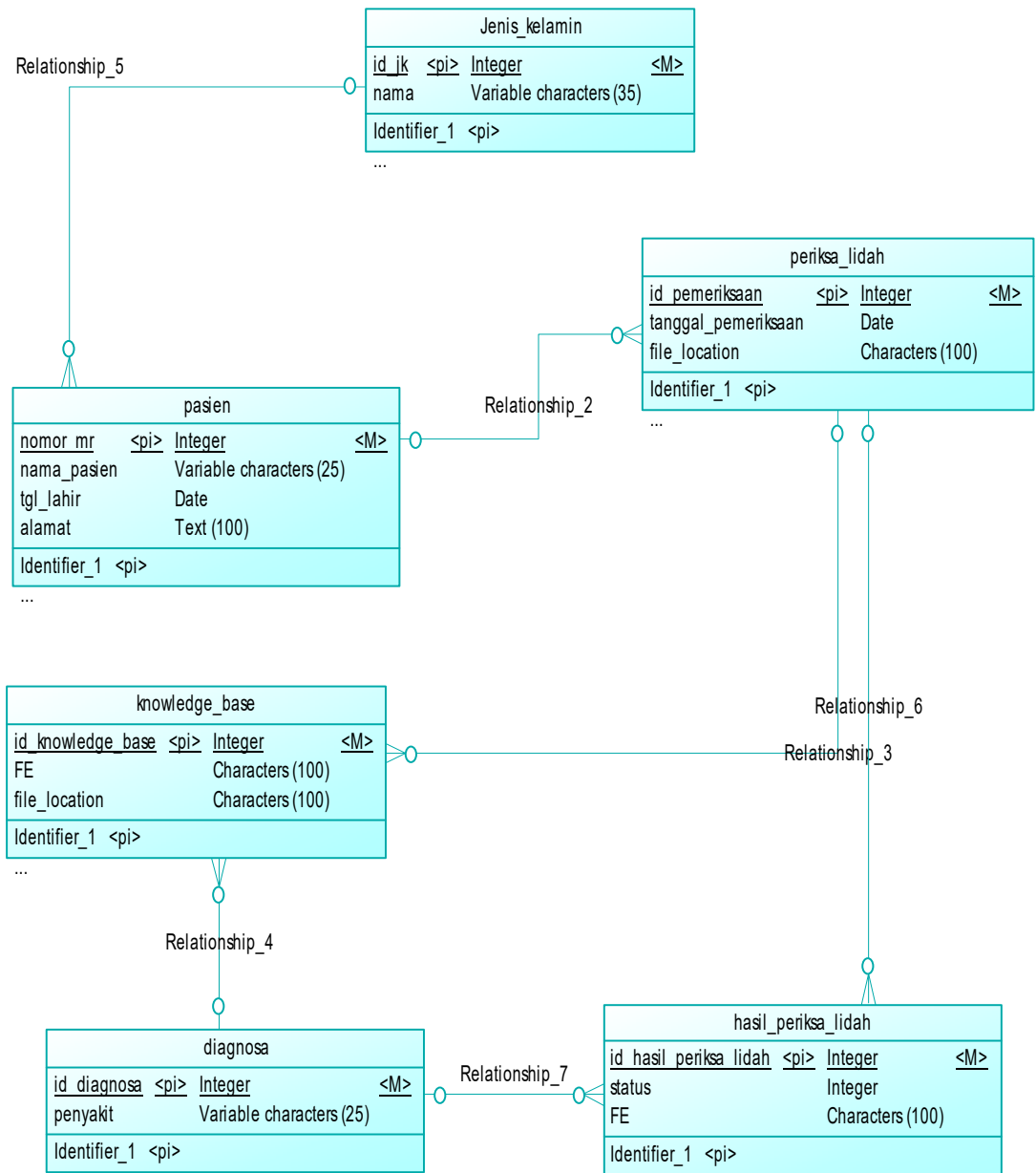
2. Data-data hasil diagnosa yang disimpan secara komputerisasi namun data tersebut tidak terorganisir dengan rapih.
3. Hasil diagnosa penyakit hilang, maka pasien harus mengkonsultasi ulang dgn dokter, sehingga hasilnya bisa saja berubah dari diagnosa awal.

d. Analisa Sistem yang Akan Diajukan

Adapun system yang diajukan adalah sebagai berikut:

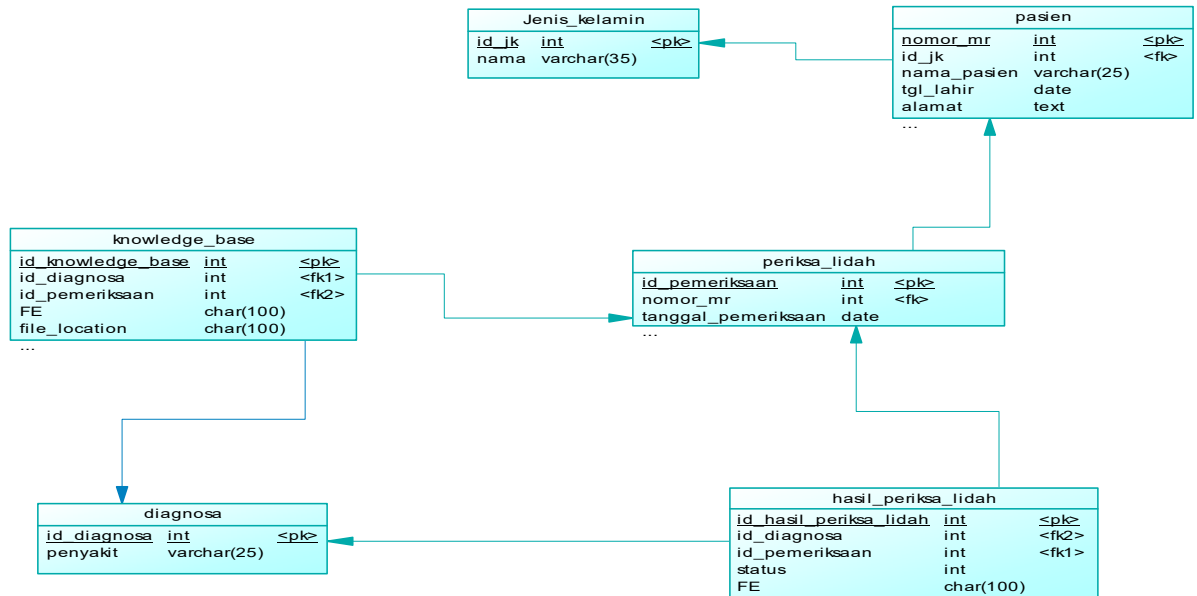
1. Pasien memberi sample lidah untuk dilakukan pemeriksaan selanjutnya di laboratorium
2. Laboran melakukan serangkaian tes pendukung di laboratorium, dan mendapatkan hasil.
3. Petugas medis menginput data hasil pemeriksaan lidah pada aplikasi analisis penyakit
4. Sistem akan mendiagnosa penyakit berdasarkan hasil pemeriksaan lidah yang di dapat dan kemudian sistem akan menampilkan data hasil pemeriksaan lidah beserta diagnosa penyakit.
5. Petugas medis memilih status diagnosa penyakit apakah akan disimpan sebagai knowledge (pengetahuan) yang baru atau tidak.
6. Jika iya maka sistem akan menyimpan sebagai knowledge tambahan.
7. Petugas medis dapat mencetak hasil pemeriksaan lidah yang sudah memiliki diagnosa penyakit.

e. Conceptual Data Model



f. Physical Data Model

Pada tahap perancangan basis data fisik ini, dimulai pada tahapan perancangan tabel dan di dalam perancangan basis data fisik dilakukan tahapan untuk merangan relasi dasar yang berfungsi untuk mengetahui relasi yang ada antar tabel.



g. Hasil

Adapun hasil dari penelitian yang dilakukan ini ialah berupa rancangan basis data. Rancangan basis data ini memiliki tabel – tabel yang telah terbentuk dari proses fase – fase perancangan konseptual, logical, sampai fisik yang telah diuraikan di bab sebelumnya.

Hasil dari perancangan database ini dihasilkan 6 struktur tabel database yang disesuaikan dengan kebutuhan dari aplikasi analisis pemeriksaan penyakit melalui citra lidah pada Rumah Sakit Bhayangkara Palembang dan rancangan database ini bernama db_citralidah. Pengimplementasian dari rancangan database yang terdiri atas 6 tabel yang ada dilakukan dengan menggunakan aplikasi XAMPP dengan koneksi server localhost.

h. Detail Rancangan Tabel

A. Tabel Pasien

Nama Tabel : pasien

Primary Key : nomor_mr

Foreign Key : -

Deskripsi : Untuk menyimpan data dan informasi pasien.

Tabel 7. Tabel Pasien

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	nomor_mr	Integer	11	Nomor medical record
2	id_jk	Integer	11	Jenis kelamin
3	nama_pasien	Varchar	25	Nama pasien
4	tgl_lahir	Date		Tanggal lahir
5	alamat	Text		Alamat

B. Tabel Jenis Kelamin

Nama Tabel : jenis_kelamin

Primary Key : id_jk

Foreign Key : -

Deskripsi : Untuk data jenis kelamin pasien

Tabel 8 Tabel Jenis Kelamin

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_jk	Integer	11	Id Jenis Kelamin
2	Nama	Varchar	25	Jenis Kelamin

C. Tabel Pemeriksaan Lidah

Nama Tabel : periksa_lidah

Primary Key : id_pemeriksaan

Foreign Key :

Deskripsi : Untuk menyimpan data pemeriksaan lidah

Tabel 9. Tabel Pemeriksaan Lidah

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_pemeriksaan	Integer	11	Id pemeriksaan darah
2	Nomor_mr	Integer	11	Nomor medical record
3	Tgl_pemeriksaan	Date		Tanggal pemeriksaan
4	File_location	Text		Lokasi Image

D. Tabel Knowledge Base

Nama Tabel : Knowledge Base

Primary Key : id_knowledge_base

Deskripsi : Untuk menyimpan data dan informasi jenis penyakit

Table 10. Tabel Knowledge Base

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_Knowledge_base	Integer	11	Id Knowledge Base
2	Id_diagnosa	Integer	11	Id Diagnosa
3	Id_pemeriksaan	Integer	11	Id Pemeriksaan
4	FE	Text		Feature Extraction
5	File_location	Text		Lokasi Image

E. Tabel Hasil Pemeriksaan Lidah

Nama Tabel : Hasil Pemeriksaan Lidah

Primary Key : id_hasil_pemeriksa_lidah

Deskripsi : Untuk menyimpan hasil pemeriksaan Lidah dan bisa menambah pengetahuan baru.

Table 11. Tabel Hasil Pemeriksaan Lidah

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_hasil_pemeriksaan_darah	Integer	11	Id hasil pemeriksaan darah
2	Id_pemeriksaan	Integer	11	Id pemeriksaan
3	Id_diagnosa	Integer	11	Id diagnosa
4	Status	Integer	11	Status

F. Tabel Diagnosa

Nama Tabel : Diagnosa

Primary Key : id_diagnosa

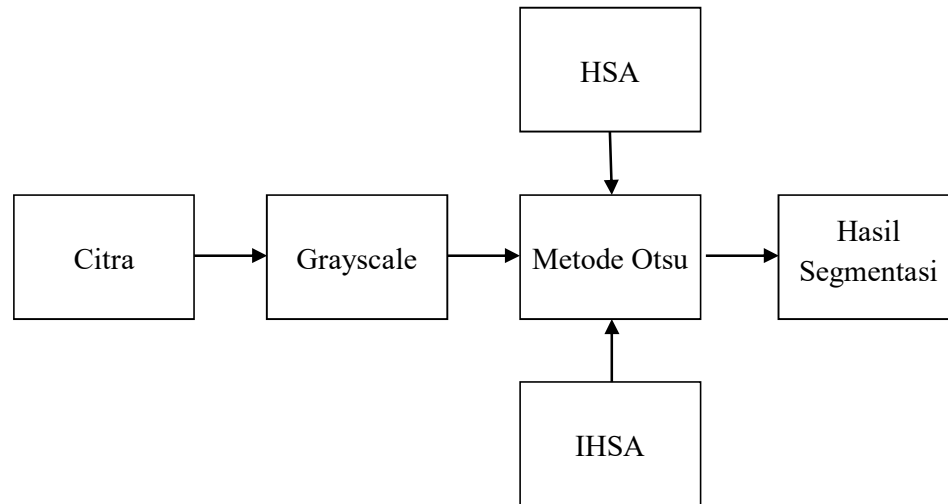
Deskripsi : Untuk menyimpan data dan informasi diagnosa penyakit

Tabel 12. Tabel Diagnosa

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_diagnosa	Integer	11	Id diagnosa
2	Penyakit	Varchar	25	Nama Diagnosa

5.3. Perancangan Algoritma

Perancangan metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap sehingga pergerjaannya menjadi terstruktur. Tahapan kerja perangkat lunak disajikan dalam bentuk blok diagram yang dapat dilihat pada gambar 3.1. Tahapan kerja perangkat keras disajikan dalam bentuk blok diagram yang dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 7. Blok Diagram Perangkat Lunak

a. Algoritma Otsu

Otsu merupakan tipe thresholding global yang diperkenalkan oleh Otsu pada tahun 1979 (Vala dan Baxi, 2013). Metode ini banyak digunakan karena termasuk metode yang sederhana dan efektif (Zhang dan Qu, 2010). Otsu menggunakan nilai varians maksimum dari perbedaan kelas sebagai kriteria mensegmentasi citra. Dengan mengambil intensitas level (L) dari citra grayscale atau RGB, probabilitas distribusi nilai intensitas citra dapat dihitung sebagai berikut (Olivia et al., 2013):

$$Ph_i^c = \frac{h_i^c}{NP}, \sum_{i=1}^{NP} Ph_i^c = 1,$$
$$c = \begin{cases} 1,2,3, & \text{jika citra RGB,} \\ 1, & \text{jika citra grayscale,} \end{cases}$$

Dimana:

i = intensitas level ($0 \leq i \leq L-1$)

c = komponen gambar tergantung grayscale atau RGB

NP = jumlah piksel dalam gambar

h_i^c = histogram (jumlah piksel yang sesuai dengan tingkat intensitas dalam c)

Ph_i^c = probabilitas distribusi

Segmentasi *bilevel* paling sederhana dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$C_1 = \frac{Ph_1^c}{\omega_0^c(th)}, \dots, \frac{Ph_{th}^c}{\omega_0^c(th)}, C_2 = \frac{Ph_{th+1}^c}{\omega_1^c(th)}, \dots, \frac{Ph_L^c}{\omega_1^c(th)},$$

dimana $\omega_0(th)$ dan $\omega_1(th)$ adalah probabilitas distribusi untuk C_1 dan C_2

$$\omega_0^c(th) = \sum_{i=1}^{th} Ph_i^c, \omega_1^c(th) = \sum_{i=th+1}^L Ph_i^c.$$

$$\mu_0^c = \sum_{i=1}^{th} \frac{iPh_i^c}{\omega_0^c(th)}, \mu_1^c = \sum_{i=th+1}^L \frac{iPh_i^c}{\omega_1^c(th)},$$

Varians Otsu antar kelas dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma^{2^c} = \sigma_1^c + \sigma_2^c$$

$$\sigma_1^c = \omega_0^c(\mu_0^c + \mu_T^c)^2, \sigma_2^c = \omega_1^c(\mu_1^c + \mu_T^c)^2,$$

dimana $\mu_T^c = \omega_0^c\mu_0^c + \omega_1^c\mu_1^c$ dan $\omega_1^c + \omega_0^c = 1$. Berikut ini merupakan fungsi objektif

berdasarkan nilai dari σ_1^c dan σ_2^c :

$$J(th) = \max(\sigma^{2^c}(th)),$$

dengan $0 \leq th \leq L - 1$,

$$J(\mathbf{TH}) = \max(\sigma^{2^c}(\mathbf{TH})),$$

dengan $0 \leq th_i \leq L - 1, i = 1, 2, \dots, k$,

dimana $th = th_1, th_1, \dots, th_{k-1}$ merupakan vektor yang berisi beberapa threshold dan selanjutnya varians dihitung sebagai:

$$\sigma^{2^c} = \sum_{i=1}^k \sigma_i^c = \sum_{i=1}^k \omega_i^c (\mu_i^c - \mu_T^c)^2.$$

b. *Improved Harmony Search Algorithm (IHSA)*

IHSA merupakan sebuah metode yang diperkenalkan oleh Mahdavi, Fesanghary, dan Damangir pada tahun 2006, dimana metode tersebut merupakan perkembangan dari metode sebelumnya yakni metode *Harmony Search Algorithm (HSA)*. Pada sub-bab berikut ini akan dijelaskan mengenai metode HSA dan modifikasinya yaitu IHSA.

1. Harmony Search Algorithm (HSA)

Harmony Search Algorithm (HSA) merupakan sebuah metode optimasi *metaheuristic* baru yang diperkenalkan oleh Z. W. Geem, J. H. Kim, dan G.V. Loganathan pada tahun 2001, dimana metode tersebut telah memperoleh hasil yang sangat baik di bidang optimasi (Manjarres et al., 2013).

HSA terinspirasi dari proses improvisasi musisi jazz, yakni dari fenomena musik opera yang terdiri dari berbagai macam alat musik dan menghasilkan melodi yang indah. Prinsip dari algoritma ini ialah meniru proses perbaikan harmoni yang dilakukan oleh kelompok paduan musik. Ketika kelompok paduan musik melakukan perbaikan pada harmoni musik yang dimainkan, maka akan terdapat tiga kemungkinan pilihan, yakni memainkan harmoni yang terkenal berdasarkan ingatan mereka, memainkan harmoni yang mirip dengan harmoni yang terkenal namun ada sedikit penyesuaian, atau membuat harmoni baru. Geem (2001) memformulasikan ketiga hal tersebut menjadi penggunaan *harmony memory (HM)*, *pitch*

adjustment rate (PAR), dan proses improvisasi secara acak. Keunggulan HSA dibandingkan dengan teknik optimasi tradisional, antara lain:

1. HSA merupakan algoritma *metaheuristic*
2. HSA menggunakan pencarian acak *stochastic* (secara acak)
3. HSA tidak memerlukan informasi derivasi
4. Memiliki beberapa parameter
5. HSA dapat dengan mudah diadopsi dalam berbagai jenis masalah optimasi

Berikut ini merupakan parameter dalam HSA (Al-Betar et al., 2012):

1. *Harmony Memory Size* (HMS): Jumlah solusi simultan *vector* dalam *Harmony Memory* (HM)
2. *Harmony Memory Considering Rate* (HMCR): Tingkat atau persentase nilai *Harmony Search Algorithm* (HSA) yang dipilih dari memori harmoni
3. *Pitch Adjustment Rate* (PAR) : Penunjuk tingkat atau persentase pemilihan nilai yang berdekatan
4. *Number of Improvisations* (NI): Menunjukkan nomor iterasi dalam algoritma optimasi

Tahapan yang terdapat dalam proses HSA adalah sebagai berikut (Mahdavi dan Damangir, 2007):

1. Inisialisasi masalah dan parameter algoritma

Pada tahap ini, masalah optimasi dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Minimalkan } f(x) = x_i \in X_i = 1, 2, \dots, N$$

Dimana:

$f(x)$ = fungsi tujuan

x = sekumpulan setiap variabel keputusan x_i

N = jumlah variabel keputusan

X_i = sekumpulan kemungkinan rentang nilai untuk setiap variabel keputusan

Pada langkah ini, parameter HSA di spesifikasikan. Parameter HSA terdiri dari jumlah vektor solusi didalam *harmony memory* (HM) yang disebut dengan *harmony memory size* (HMS), *harmony memory consideration rate* (HMCR), *pitch adjusting rate* (PAR), dan kriteria pemberhentian yang disebut dengan *number of improvisations* (NI).

2. Inisialisasi *harmony memory* (HM)

Pada tahap ini, matriks HM diisi dengan HMS yaitu, vektor solusi yang dirandom.

$$HM = \begin{bmatrix} x_1^1 & x_2^1 & \dots & x_{N-1}^1 & x_N^1 \\ x_1^2 & x_2^2 & \dots & x_{N-1}^2 & x_N^2 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ x_1^{HMS-1} & x_2^{HMS-1} & \dots & x_{N-1}^{HMS-1} & x_N^{HMS-1} \\ x_1^{HMS} & x_2^{HMS} & \dots & x_{N-1}^{HMS} & x_N^{HMS} \end{bmatrix}$$

3. Improvisasi harmoni baru

Improvisasi merupakan proses mendapatkan harmoni baru. Vektor harmoni baru dapat diperoleh berdasarkan aturan berikut (Chakraborty et al., 2007):

- Memilih salah satu nilai dari HSA memory (HMCR)
- Memilih salah satu nilai yang berdekatan dari HSA memory (pitch adjustment)
- Memilih nilai acak dari kisaran nilai yang mungkin (randomization)

Didalam memory consideration, nilai variabel keputusan pertama (x_1^1) untuk vektor baru dipilih dari salah satu nilai dalam rentang HM yang ditentukan ($x_1^{1'} - x_1^{HMS}$).

Nilai dari variabel keputusan lainnya dipilih dengan cara yang sama. HMCR (0 sampai 1) adalah tingkat pemilihan secara random suatu nilai dari kisaran nilai yang mungkin.

Pada langkah ini, HM consideration, pitch adjustment atau random selection diterapkan pada setiap variabel dari vektor harmoni baru secara bergantian.

4. Perbaharui HM

Pada langkah ini, jika vektor harmoni baru lebih baik dibandingkan harmoni yang terdapat didalam HM, maka berdasarkan nilai fungsi objektif, harmoni baru termasuk dalam HM, dan harmoni terburuk tidak termasuk dalam HM.

5. Periksa kriteria pemberhentian

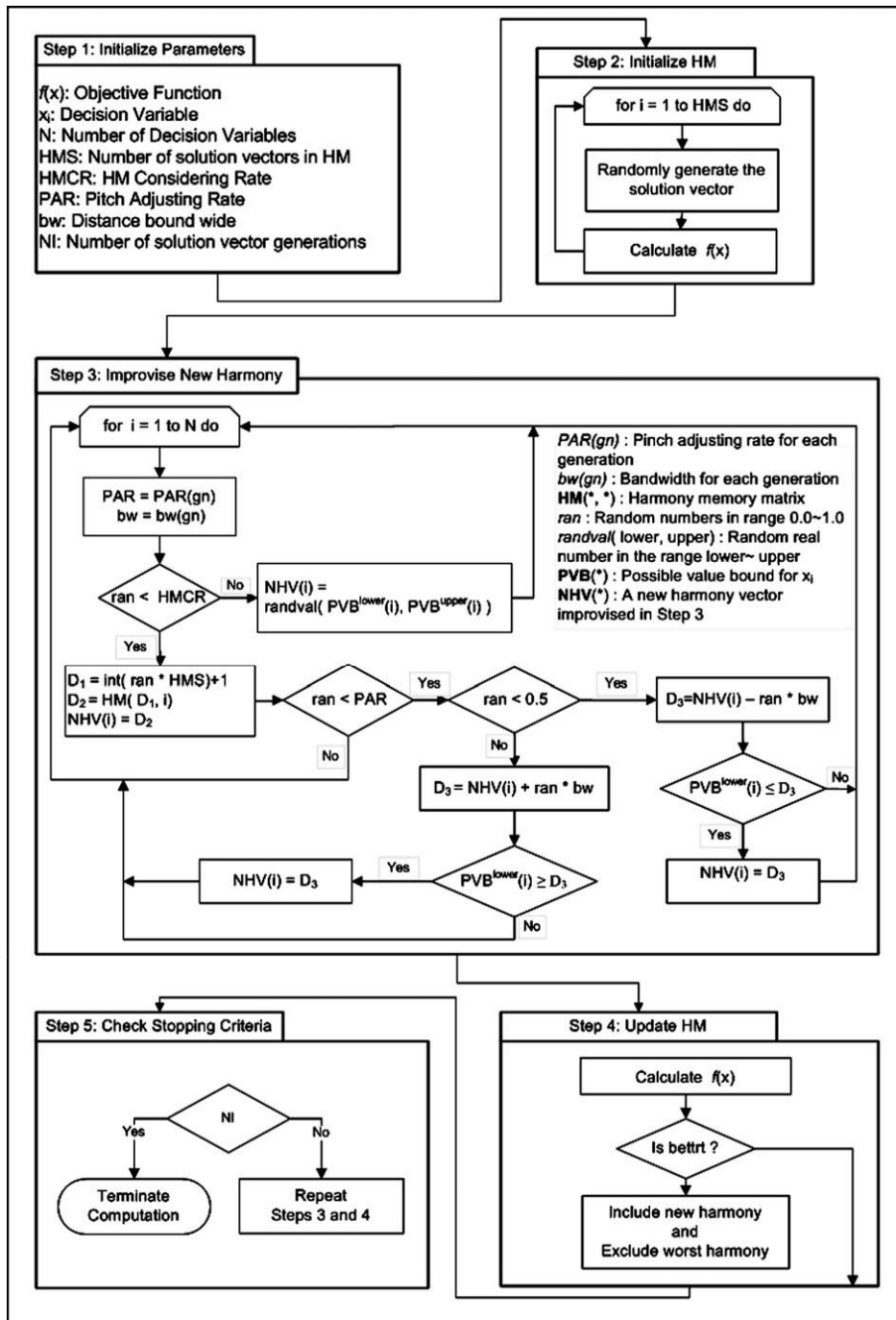
Apabila kriteria pemberhentian terpenuhi (maksimum NI), maka komputasi dihentikan.

Jika tidak, kembali ke langkah ke-3 dan 4.

2. *Improved Harmony Search Algorithm (IHSA)*

Perbedaan utama antara HSA dan IHSA terletak pada cara penyesuaian PAR dan BW. IHSA memperbaiki kinerja algoritma HSA dan menghilangkan kelemahannya. Metode ini menggunakan PAR dan BW pada langkah ke-3 (improvisasi).

Diagram alir mengenai algoritma IHSA dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini:



Gambar 8. Diagram Alir IHSA (Mahdavi et al., 2007)

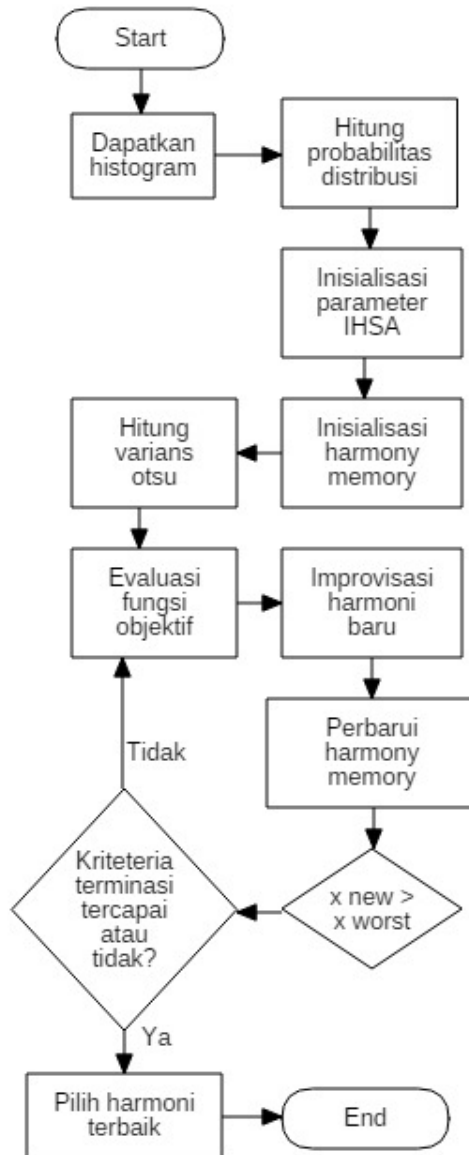
Tabel 13 dibawah ini merupakan parameter IHSA yang digunakan dalam penelitain ini:

Tabel 13. Parameter Yang Digunakan

NI	HMS	HMCR	PAR Min	PAR Max	BW Min	BW Max
2.000	5	0,9	0,01	0,99	0,001	0,1

3. Analisis *Multilevel Thresholding* berbasis *Improved Harmony Search Algorithm* (IHSA)

Metode ini merupakan hybrid dari metode multilevel thresholding dengan Otsu dan *Improved Harmony Search Algorithm* (IHSA). Metode yang diusulkan mencari sampel acak dalam histogram sebagai kandidat solusi, lalu kualitasnya dievaluasi melalui pertimbangan fungsi objektif Otsu. Selanjutnya, operator IHSA terus melakukan evolusi rangkaian kandidat solusi sampai solusi optimal ditemukan. Diagram alir *multilevel thersholding* berbasis IHSA dapat dijelaskan pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Diagram Alir Multilevel Thresholding berbasis IHS

4. Analisis Perangkat Lunak

4.1. Deskripsi Umum Sistem

Perangkat lunak yang dibangun dalam penelitian ini adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan segmentasi citra. Perangkat lunak yang dibuat berupa aplikasi desktop (*desktop based*).

4.2. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dikembangkan pada tugas akhir ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan fungsional dan non fungsional. Tabel 14 dan 15 berikut adalah kebutuhan-kebutuhan yang dibutuhkan:

Tabel 14. Kebutuhan Fungsional

No.	Kebutuhan
1.	Perangkat lunak mampu menampilkan citra
2.	Perangkat lunak mampu melakukan proses segmentasi citra
3.	Perangkat lunak mampu menyimpan hasil segmentasi citra

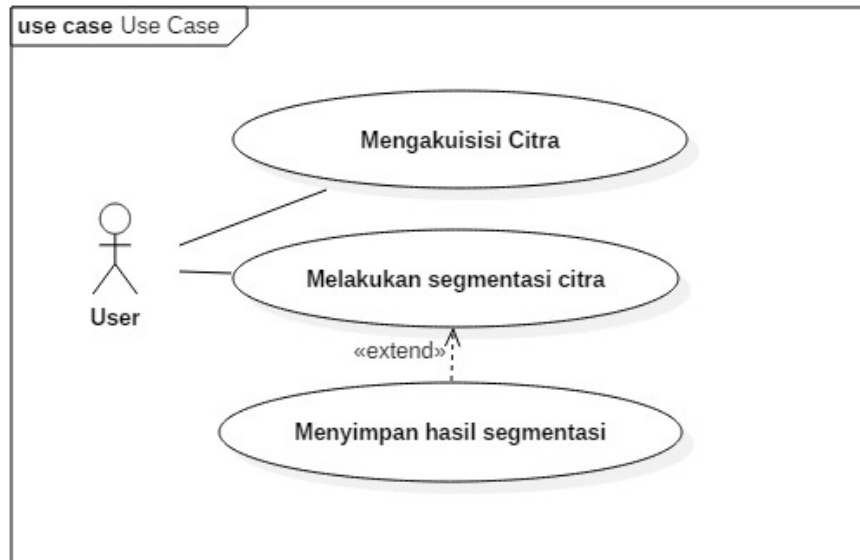
Tabel 15. Kebutuhan Non Fungsional

No.	Kebutuhan
1.	Perangkat lunak memiliki tampilan yang sederhana dan mudah digunakan

4.3. Model Use Case

4.3.1 Diagram Use Case

Gambar 10 berikut merupakan diagram *use case*:



Gambar 10. Diagram Use Case

4.3.2 Tabel Definisi Aktor

Tabel 16 berikut merupakan tabel mengenai definisi aktor:

Tabel 16. Definisi Aktor

Aktor	Deskripsi
<i>User</i>	Aktor yang dapat melakukan seluruh operasi dan menggunakan seluruh fitur yang ada pada perangkat lunak

4.3.3 Tabel Definisi Use Case

Berdasarkan *use case* yang telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya, maka definisi dari tiap *use case* tersebut dapat dilihat pada Tabel 17 berikut ini:

Tabel 17. Definisi Use Case

No	Use Case	Deskripsi
1.	Mengakuisisi citra	Kegiatan ini dilakukan untuk menampilkan citra lidah asli pada aplikasi yang akan dijadikan sebagai citra masukan
2.	Melakukan segmentasi citra	Kegiatan ini merupakan kegiatan melakukan segmentasi pada citra lidah
3.	Menyimpan hasil segmentasi	Kegiatan ini dilakukan untuk menyimpan data hasil segmentasi berupa teks

4.3.4 Skenario Use Case

Tabel 18, 19 dan 20 berikut merupakan tabel mengenai skenario *use case*, yakni skenario mengenai menampilkan citra, melakukan segmentasi citra, dan menyimpan hasil segmentasi citra:

Table 18. Skenario Use Case Menampilkan Citra

Identifikasi	
Nomor	001
Nama	Mengakuisisi citra
Tujuan	Proses ini digunakan untuk menampilkan citra pada aplikasi dan menjadikan citra tersebut menjadi citra masukan
Deskripsi	Citra lidah asli ditampilkan pada antarmuka aplikasi
Aktor	User
Skenario Utama	

Kondisi Awal	Sistem aktif	
Aksi Aktor		Reaksi Sistem
1. Menekan tombol <i>'browse'</i>		
		2. Menampilkan <i>open dialog</i>
3. Memilih citra yang akan digunakan sebagai citra masukan		
		4. Sistem akan menampilkan file citra yang telah dipilih
Kondisi Akhir	Citra masukan siap diproses selanjutnya	

Tabel 19 Skenario Use Case Melakukan Segmentasi Citra

Identifikasi		
Nomor	002	
Nama	Melakukan Segmentasi Citra	
Tujuan	Proses ini digunakan untuk mensegmentasi citra lidah menggunakan metode yang diusulkan	
Deskripsi	Citra akan disegmentasi melalui proses ini	
Aktor	<i>User</i>	
Skenario Utama		
Kondisi Awal	Citra masukan siap diproses	
Aksi Aktor		Reaksi Sistem
1. <i>User</i> menekan tombol <i>'find best threshold'</i> untuk melakukan segmentasi citra		
		2. Melakukan segmentasi citra
		3. Sistem akan menampilkan citra yang sebelum dan sesudah segmentasi
Kondisi Akhir	Sistem menampilkan <i>output</i> citra yang telah tersegmentasi	

Tabel 20 Skenario Use Case Menyimpan Hasil Segmentasi Citra

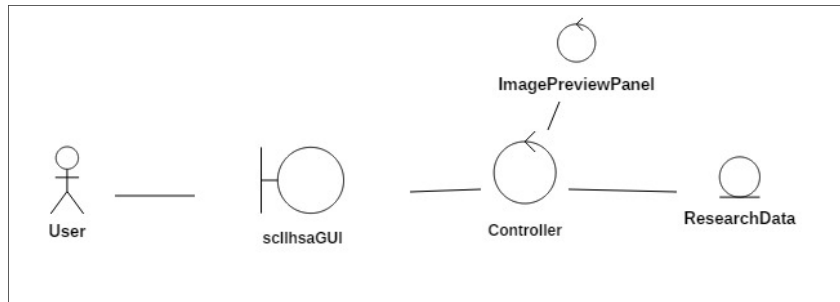
Identifikasi	
Nomor	003
Nama	Menyimpan hasil segmentasi
Tujuan	Proses ini digunakan untuk menyimpan data hasil segmentasi citra
Deskripsi	Data hasil segmentasi citra dapat disimpan
Aktor	<i>User</i>
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Citra telah tersegmentasi dan siap untuk disimpan
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. <i>User</i> menekan tombol 'save'	
	2. Menampilkan <i>Open Dialog</i>
3. Memilih <i>folder</i> tempat menyimpan dan memberi nama data teks yang akan disimpan	
	4. Sistem akan menampilkan pesan bahwa data teks berhasil disimpan
Kondisi Akhir	Data hasil segmentasi berhasil disimpan

4.3.5. Kelas Analisis

Kelas analisis dari sistem yang akan dikembangkan yaitu sebagai berikut:

1. Mengakuisisi citra

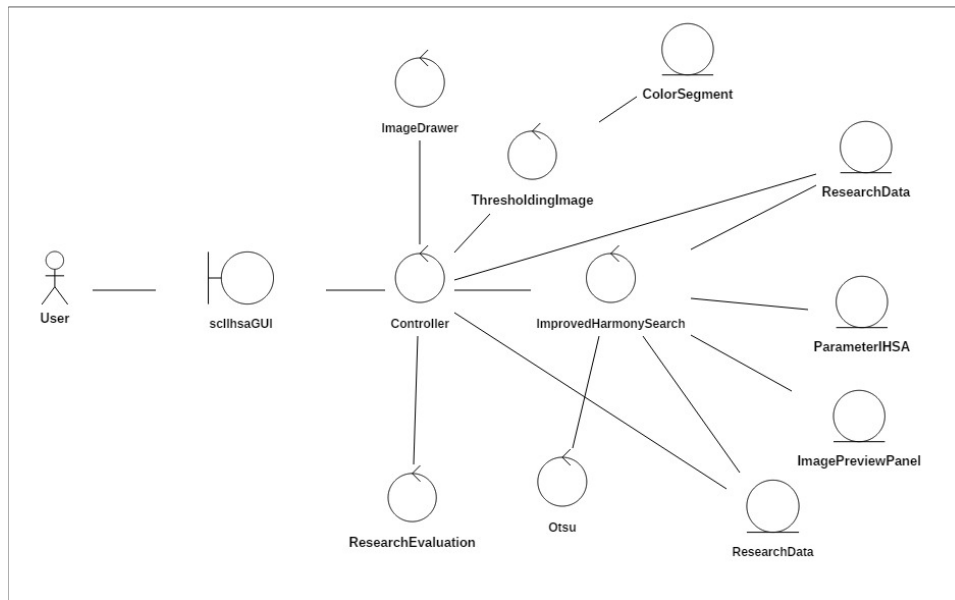
Gambar 11 dibawah ini merupakan kelas analisis mengakuisisi citra pada sistem yang dikembangkan:



Gambar 11 Kelas Analisis Mengakuisisi Citra

2. Melakukan segmentasi citra

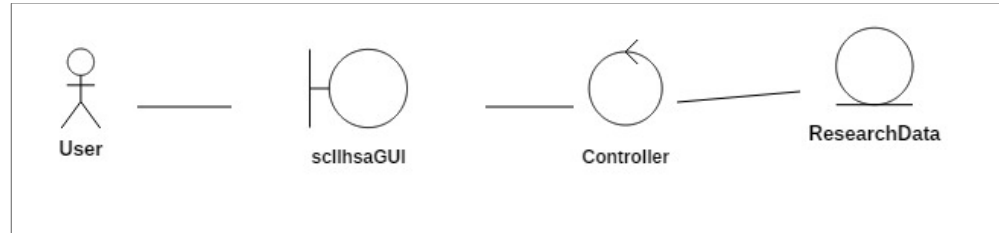
Gambar 12 dibawah ini merupakan kelas analisis melakukan segmentasi citra pada sistem yang dikembangkan:



Gambar 12 Kelas Analisis Melakukan Segmentasi Citra

3. Menyimpan hasil segmentasi

Gambar 13 dibawah ini merupakan kelas analisis menyimpan hasil segmentasi citra pada sistem yang dikembangkan:



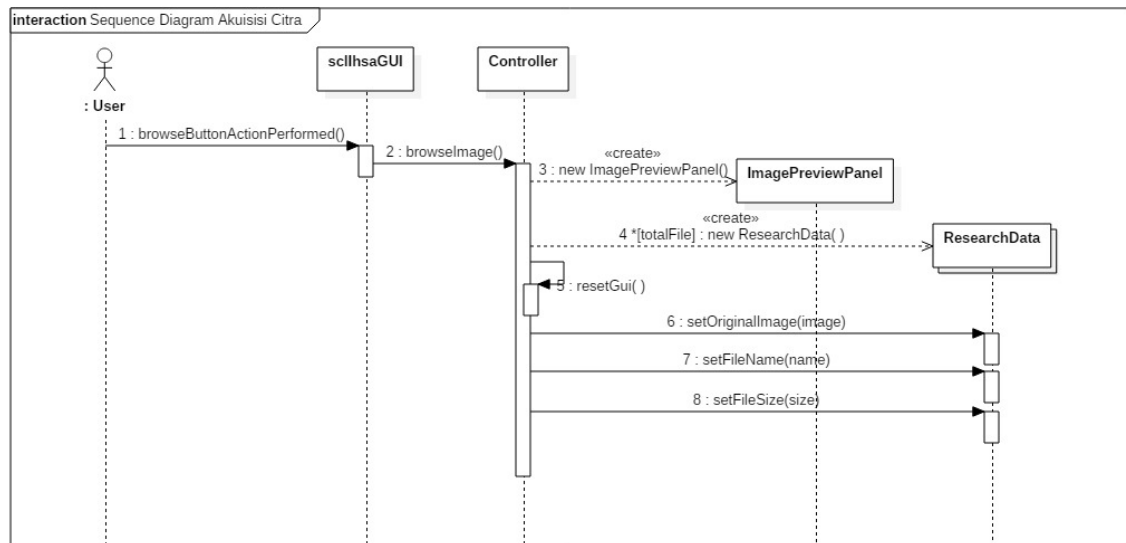
Gambar 13 Kelas Analisis Menyimpan Hasil Segmentasi

4.3.6 Sequence Diagram

Sequence diagram dari sistem yang akan dikembangkan yaitu sebagai berikut:

1. Mengakuisisi citra

Gambar 14 dibawah ini merupakan sequence diagram mengakuisisi citra pada sistem yang dikembangkan:



Gambar 14 Sequence Diagram Mengakuisisi Citra

4.4 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi dari perangkat lunak yang dikembangkan berdasarkan hasil analisis dan perancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya akan dibahas dalam sub-bab ini. Implementasi perangkat lunak meliputi lingkungan implementasi, implementasi kelas, dan implementasi antarmuka.

4.4.1 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi pengembangan perangkat lunak ialah perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan bahasa pemrograman. Perangkat keras yang digunakan pada tahap implementasi ini adalah komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Processor Intel (R) Core (TM) i5 – 6200 U CPU @ 2.30 GHz
- RAM 8GB

Perangkat lunak yang digunakan pada implementasi perangkat lunak ini adalah sebagai berikut:

- *Operating system* Windows 10 64-bit
- Compiler Netbeans IDE 8.2

Bahasa pemrograman yang digunakan pada implementasi perangkat lunak ini adalah Java.

4.4.2 Implementasi Kelas

Kelas-kelas yang telah dirancang pada tahap sebelumnya akan diimplementasikan dengan menggunakan bahasa Java. Tabel 21 di bawah ini menunjukkan daftar implementasi kelas pada penelitian ini.

Tabel 21 Daftar Implementasi Kelas

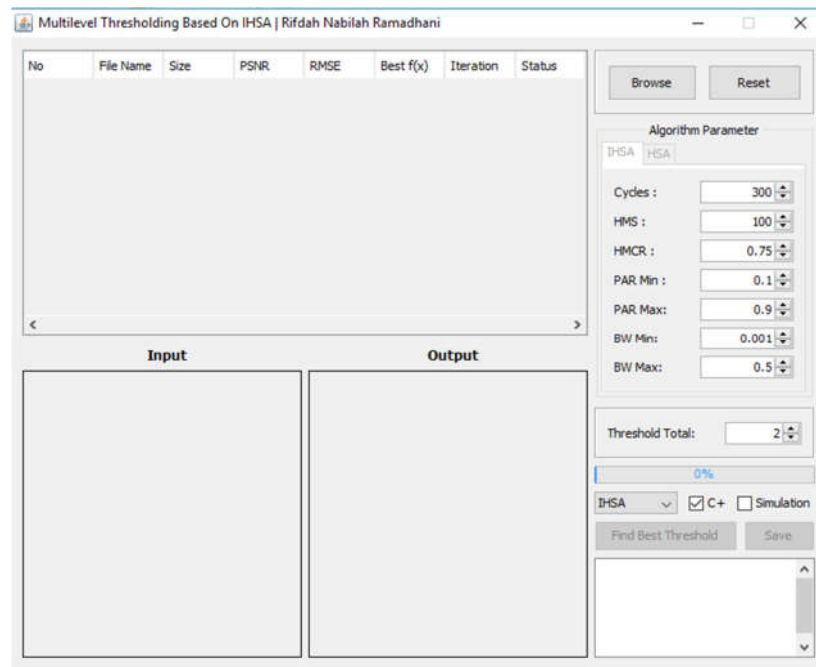
No.	Nama Kelas	Nama File	Keterangan
1.	sclIhsaGUI	sclIhsaGUI.java	Kelas sclIhsaGUI merupakan kelas antarmuka yang dipakai untuk mengolah citra

2.	Controller	Controller.java	Kelas Controller merupakan kelas kontrol yang menjalankan fungsi utama sistem
3.	Improved HarmonySearch	Improved HarmonySearch.java	Kelas Improved HarmonySearch merupakan kelas kontrol yang menangani proses mengenai algoritma perhitungan IHSA
4.	Otsu	Otsu.java	Kelas Otsu merupakan kelas kontrol yang menangani proses mengenai algoritma perhitungan Otsu
5.	ResearchEvaluation	ResearchEvaluation.java	Kelas ResearchEvaluation merupakan kelas kontrol yang menangani proses mengenai evaluasi algoritma yang diusulkan
6.	ThresholdingImage	ThresholdingImage.java	Kelas ThresholdingImage merupakan kelas kontrol yang menangani proses penggambaran citra yang tersegmentasi ke panel

7.	Constant	Constant.java	Kelas Constant merupakan kelas entitas yang menangani proses simulasi
8.	HarmonyMemory	HarmonyMemory.java	Kelas HarmonyMemory merupakan kelas entitas yang menampung informasi mengenai HM
10.	ImageDrawer	ImageDrawer.java	Kelas ImageDrawer merupakan kelas entitas yang menangani proses penggambaran citra
11.	ImagePreviewPanel	ImagePreviewPanel.java	Kelas ImagePreviewPanel merupakan kelas entitas yang menangani tampilan citra
12.	ParameterIHSA	ParameterIHSA.java	Kelas ParameterIHSA merupakan kelas entitas yang menangani mengenai parameter yang terdapat dalam algoritma IHSA
13.	ResearchData	ResearchData.java	Kelas ResearchData merupakan kelas entitas yang menangani mengenai proses data penelitian

4.4.3 Implementasi Antarmuka

Gambar 15 merupakan implementasi antarmuka dari perangkat lunak yang dikembangkan.



Gambar 15 Implementasi Antarmuka

Gambar 15 diatas merupakan tampilan dari antarmuka sistem segmentasi citra dimana terdapat tombol *browse* yang akan digunakan untuk membuka *file* citra yang akan digunakan sebagai masukan. Lalu tombol *reset* apabila *user* ingin membatalkan citra yang telah ia pilih sebelumnya. *Find best threshold* digunakan untuk mulai melakukan proses segmentasi dengan *multilevel thresholding* berbasis IHSA dan *save* untuk menyimpan citra hasil segmentasi.

4.5 Pengujian Perangkat Lunak

Pada sub-bab ini membahas mengenai pengujian dari perangkat lunak berdasarkan hasil dari implementasi pada tahap sebelumnya. Pengujian perangkat lunak meliputi lingkungan pengujian, rencana pengujian, kasus uji, hasil pengujian, dan analisis hasil pengujian.

4.5.1 Lingkungan Pengujian

Lingkungan pengujian perangkat lunak yang dibangun adalah pengujian dengan data sekunder. Pengujian dengan data sekunder diperoleh dari *website Biometric Research* berupa data citra lidah. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat keras yakni komputer dengan spesifikasi yang telah disebutkan pada sub-bab sebelumnya.

4.5.2 Rencana Pengujian

Pada sub-bab ini membahas mengenai rencana pengujian dari *use case* yang telah didefinisikan. Adapun jenis pengujian yang dilakukan untuk keseluruhan *use case* adalah *black box testing*. Tabel dibawah adalah tabel dari rencana pengujian *use case* mengakuisisi citra, melakukan segmentasi citra, dan menyimpan hasil segmentasi.

Tabel 22 Rencana Pengujian Use Case Mengakuisisi Citra

No.	Identifikasi	Pengujian	Jenis Pengujian	Tingkat Pengujian
1	U-1-101	Proses mengakuisisi citra	<i>Black Box</i>	Pengujian Unit

Tabel 23 Rencana Pengujian Use Case Melakukan Segmentasi Citra

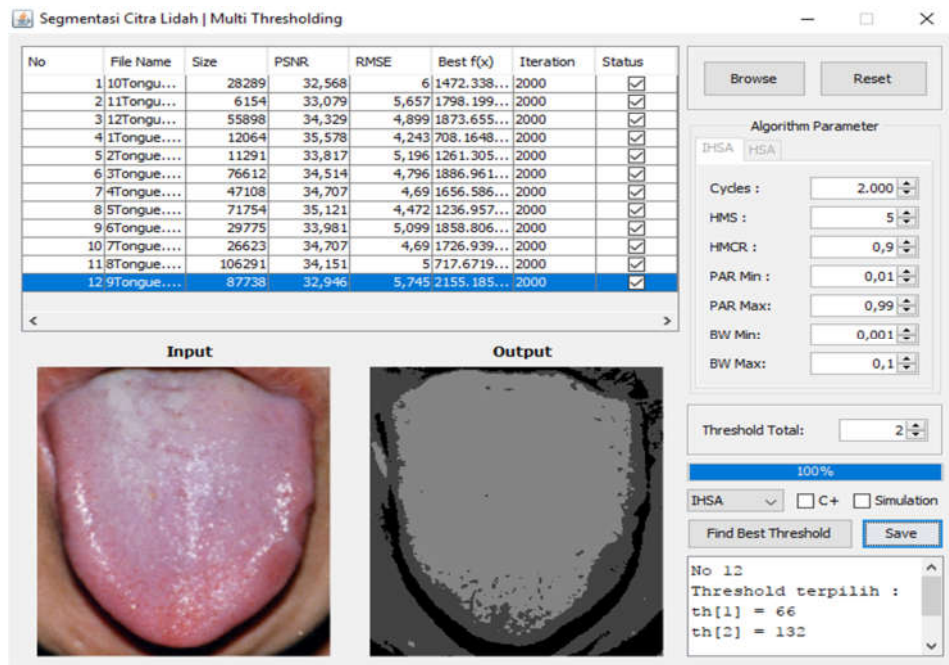
No.	Identifikasi	Pengujian	Jenis Pengujian	Tingkat Pengujian
1	U-1-102	Proses melakukan segmentasi citra	<i>Black Box</i>	Pengujian Unit

Tabel 24 Rencana Pengujian Use Case Menyimpan Hasil Segmentasi

No.	Identifikasi	Pengujian	Jenis Pengujian	Tingkat Pengujian
1	U-1-103	Proses menyimpan hasil segmentasi	<i>Black Box</i>	Pengujian Unit

4.5.3 Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Pada sub-bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa pengujian dilakukan dengan menggunakan citra lidah yang merupakan data sekunder. Pengujian yang dilakukan pada sistem segmentasi citra ini meliputi proses segmentasi citra lidah. Gambar 16 dibawah ini merupakan hasil pengujian *use case* melakukan segmentasi citra.



Gambar 16 Hasil Pengujian Use Case Melakukan Segmentasi Citra

4.6 Analisis Hasil

4.6.1 Analisis Pengujian Segmentasi Citra

Metode *Multilevel Thresholding* berbasis *Improved Harmony Search Algorithm* (IHSA) telah diterapkan pada 12 data citra lidah yang diperoleh dari *website biometric reasearch center*, Hongkong. Citra ini sebelumnya telah pernah digunakan dalam literatur pengolahan citra sebelumnya. Untuk menjaga kompatibilitas dengan karya serupa yang digunakan dalam penelitian, nilai threshold yang digunakan dalam proses pengujian ialah $th=2,3,4,5$. Tabel 25 menunjukkan hasil rata-rata dari penerapan metode yang diusulkan terhadap 12 citra lidah dengan pengujian sebanyak 35 kali.

Tabel 25 Hasil Penerapan Multilevel Thresholding Berbasis Improved Harmony Search Algorithm (IHSA) Terhadap 12 Citra Lidah


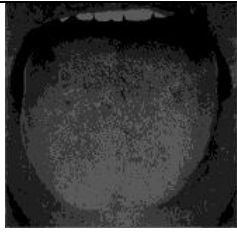
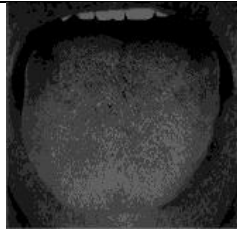
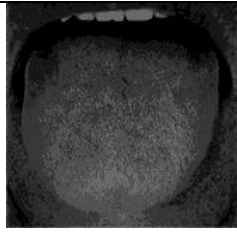


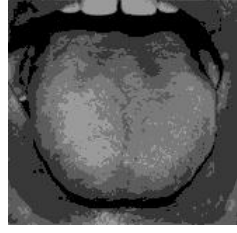
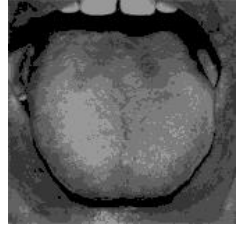
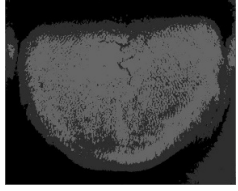
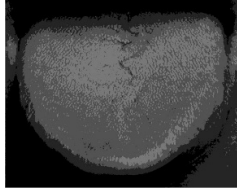
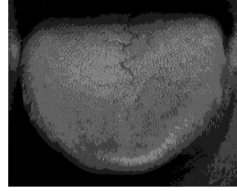
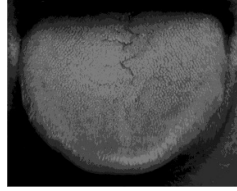

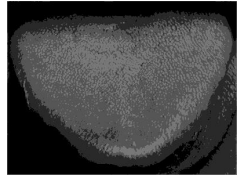
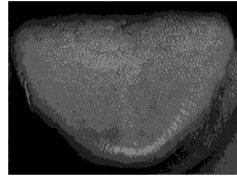
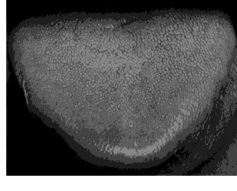

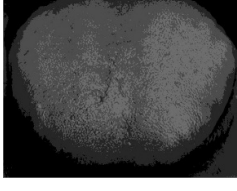


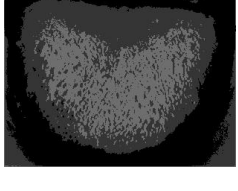
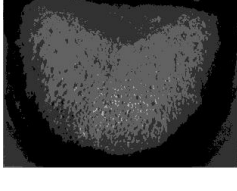

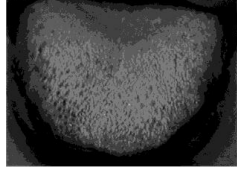
Citra Hongkong	th	PSNR
1	2	35.558
	3	36.074
	4	37.198
	5	38.015
	2	33.745
2	3	34.761
	4	35.482
	5	36.013
	2	34.674
3	3	35.468
	4	36.035
	5	37.138
	2	34.760
4	3	35.657
	4	36.377
	5	37.307
	2	35.109
5	3	36.012

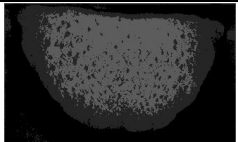
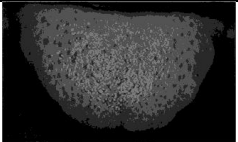
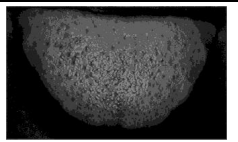
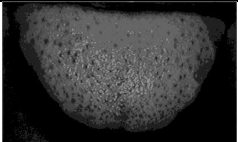
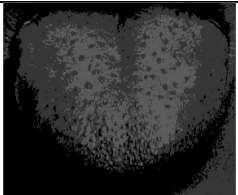
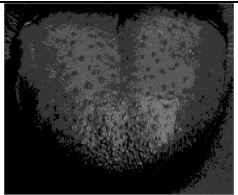
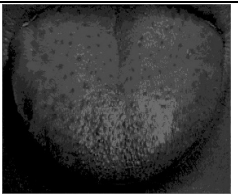

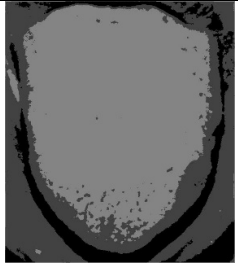
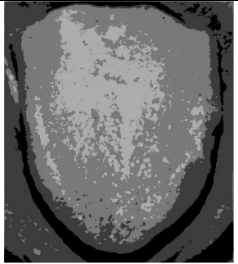
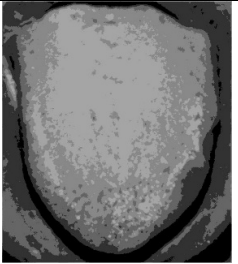
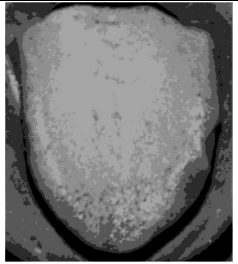
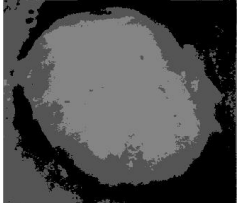
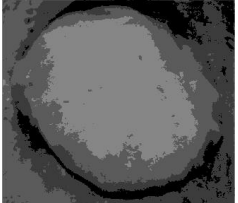
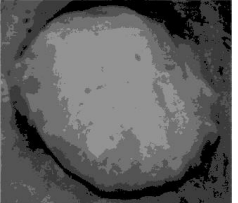
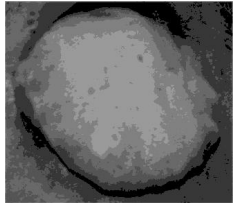

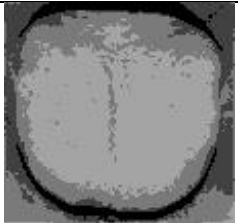
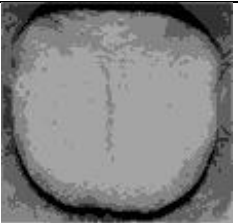
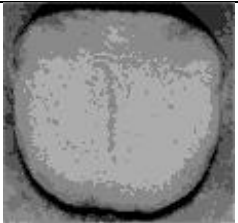

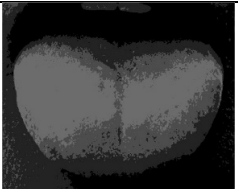
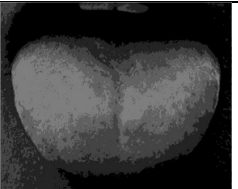
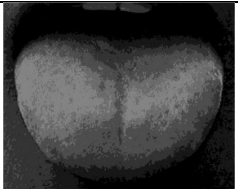
	4	36.806
	5	37.635
	2	33.673
	3	33.822
6	4	34.814
	5	35.560
	2	34.880
	3	35.617
7	4	36.061
	5	37.173
	2	31.992
	3	34.857
8	4	35.754
	5	36.426
	2	32.037
	3	34.279
9	4	35.288
	5	35.936
	2	31.595
10	3	32.908
	4	35.306

	5	35.926
	2	33.115
	3	34.594
11	4	35.653
	5	36.082
	2	34.419
	3	35.444
12	4	36.032
	5	36.981

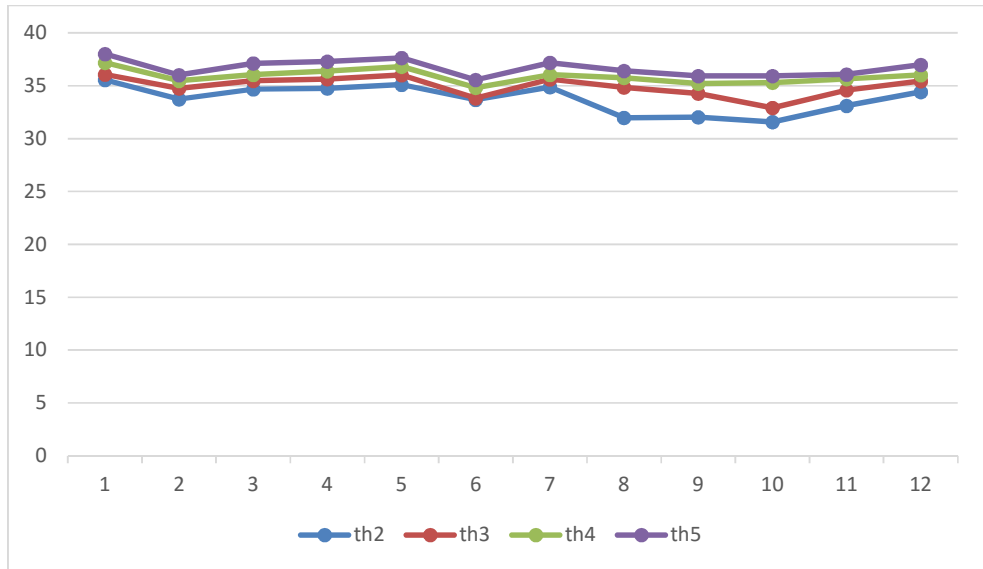
Jika dibandingkan dengan hasil dari penelitian sebelumnya yang telah dipaparkan pada bab tinjauan pustaka maka hasil dari penelitian ini mengalami peningkatan dilihat dari nilai PSNR yang semakin baik. Berdasarkan hasil penerapan *Multilevel Thresholding* berbasis *Improved Harmony Search Algorithm* (IHSA), maka hasil citra lidah yang telah tersegmentasi dengan menggunakan $th=2,3,4,5$ dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26 Hasil Citra Lidah Yang Telah Tersegmentasi

Citra Lidah	th=2	th=3	th=4	th=5
Citra 1				
Citra 2				
Citra 3				
Citra 4				
Citra 5				
Citra 6				

Citra 7				
Citra 8				
Citra 9				
Citra 10				
Citra 11				
Citra 12				

Setelah melihat gambar hasil citra lidah yang telah tersegmentasi, maka pada Gambar 17 berikut dapat dilihat bahwa semakin naik *threshold*, maka nilai PSNR juga akan semakin baik.



Gambar 17 Grafik PSNR 12 Data Citra Lidah Setelah Diterapkan Multilevel Thresholding dan Improved Harmony Search Algorithm (IHSA)

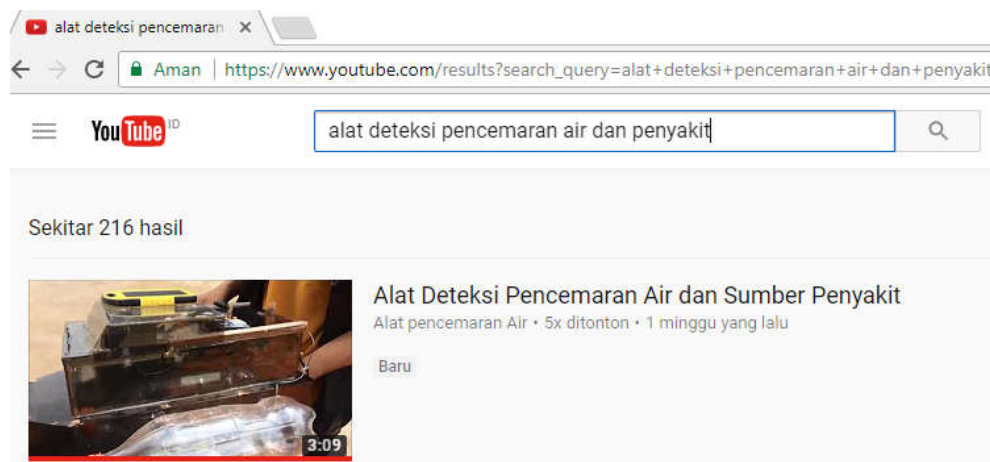
BAB VI. LUARAN YANG DIPEROLEH

6.1. Luaran yang Diperoleh

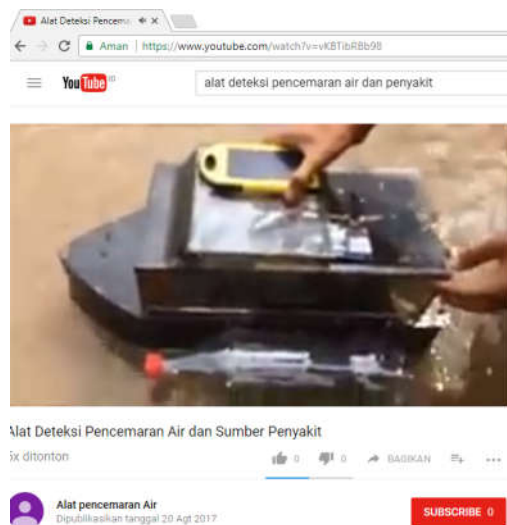
1. Prototipe Alat Sistem Deteksi Dini Penyakit

Prototipe peralatan yang telah dibuat untuk sistem cerdas deteksi dini penyakit yang berbasis mobile android menggunakan 5(lima) sensor yaitu Sensor Suhu, Sensor pH, Sensor Kekeruhan, Sensor Amoniak (NH₃) dan Sensor Carbon Monoksida (CO).

Uji coba dan implementasi peralatan dapat dilihat di youtube dengan link <https://www.youtube.com/watch?v=X4W8dBZabsY> dan gambar 18 dan 19 menunjukkan bukti di youtube dan alat deteksi yang dibuat.



Gambar 18. Bukti Peralatan di upload pada youtube



Gambar 19. Alat Deteksi Pencemaran Air dan Sumber Penyakit

2. Publikasi pada Jurnal Internasional

Sampai saat ini, target luaran penelitian berupa publikasi pada jurnal internasional telah tercapai. Ada 2(dua) publikasi yaitu paper dengan judul ” Weighting Facial Features Extraction using Geometric Average” , telah terbit di jurnal Computer Engineering and Applications, Vol. 6, No. 1, February 2017, terindeks DOAJ. Gambar 20 menunjukkan bukti terbit di jurnal Commengapp yang terindeks DOAJ.

Paper kedua dengan judul “New Optimization Technique for Facial Feature Extraction” telah di submit dan sekarang sedang di review pada jurnal IAENG, International Journal of Computer Science, Hongkong, bukti dapat dilihat pada gambar 21 berikut ini.

Home > Vol 6, No 1 (2017) > Saparudin

117 1 / 5

Computer Engineering and Applications Vol. 6, No. 1, February 2017

Weighting Facial Features Extraction using Geometric Average
Saparudin
*Department of Informatics, Faculty of Computer Science, Universitas Sriwijaya
saparudin@unsri.ac.id*

ABSTRACT
Human facial feature extraction is an important process in the face recognition system. The quality of the results from the extraction of human facial features is determined by the degree of accuracy. The weighting of human facial features is used to test the accuracy of the methods used. This research produces the process of weighting the facial features automatically. The results obtained are the same as those seen by the human eyes.

Keywords: Facial feature extraction, geometric, human face, weighting.

1. INTRODUCTION

[DOWNLOAD THIS PDF FILE](#) [FULLSCREEN](#)

Refbacs
There are currently no refbacks.

ISSN: 2252-4274 (Print) | ISSN: 2252-5459 (Online).
Organized by Universitas Sriwijaya, Kirklareli University and Institute of Advanced Engineering and Science (IAENG)

ComEngApp
CALL FOR PAPERS

USER
Username
Password
 Remember me
[Log In](#)

DOC Journal Template

ProQuest
EBSCO
crossref
DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

Gambar 20. Bukti Paper yang terbit di Jurnal Commengapp, terindeks DOAJ



erwin unsri <erwin@unsri.ac.id>

Acknowledgment of manuscript submission for the IAENG International Journal of Computer Science

2 pesan

IAENG Journal - IJCS <ijcs@iaeng.org>
Kepada: erwin@unsri.ac.id

18 Juli 2017 09:29

Dear Sir/Madam,

--- Acknowledgment of manuscript submission for the IAENG International Journal of Computer Science ---

Thank you for your manuscript submission. The manuscript has been assigned manuscript number, IJCS_2017_07_17b, of title [New Optimization Technique for Facial Feature Extraction].

You need to check the publication ethics and publication malpractice statement available at http://www.iaeng.org/IJCS/doc/publication_ethics.html

And it will be sent to our reviewer in the related field. During the reviewing process, if the reviewer decides that the manuscript should be accepted with major revision or rejected, we will usually arrange another reviewer for reviewing the manuscript to check if the reviewing results are consistent.

We will contact you again once we have received the reviews. The average acceptance rate of the regular research papers in our journal is less than 10%. This reviewing process is to ensure the quality of the accepted papers in our journal, and we are looking forward to your understanding. It is our target that the reviewing period for each submitted manuscript is about three months.

The average review time is three months. Suppose you has not got the review result by three months after getting the acknowledgement email, you are welcome to make the paper status enquiry with the manuscript number, IJCS_2017_07_17b.

If you have any question, you are welcome to tell us.

Best regards,

Joan Mok
Assistant Secretary
IAENG International Journal of Computer Science
Email: ijcs@iaeng.org
<http://www.iaeng.org/IJCS>

IAENG Secretarial
International Association of Engineers
Unit 1, 1/F, 37-39 Hung To Road, Hong Kong

Gambar 21. Bukti Submit dan Under Review pada Jurnal IAENG: International Journal of Computer Science

3. Pemakalah pada Konferensi Internasional

Ada 2(dua) international conference, yaitu ICECOS 2017 dan IMECS 2018. ICECOS 2017 telah dilaksanakan tanggal 22-23 Agustus 2017, dengan bukti proseding dapat dilihat pada gambar 22. Sedangkan untuk IMECS 2018, paper telah dinyatakan diterima. Bukti accepted paper disajikan pada gambar 23 di bawah ini.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE (ICECOS 2017)

Multi-Object Face Recognition Using Content Based Image Retrieval

Muhammad Fachrurrozi¹, Saparudin², Erwin³, Anggina Primanita⁴,
Clara Fin Badillah⁵, Junia Erlina⁶, Auzan Lazuardi⁷

^{1,2,4,5,6,7} Informatics Engineering Department,

³ Computer Engineering Department,
Faculty of Computer Science, Universitas Sriwijaya,
Indralaya, Indonesia

¹ E-mail: mfachrz@unsri.ac.id, ² E-mail: saparudin@unsri.ac.id, ³ E-mail: erwin@unsri.ac.id,
⁴ E-mail: anggina.primanita@ilkom.unsri.ac.id, ⁵ E-mail: clara.finb21@gmail.com @unsri.ac.id,
⁶ E-mail: juniaerlinaa@gmail.com @unsri.ac.id, ⁷ E-mail: auzanlazuardi@gmail.com @unsri.ac.id,

Abstract— Real-time face recognition system process divided into three steps, feature extraction, clustering, detection, and recognition. Each step uses a different method that is Local Binary Pattern (LBP), Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) and Euclidean Distance. Content Based Image Retrieval (CBIR), an image searching techniques based on image feature, is implemented as the searching method. Based experiments and the testing result, recall and precision values are 65.32% and 64.93% respectively.

Hierarchical Clustering algorithm implemented as a clustering method because it can improve the speed and accuracy of image matching in CBIR [3] [4]. In addition, Agglomerative Hierarchical Clustering methods used in this face recognition system are Single Linkage, Complete Linkage, and Average Linkage.

Euclidean distance accuracy to search the minimum distance between test image and training image from

Gambar 22. Bukti Proseding Pemakalah pada ICECOS 2017



erwin unsri <erwin@unsri.ac.id>

Review result for the manuscript submissions in IMECS 2018

1 pesan

IAENG Conference - IMECS <imecs@iaeng.org>

9 Agustus 2017 06:06

Kepada: erwin@unsri.ac.id, sapanudinmasyarif@gmail.com, sapanudin1204@yahoo.com

Dear Dr. Erwin Unsri,

[Review result for the manuscript submissions in IMECS 2018]

Thanks for your submission to the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2018 (IMECS 2018). It is our pleasure to tell you that your manuscript

- paper number: ICCS_5
 - title: Performance Analysis of Comparison between Region Growing, Adaptive Threshold and Watershed Methods for Image Segmentation

has been accepted after peer-review for oral presentation in IMECS 2018. Please read the attached review report.

There is an appeal system that we will arrange two other reviewers for your submitted paper if you do not agree with the grading or comment(s) in this review.

For the accepted and registered papers, they will be included in the conference proceeding published by IAENG (ISBN: 978-965-14047-8-7) in handcopy. The length of each camera-ready paper will be limited to 8 (IEEE style, double-column) pages. Each conference participant will be entitled to one proceeding at the conference. The accepted papers will also be considered for further publication, e.g. in the special issues of the IAENG journals and in edited book. The proceeding will be indexed in major database indexes so that it can be assessed easily.

Important Dates:

Camera-Ready Papers Due & Registration Deadline: 10 January, 2018

IMECS 2018: 14-18 March, 2018

The details about the registration are available at:
 (Early registration is up to 2 October 2017)
<http://www.iaeng.org/IMECS2018/registration.html>

Gambar 23. Bukti Submit Paper di IMECS 2018

4. Penerbitan Buku Ajar

Buku ajar yang dihasilkan pada penelitian ini terdiri atas (Gambar 24):

- a. Buku dengan judul “Pengolahan Citra Digital dan Aplikasi dengan JAVA”, penulis Sapanudin, penerbit UPT. Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya, Cetakan Pertama Desember 2016, ISBN: 979-587-638-4.
- b. Buku dengan judul “Pemrosesan Citra Berwarna & Aplikasi dengan JAVA”, penulis Erwin dan M. Fachrurrozi, penerbit UPT. Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya, Cetakan Pertama, Februari 2017, ISBN: 979-587-655-4.



Gambar 24. Buku Ajar yang dihasilkan

6.2. Rencana Penelitian Tahun Berikutnya

Selanjutnya, rencana penelitian tahun berikutnya yaitu memperbaiki perangkat lunak dan perangkat keras, melakukan pengujian secara klinis dan akademis, mengintegrasikan sistem, mengajukan usulan hak cipta.

BAB VII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan Sistem Cerdas Deteksi Dini Penyakit Berbasis Mobile Berdasarkan Perubahan Citra Digital sebagai Media Penunjang Layanan Kualitas Sumberdaya Masyarakat dapat disimpulkan:

1. *Multilevel Thresholding* berbasis *Improved Harmony Search Algorithm* (IHSA) telah berhasil diimplementasikan untuk melakukan segmentasi citra
2. *Multilevel Thresholding* berbasis IHSA berhasil menunjukkan hasil yang lebih baik daripada hasil dari penelitian sebelumnya yakni dengan PSNR lebih ≥ 30 dB

REFERENSI

- Basuki, Achmad. 2006. *Pengenalan Angka Melalui Tulisan Tangan*. PENS-ITS, Surabaya
- Corwin, Elizabeth J. 2009. *Buku Saku Patofisiologi*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Erwin, Muhammad Fachrurrozi, Rossi Passarella dan Annisa Darmawahyuni, 2013. *Identifikasi Gangguan Usus Besar Berdasarkan Citra Iris Mata Menggunakan Metode Naïve Bayes*. Seminar Nasional Matematika, Sain dan Teknologi Tahun 2013, Jakarta
- Erwin, Rossi P, 2014, *Teknik Bayesian Network pada pengolahan citra untuk identifikasi*, Proseding SNaPP 2014 Sain, Teknologi dan Kesehatan, Bandung
- Fachrurrozi, M dan M. Mujtahid. 2015. *Iris Image Recognition Based on Independent Component Analysis and Support Vector Machine*. Telkomnika, Vol. 13 No. 2
- Friedman N, Linial M, Nachman I, Pe'er D .2000. *Using bayesian network to analyze expression data*. Comput Biol 7:601–620
- Gamez, J.A, J.L. Mateo, J.M. Puerto. 2011. *Learning Bayesian Networks by Hill Climbing: Efficient Methods Based on Progressive Restriction of The Neighborhood*, Data Mining Knowledge Disc,22:106:148
- Gámez JA, Puerta JM .2005. *Constrained score+(local)search methods for learning bayesian networks*.In: 8th European conference on symbolic and quantitative approaches to reasoning with uncertainty (ECSQARU-05). LNCS, vol. 3571, pp 161–173
- Gat-Viks, I, A. Tanay, D. Rajzman and R. Shamir. 2006. *A Probabilistic Methodology for Integrating Knowledge and Experiments on Biological Network*, Vol. 13. No. 2, Pp 115-181
- Helman, P, R. Veroff, S.R. Atlas and C. Willman. 2004. *A Bayesian Network Classification Methodology for Gene Expression Data*, Journal of Computational Biology, Vol 11 No. 4, Pp 581-615
- Jensen, B.. 1980, *Iridology Simplificated*, Bernard Jensen Enterprises CA 92025, California
- Jiang, Liangxiao et al. 2005. *Learning Tree Augmented Naive Bayes for Ranking*. University of Geosciences Wuhan, China and University of New Brunswick, Canada.
- Nkole, Ifeany Ugbaga., Sulong, Ghazali., and Saparudin, 2014, *Orientation Angle-based 2D Ear Recognition System*, Jurnal Teknologi, Vol. 69 No. 6
- Nkole, Ifeany Ugbaga., Sulong, Ghazali., and Saparudin, 2012, *An Enhanced Iris Segmentation Algorithm using Circle Hough Transform*, 2nd Basic Science International Conference, Malang
- Pramono, M. 2006. Aplikasi Metode Backpropagation untuk Pengenalan Perubahan Abnormal Organ Pankreas melalui Iris Mata, SNATI 2006. Yogyakarta
- Radistya, P. A. A. Rizal, M.S Mubarak. 2012. *Klasifikasi Kanker Usus Besar menggunakan Metode GLCM dan JST Backpropagation*. Jurnal Elektro, Vol 5 No. 2:125-132
- Rivai, Haryanti. 2005, *Pengenalan Ciri-Ciri Tekstur Kecatatan Kain Sutera dengan Menggunakan Metode Gaussian Markov Random Field dengan Klasifikasi SOM-Kohonen*, ITS, Surabaya
- Rochmad, M. 2009. *Identifikasi Kerusakan Pankreas Melalui Iridology Menggunakan Metode Bayes Untuk Pengenalan Diabetes Mellitus*. Makalah Seminar Nasional Informatika 2009 (semnasIF 2009). Yogyakarta
- Rossi Passarella, Erwin, M. Fachrurrozi dan Sutarno, 2013, *Development of Iridology System Database for Colon Disorders Identification using Image Processing*. Indian Journal of Bioinformatics and Biotechnology (IJBB), Vol 2(6):100-103

- Saparudin, Sulong G and Saleh, M. Ahmed, 2014, *Multi Facial Blurring using Improved Henon Map*, Jurnal Telkomnika, Vol 12 No. 4
- Saparudin dan Ramadhan, Edvin., 2010, *Identifikasi Kelainan Jantung menggunakan Pola Citra Digital Elektrodiogram*, Jurnal Generic, Vol. 5 No. 1
- Saparudin and Abdiasyah, 2010, *Fingerprint Classification using Region Partition*, Proceeding ICICCA, Bangalore, India
- Supatman, E. Mulyanto dan M. H. Purnomo, 2007, *Identifikasi Tekstur Citra Lidah dengan Metode Gaussian Markov Random Field untuk Deteksi Dini Penyakit Tifoid*, Proceeding SITIA 2007 ITS, Surabaya
- WenChen X, Anantha G, Lin X.2008. *Improving Bayesian network structure learning with mutual information-based node ordering in the k2 algorithm*. IEEE Trans Knowl Data Eng 20(5):628–640
- Witten IH, Frank E.2005. *Data mining: practical machine learning tools and techniques*, 2nd edn. MorganKauffmann, San Francisco
- Wong ML, Leung KS.2004. *An efficient data mining method for learning Bayesian networks using anevolutionary algorithm-based hybrid approach*. IEEE Trans Evol Comput 8(4):378–404