

Simulasi Deteksi Tonsilitis Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berdasarkan Warna dan Luasan pada Tonsil

Sang Made Lanang Prasetya¹, Achmad Rizal², I Nyoman Apraz Ramatryana³

Abstract— Tonsillitis or known as tonsils is a medical condition characterized by inflammation of the tonsils, causing sore throat, difficulty swallowing, fever, and in certain cases can lead to heart attack or pneumonia. Doctors diagnose tonsillitis in a visual way, see tonsil inflammation and assess subjectively. This study designed a tool to calculate the area of inflamed areas that can be used to help doctors diagnose tonsillitis. Tonsils image processed on the red layer to quantify the extent of tonsils. Furthermore, the red area was calculated as area of inflammation. In next stage, find the feature extraction using histogram analysis to find the distribution of image intensity levels. The results were classified using k-Nearest Neighbor (k-NN). From 64 datas which consists of 32 normal and 32 tonsillitis, a system can reach 90,625% accuracy rate. This value is achieved at the cityblock distance measurement and $k = 1$.

Intisari—Tonsilitis atau yang lebih dikenal dengan amandel merupakan suatu kondisi medis yang ditandai dengan adanya peradangan pada tonsil, yang menyebabkan sakit tenggorokan, kesulitan menelan, demam, dan untuk kasus tertentu dapat memicu terjadinya serangan jantung atau pneumonia. Dokter mendiagnosis tonsilitis dengan cara visual, melihat tonsil dan menilai peradangan yang terjadi secara subjektif. Pada penelitian ini dirancang suatu alat bantu untuk menghitung luasan daerah yang mengalami peradangan sehingga bisa digunakan untuk membantu dokter mendiagnosis tonsilitis. Citra tonsil diolah pada layer merahnya untuk dihitung luasan tonsilitisnya. Selanjutnya dihitung area merah sebagai daerah peradangannya. Pada tahap berikutnya dilakukan ekstraksi ciri menggunakan analisis histogram untuk mencari persebaran level intensitas citra. Kemudian hasilnya diklasifikasi menggunakan k-Nearest Neighbor (k-NN). Dari data sebanyak 64 yang terdiri dari 32 tonsil normal dan 32 tonsil dengan tonsilitis, sistem yang dibangun mampu mencapai tingkat akurasi 90,625%. Nilai ini dicapai pada pengukuran jarak *cityblock* dan $k=1$.

Kata Kunci—deteksi, tonsilitis, tonsil, histogram, ROI, k-NN

I. PENDAHULUAN

Tonsilitis adalah suatu peradangan pada tonsil (atau biasa disebut amandel) yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, namun hampir 50% kasus tonsilitis disebabkan karena infeksi bakteri streptokokkus [1].

Sedangkan tonsil merupakan kelenjar getah bening di mulut bagian belakang (di puncak tenggorokkan) yang berfungsi untuk membantu menyaring bakteri dan mikroorganisme lainnya sebagai tindakan pencegahan terhadap infeksi [1].

Tonsilitis merupakan salah satu penyakit yang paling umum ditemukan di masyarakat. Angka kejadian tertinggi terutama antara anak-anak dalam kelompok usia antara 5 sampai 10 tahun dan dewasa berumur di atas 45 tahun yang mana radang tersebut merupakan infeksi dari berbagai jenis bakteri [2]. Dan berdasarkan data epidemiologi penyakit THT di 7 provinsi (Indonesia) pada tahun 1994-1996, prevalensi tonsilitis kronik tertinggi setelah nasofaringitis akut (4,6%) yaitu sebesar 3,8% [3].

Masyarakat masih sangat awam mengenai penyakit ini, padahal tonsilitis merupakan salah satu penyebab utama serangan jantung dan pneumonia [4]. Dan diagnosis yang dilakukan oleh dokter saat ini masih dilakukan dengan cara langsung mengecek pada rongga mulut pasiennya, padahal saat menderita tonsilitis pasien akan merasa sangat kesakitan apabila diminta untuk membuka rongga mulut, terlebih lagi dengan waktu yang cukup lama [2]. Proses diagnosis dilakukan secara visual dan hasil yang subjektif tergantung dari keahlian dokter. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat membantu dan mempermudah dokter dalam mendiagnosis dan menjelaskan pada pasien mengenai penyakit tonsilitis ini.

Tonsilitis dapat dideteksi dengan mengetahui karakteristik yang terlihat pada tonsil, karakteristik yang paling mudah dapat dilihat adalah terjadinya perubahan warna (kemerahan) pada daerah tonsil dan sekitarnya serta luas pembengkakan pada tonsil [5]. Dengan menggunakan teknik pengolahan citra, karakteristik dari tonsillitis bisa dianalisis secara otomatis. Dengan demikian penilaian secara subjektif bisa dikurangi.

Beberapa penelitian pendeteksian tonsilitis dengan memanfaatkan pengolahan citra digital telah dilakukan. Deteksi tonsilitisnya menggunakan metode transformasi fourier 2D dan *ellips hough transform* sebagai ekstraksi ciri serta metode *fuzzy logic* dan *neural network* sebagai metode klasifikasinya[4][6]. Pada penelitian tersebut, dilakukan banyak transformasi untuk mengolah citra tonsil. Hal ini akan meningkatkan kompleksitas dalam komputasi sehingga memakan waktu yang cukup lama. Untuk itu pada penelitian ini akan dicoba unuk mengembangkan metode yang lebih sederhana sehingga lebih mudah diimplementasikan

Pada penelitian ini, citra tonsil diambil bagian *red layer*-nya dari format citra RGB (*Red, Green, Blue*) yang kemudian dilakukan *masking* untuk memperoleh daerah ROI (*Region of Interest*) tonsil yang diperoleh dari hasil *pre-processing* pada citra tonsil. Kemudian dicari level intensitasnya dengan analisis histogram sebagai ekstraksi cirinya. Dan proses klasifikasinya dibedakan menjadi dua kelas yaitu normal dan

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Telekomunikasi Fakultas Elektro Universitas Telkom, Jln. Telekomunikas N0.1, Terusan Buah Batu, Bandung 40257, Jawa Barat INDONESIA (telp:+62227564108; fax:+62227565200; e-mail: lanang.tt08@gmail.com)

^{2,3}Dosen, Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Telekomunikasi Fakultas Elektro Universitas Telkom, Jln. Telekomunikas N0.1, Bandung 40257, Jawa Barat INDONESIA (telp:+62227564108; fax:+62227565200; e-mail: achmadrizal@telkomuniversity.ac.id, ramatryana@telkomuniversity.ac.id)

tonsilitis. Metode klasifikasi yang digunakan adalah metode klasifikasi k-NN yang kemudian dilakukan pengaturan parameter ketetanggaan (k) dan rumus aturan jarak sehingga diperoleh hasil akurasi yang paling maksimum yang nantinya akan digunakan dalam sistem akhir. Konsep dasar dari ekstraksi ciri akan dijelaskan lebih dalam di bagian II. Kemudian bagian III akan menjelaskan sistem dan metode yang digunakan. Eksperimen dan hasil sistem akan dijelaskan di bagian IV. Dan terakhir diskusi dan kesimpulan akan ada di bagian V dan bagian VI.

II. ANALISIS MASALAH DAN KONSEP DASAR EKSTRAKSI CIRI

Gbr.1 merupakan foto rongga mulut dengan tonsil normal. Ukuran tonsilnya relatif kecil dan terletak di rongga mulut bagian tengah dekat leher bagian dalam. Warnanya relatif seragam dengan warna keseluruhan rongga mulut. Gbr. 2 yang merupakan foto tonsilitis, terlihat terdapat perbedaan warna yang muncul pada tonsil jika dibandingkan dengan keseluruhan rongga mulut dan terjadi pembengkakan pada tonsil. Warna putih kekuning-kuningan yang muncul di tonsil merupakan eksudat yang menyerupai membran akibat dari bakteri yang berkembang [7].



Gbr. 1 Tonsil normal



Gbr. 2 Tonsilitis

Dari perbandingan Gbr.1 dengan Gbr. 2 dapat disimpulkan bahwa ciri yang dapat digunakan dalam proses deteksi adalah melalui level warna (warna merah) dan luas pembengkakan pada tonsil. Dalam proses pengolahan citra digital, bagian level merah pada citra tonsil dapat diperoleh dari pengambilan komponen warna merah yaitu dengan proses pengambilan *red layer*-nya dari format citra awal yaitu format RGB (*Red, Green, Blue*) dan perlu diperhatikan warna yang terlihat oleh mata pada citra *red layer* adalah warna berarab keabuan karena yang diambil adalah komponen warna merahnya. Dan luas pembengkakan tonsil dapat diperoleh dengan melakukan proses *masking* sehingga diperoleh daerah ROI (*Region of interest*) tonsil. Daerah yang dijadikan ROI adalah daerah yang berada di dalam lingkup pembengkakan tonsil dimana bagian lidah dan rongga dalam mulut diubah menjadi warna hitam dengan proses *masking*. Dimana semakin besar pembengkakan tonsil maka luas ROI yang dianalisis nantinya

akan semakin besar. Kemudian dilakukan proses analisis histogram untuk memperoleh level persebaran warna keabuan citra.

III. METODOLOGI

A. Sistem

Gbr. 3 menjelaskan langkah pertama yang dilakukan dalam proses pembuatan sistem yaitu pengambilan data citra digital tonsil yang akan dimasukkan ke dalam basis data ataupun data pengujian sebagai acuan untuk mendeteksi tonsilitis. Fungsi dari *smartphone* adalah sebagai perekam gambar/foto rongga mulut agar sistem lebih mudah diimplementasikan karena mengingat penggunaan *smartphone* sudah sangat familiar di kalangan masyarakat dibanding harus membeli dan menggunakan *webcame*.



Gbr. 3 Sistem perekaman dan pendeteksian tonsilitis

Proses pengambilan foto tonsil normal dilakukan langsung menggunakan *smartphone*. Jarak foto antara *smartphone* dan tonsil kurang lebih sekitar 8-10 cm, dan pengaturan pencahayaan dilakukan secara otomatis oleh kemampuan *autofocus* dan *flash* pada *smartphone*. Kemudian foto-foto tersebut diverifikasi oleh dokter spesialis THT (Telinga, Hidung, dan Tenggorokan).

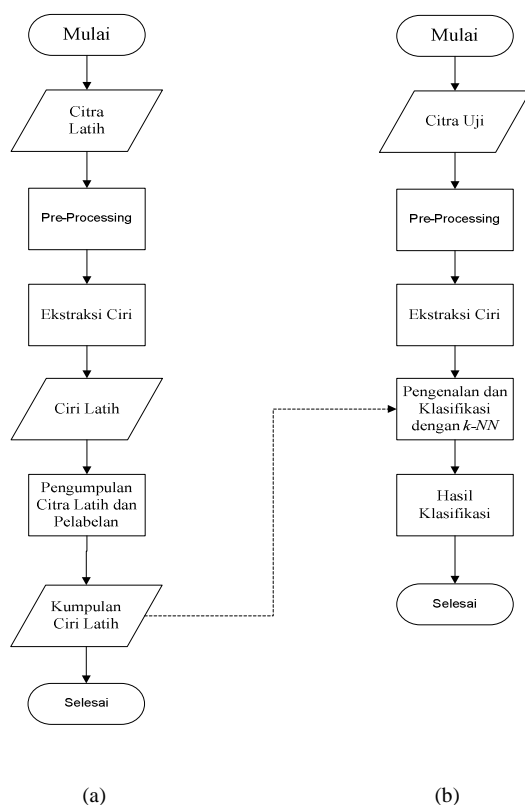
Dan kondisi perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL I
KONDISI EKSPERIMEN

No.	Perangkat	Spesifikasi	Ket. Perangkat
1.	Model sistem	Aspire one happy	Keras
2.	<i>Processor</i>	Intel(R) Atom(TM) CPU N570 @1.66 GHz 1.67GHz	Keras
3.	<i>Memory</i>	2 GB	Keras
4.	<i>Operating System</i>	Windows Sistem 7 Ultimate 32-bit (6.1, Build 7600)	Lunak
5.	<i>Programming Tool</i>	MATLAB 7.8.0 (R2009a)	Lunak
6.	<i>Croping Tools</i>	Microsoft Office Picture Manager	Lunak
7.	Camera Samsung Galaxy W i8150	5 MP, 2592 x 1944 piksels, <i>autofocus</i> , LED <i>flash</i>	Keras

B. Metodologi

Berdasarkan konsep dasar yang telah disampaikan di bagian II, tahapan-tahapan penelitian ini dapat dijelaskan seperti yang terlihat pada Gbr.4.



Gbr. 4 Diagram alir proses identifikasi citra latih (a) dan citra uji (b)

Pada Gbr. 4 diagram alir (a) merupakan diagram alir untuk memperoleh basis data ciri yang nantinya akan digunakan sebagai data ciri pembandingan, sedangkan diagram alir (b) merupakan proses pengujian yang akan dibandingkan dengan data pada basis data. Berikut adalah penjelasan umum mengenai diagram alir pada Gbr. 4 :

1) Akuisisi citra, proses mengakuisisi data citra kedalam sistem yang telah dibuat. Baik pada saat sistem di data latih ataupun di data uji. Data-data foto tonsilitis diperoleh dari situs web *tonsillitispicture.com* dimana semua gambar yang digunakan di situs tersebut tersedia di berbagai tempat di internet dan diyakini berada di domain publik. Dan data-data tonsil normal diperoleh dengan memfoto langsung menggunakan *smartphone* pada 18 orang yang terdiri dari 9 orang berjenis kelamin perempuan dan 9 orang laki-laki. Dan diambil 2 buah foto tonsil untuk tiap orangnya. Total data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 74 data citra tonsil yang dibagi menjadi 10 data latih dan 64 data pengujian yang terdiri dari setiap kelasnya (setengah kelas tonsil normal dan setengah lagi tonsilitis) baik untuk data latih dan data ujinya. Dan data-data tersebut telah diverifikasi kebenarannya oleh dokter spesialis THT.

2) *Pre-processing*, Pada tahap ini dilakukan proses *resize* keukuran 256x342 piksel agar ukuran semua data menjadi seragam. Kemudian dilakukan pengambilan *red layer* dari format warna RGB karena warna dominan di rongga mulut

adalah warna merah yang kemudian diubah kedalam bentuk citra biner (hitam dan putih) agar proses morfologi (menghilangkan *noise* citra) serta *labeling* untuk memperoleh *mask* dapat dilakukan dengan mudah. Setelah memperoleh *mask* kemudian dilakukan *masking* pada citra *red layer* agar diperoleh daerah ROI.

3) Ekstraksi ciri, Pada paper ini proses ekstraksi cirinya menggunakan metode analisis histogram untuk memperoleh level keabuan yang ada pada citra *red layer* yang telah di-*masking*. Hasil ekstraksi cirinya adalah berupa vektor ciri dari ketinggian level keabuan sebanyak 256 data ciri untuk setiap foto tonsil (karena citra yang digunakan berformat 8 bit). Sebelum dicari nilai-nilai ekstraksi cirinya pertama-tama dilakukan pemisahan data menjadi dua kelas yaitu kelas tonsil normal dan kelas tonsilitis berdasarkan verifikasi dari dokter spesialis THT. Kemudian data ciri masing-masing kelasnya yang diperoleh pada proses pelatihan dikumpulkan terlebih dahulu sebagai basis data yang nantinya akan digunakan sebagai acuan pembandingan dengan hasil ekstraksi ciri dari proses pengujian.

4) Klasifikasi, proses klasifikasi hanya dilakukan pada proses pengujian, dimana hasil ekstraksi ciri yang diperoleh dari data pengujian dibandingkan dengan data pada kedua kelas yang telah menjadi basis data. Karena metode klasifikasi yang digunakan menggunakan metode k-NN maka dilakukan proses pengaturan parameter ketetanggaan (k) dan penggunaan rumus jarak sampai diperoleh hasil akurasi yang paling maksimum. Jarak terdekat dengan basis data suatu kelas yang diperoleh akan dijadikan sebagai acuan penentu data uji tersebut akan termasuk kejenis kelas mana begitu juga hasil yang akan dikeluarkan. Klasifikasi k-NN mempunyai dua langkah, yaitu [8] :

1. Menentukan tetangga – tetangga terdekat dari data tersebut.
2. Menentukan kelas dari masing – masing tetangga terdekat tersebut.

Penentuan kelas dilakukan dengan voting mayoritas sederhana yaitu dengan membandingkan jumlah kelas dalam sejumlah k data terdekat dengan data uji. Ukuran kedekatan data diuji dengan rumus jarak. Berikut adalah rumus jarak yang akan digunakan [8]:

1. *Euclidean Distance*, dengan rumus :

$$L(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^d (X_i - Y_i)^2} \quad (1)$$

2. *City block* atau *manhattan distance*, dengan rumus :

$$L(X, Y) = \sum_{i=1}^d |X_i - Y_i| \quad (2)$$

3. *Correlation*, dengan rumus :

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i) (x_{jk} - \bar{x}_j)}{(\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{jk} - \bar{x}_j)^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (3)$$

dimana, $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik}$ dan $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{jk}$

4. *Cosine*, dengan rumus :

$$\cos(d_i, d_j) = \frac{\sum_k a_{i,k} \cdot a_{j,k}}{\sqrt{\sum_k a_{i,k}^2} \sqrt{\sum_k a_{j,k}^2}} \quad (4)$$

Dimana :

- $L(X,Y)$ merupakan jarak koordinat antara data yang sedang dibandingkan (tergantung pada rumus yang akan digunakan).
- X_i merupakan nilai absis ciri ke i .
- Y_i merupakan nilai ordinat ciri ke i .
- d merupakan jumlah keseluruhan data ciri yang akan dicari jarak kedekatannya.
- S_{ij} merupakan nilai korelasi antara data ciri yang akan dibandingkan dengan data ciri pembanding.
- $\cos(d_i, d_j)$ merupakan nilai *cosine* antara data yang akan dibandingkan (d_i) dengan data ciri pembanding (d_j).
- x_i merupakan nilai ciri data ke i (data yang akan dibandingkan).
- x_j merupakan nilai ciri data ke j (data pembanding).
- \bar{x} merupakan nilai rata-rata ciri
- a_i merupakan nilai ciri data ke i (data yang akan dibandingkan).
- a_j merupakan nilai ciri data ke j (data pembanding).
- k merupakan jumlah keseluruhan data ciri yang akan dibandingkan.

IV. HASIL PERCOBAAN

Untuk mengevaluasi performansi dari metode yang digunakan, dilakukan eksperimen pada foto tonsil yang memiliki bentuk kenampakan tonsil tingkat keparahan tonsilitis yang berbeda-beda.

Gbr. 5 mengilustrasikan salah satu hasil sampel pengujian yang menggunakan tahap-tahap dalam penelitian ini. Hasil dari *pre-processing* foto tonsil menghasilkan gambar *red layer* yang telah diberi *masking* kemudian dicari ciri histogramnya. Dan akhirnya diperoleh hasil deteksi setelah dilakukan klasifikasi k-NN.

Pada penelitian ini, dilakukan pemilihan parameter (k) dan pemilihan rumus jarak pada metode klasifikasi k-NN. Pada Tabel 2 diperlihatkan hasil akurasi yang diperoleh dari hasil sistem deteksi tonsilitis dengan merubah pasangan parameter-parameter pada klasifikasi k-NN. Pemilihan ketetanggaan hanya pada nilai 1, 3, dan 5 dikarenakan jumlah data latih per kelasnya hanya 5 buah data, dan pemilihan sampel ganjil dikarenakan untuk menghindari proses kesalahan klasifikasi saat hasil voting kelasnya sama banyak.



Gbr. 5 Contoh proses eksperimen

TABEL II
HASIL AKURASI KLASIFIKASI K-NN DENGAN PERUBAHAN PARAMETER
KETETANGGAAN DAN RUMUS JARAK

Parameter Ketetanggaan 'k'	Parameter Rumus Jarak			
	Eucliden (%)	Cityblock (%)	Correlation (%)	Cosine (%)
1	85,9375	90,6250	87,5000	87,5000
3	85,9375	89,0625	84,3750	85,9375
5	60,9375	81,2500	87,5000	87,5000
Rata-rata	77,6042	86,9792	86,4583	86,9792

Pada Tabel 3 diperlihatkan hasil rincian akurasi maksimum yang diperoleh oleh sistem saat pasangan parameter klasifikasi k-NN yang digunakan adalah rumus jarak *cityblock* dan ketetanggaan $k=1$.

TABEL III
HASIL VERIFIKASI DATA KLASIFIKASI MAKSIMUM TONSILITIS DENGAN
KETETANGGAAN $K=1$ DAN RUMUS JARAK *CITYBLOCK*

Klasifikasi	Hasil Validasi dari Dokter Spesialis THT	Hasil Klasifikasi Benar dari Sistem	Akurasi (%)
Tonsil Normal	32	27	84.375
Tonsilitis	32	31	96.875
Total	64	58	90.625

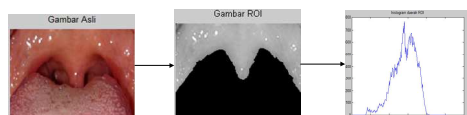
V. PEMBAHASAN

Hasil rata-rata akurasi maksimum diperoleh saat parameter rumus jarak yang digunakan adalah rumus jarak *cityblock* dan *cosine* dengan rata-rata akurasi mencapai 86,9792%. Hal ini menandakan saat digunakan kedua rumus jarak tersebut sistem akan lebih stabil untuk perubahan parameter ketetanggaan (k) dibanding rumus jarak lainnya. Namun, akurasi maksimum dapat diperoleh saat mengkombinasikan rumus jarak *cityblock* dengan parameter $k=1$ yang mana

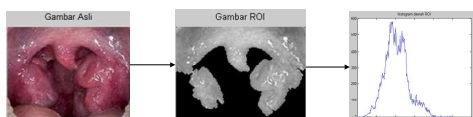
akurasi mampu mencapai 90,625%. Sehingga, dalam sistem simulasinya digunakan rumus jarak *cityblock* dan parameter $k=1$ sebagai acuan simulasi deteksi tonsilitis.

Gbr.6 dan Gbr.7 merupakan contoh dari hasil deteksi yang salah, kesalahan deteksi dikarenakan luas area ROI (*Region of Interest*) dan warna level keabuan yang dianalisis mirip dengan basis data pada kelas yang bukan seharusnya.

Gbr. 6 memperlihatkan bahwa tekstur aras keabuan atau hasil ekstraksi ciri yang dianalisis mirip dengan salah satu ekstraksi ciri pada basis data kelas tonsilitis. Sedangkan Gbr.7 kesalahan terjadi pada proses *masking*, dimana *mask* yang terbentuk tidak sesuai harapan karena kontras tepi pembengkakan sangat tajam dibanding data-data lain yang dimiliki.



Gbr. 6 Contoh tonsil normal terdeteksi tonsiliti



Gbr.7 Contoh tonsilitis terdeteksi tonsil normal

Hasil yang didapat dari percobaan di atas menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya [4][6]. Dengan metode yang lebih sederhana dibandingkan dengan metode transformasi maupun metode klasifikasi dari penelitian sebelumnya, terbukti metode yang diusulkan menghasilkan hasil yang lebih baik.

VI. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, simulasi deteksi tonsilitis berdasarkan warna dan luasan tonsil yang dicari dengan metode ekstraksi ciri analisis histogram ROI tonsil dan metode klasifikasinya

menggunakan metode k-NN telah dilakukan. Dengan mengkombinasikan rumus jarak *cityblock* dan parameter $k=1$, dari pengujian 64 foto tonsil yang terdiri dari 32 foto tonsil normal dan 32 tonsilitis dapat diperoleh akurasi maksimum sebesar 90,625%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Serta dr. Asti Kristianti Sp.THT-KL.,M.Kes selaku dokter spesialis THT (Telinga, Hidung, dan Tenggorokan) yang telah memberikan verifikasi terhadap data yang penulis peroleh.

REFERENSI

- [1] I. Megantara, "Informasi Kesehatan THT," 7 Juni 2008. [Online]. Available: imammegantara.blogspot.com. [Accessed 11 Maret 2014].
- [2] M. Hammouda, "Chronic Tonsillitis Bacteriology in Egyptian Children Including Antimicrobial Susceptibility," Department of ENT, Department of Medical Microbiology and Immunology, Faculty of Medicine, Cairo University and Department of Pediatrics, Research Institute of Ophthalmology, Giza, Egypt, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 3(3), pp. 1948-1953, 2009.
- [3] Farokah, "Hubungan Tonsilitis Kronik dengan Prestasi Belajar pada Siswa Kelas II Sekolah Dasar di Kota Semarang," *Bagian Ilmu Kesehatan THT-KL Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, SMF Kesehatan THT-KL Rumah Sakit Dr. Kariadi Semarang, Indonesia, Cermin Dunia Kedokteran No 155*, pp. 87-92, 2007.
- [4] P. Phensadsaeng, P. Kumhom, and K. Chamnongthai. "A Computer-aided-Diagnosis of Tonsillitis Using Tonsil size and Color". *IEEE. ISCAS 2006, Greece*, pp.5563-5566, 2006.
- [5] N. A. Apriliani, "Scribd," 17 November 2013. [Online]. Available: id.scribd.com/doc/184832842/laporan-pendahuluan-Tonsilitis#scribd. [Accessed 11 Maret 2014].
- [6] A. Leelasantitham, S. Kiattisin. "A Diagnosis of Tonsillitis using Image Processing and Neural Network". *International Journal of Applied Biomedical Engineering*, vol. 2 (2), pp. 36-42, 2009.
- [7] G. L. Adams, *Buku Ajar Penyakit THT*, Jakarta: EGC, 1997
- [8] P. Cunningham, S. J. Delany, "k-Nearest Neighbour Classifiers," *Technical Report UCD-CSI*, vol. 4, pp. 1-2, 2007.