



Pembuatan Histogram Dan Pola Data Warna Urin Berdasarkan Urinalisis Menggunakan Mini PC

Andrizal^a, Anton Hidayat^a, Tuti Angraini^a, Yefriadi^a, Rusfandi^a, Rivanol Chadry^b

^aJurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang.

Email : andrizalpoli@gmail.com, antonramiati@gmail.com, tutiangraini@yahoo.com, yefriadi2400171@gmail.com, rusfandi74@yahoo.com

^bJurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang.

Email : rivanolchadry@gmail.com

Abstract

The method for observing urine color to diagnose a disease of patient has done so far. The visual observation with human eyes has done to study and analyze human urine color and detect the connected disease. Human vision lately can be replaced with computer visual system or other sensor or camera to detect that color. The color of object is composed by two color components, they are frequency and spatial domain. Therefore, each color has wavelength and form in number of frequency. Color censor TCS 3200 produces output signals with different frequency based on scanned color through photodiode of the censor. Recognizing of the object in the form of shape, color and other variables of the object. Feature extraction is obtain from the data pattern as well as histogram. This research aims generate histogram and urine color pattern according to patient situation indication. The use of color reference is main color urinalysis, the result of method at Cleveland in Ohio in 2013. Based on the research, the pattern and color histogram were obtained in different style found in detected different urine color. This research would contribute to help identification process of diseases based on urine color thorough online.

Keywords : urine color, histogram, data pattern.

Abstrak

Metoda mengamati warna urin sudah dilakukan sejak lama untuk melengkapi diagnosa penyakit yang diderita seorang pasien. Pengamatan dengan panca indra *vision* manusia dilakukan untuk meneliti dan menganalisa warna urin seseorang dan menghubungkannya dengan penyakit yang diderita pasien tersebut. Fungsi *vision* manusia dapat digantikan dengan sistem komputer yang dilengkapi dengan alat yang mampu mendeteksi warna seperti kamera maupun jenis sensor warna lainnya. Warna objek dapat dibedakan dengan menguraikan komponen warna objek tersebut berupa komponen warna dalam domain frekuensi maupun dalam domain spasial. Hal ini dimungkinkan karena setiap warna memiliki nilai panjang gelombang tertentu dan dituangkan dalam nilai frekuensi. Sensor warna TCS 3200 menghasilkan sinyal output dengan frekuensi yang berbeda berdasarkan warna yang *discan* oleh foto dioda pada sensor tersebut. pengenalan suatu objek ditandai dengan bentuk, warna dan variable lainnya dari objek tersebut. Ekstrak ciri dari suatu objek dapat dituangkan dalam bentuk pola data maupun histogram yang mencirikan warna objek tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk membuat histogram dan pola data warna urin berdasarkan indikasi kondisi yang diderita seorang pasien. Sebagai acuan warna yang digunakan adalah warna dasar urinalisis hasil penelitian di Cleveland Clinic, di Ohio tahun 2013. Dari hasil penelitian telah didapatkan pola data dan histogram warna yang berbeda berdasarkan warna urin yang dideteksi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan pada proses identifikasi penyakit melalui warna urin secara online.

Kata Kunci : warna urin, histogram, pola data.

© 2018 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Panca indra *vision* manusia digunakan untuk mengamati dan mengidentifikasi suatu objek yang terlihat. Melalui mata ini manusia dapat membedakan warna dengan intensitas yang berbeda, sehingga manusia dapat mengklasifikasi dan mengenali suatu objek. Permasalahan yang biasa ditemukan pada *vision* manusia adalah muncul kesulitan membedakan warna ketika warna tersebut memiliki kemiripan antara satu warna dan warna yang lainnya. Disamping itu

kemampuan mengenali warna setiap orang dapat saja berbeda, sehingga akan terjadi perbedaan dalam mengidentifikasi warna setiap objek.

Dalam bidang medis, pemeriksaan urin sebagai diagnosis dibidang kesehatan telah lama dikerjakan [1]. Penggunaan panca indra *vision* digunakan untuk mengamati ciri-ciri suatu penyakit melalui warna urin.

Kidney atau ginjal merupakan organ yang cukup penting dalam pembuangan sampah sisa metabolisme

yang terjadi pada tubuh manusia. Keteledoran seseorang pada pola hidup tidak sehat menyebabkan kesehatan ginjal akan terganggu. Sebagian orang berfikir racun sisa metabolisme di dalam tubuh dapat di buang berdasarkan kinerja fungsi ginjal sehingga kurang memperhatikan kesehatan ginjalnya [2]. Kesehatan merupakan sesuatu yang sangat vital bagi setiap individu. Memeriksa kesehatan secara rutin kepada dokter atau ahli kesehatan merupakan hal yang penting guna mengetahui seberapa sehat kondisi tubuh dan mendeteksi secara dini apabila memang sudah ada penyakit dalam tubuh sehingga dapat mencegah penyakit tersebut menjadi lebih parah. Kelainan pada warna urin dapat mengindikasikan kemungkinan adanya infeksi, dehidrasi, penyakit *liver*, kerusakan otot atau eritrosit dalam tubuh, serta gangguan ginjal dan gangguan saluran kencing [2, 3].

Penggunaan panca indra *vision* manusia pada sistem pemutuan manual dapat digantikan dengan menggunakan sistem komputer yang dilengkapi dengan kamera digital atau sensor warna sebagai komponen *vision*. Gambar atau *image* hasil *capture* kamera diproses oleh komputer untuk menghasilkan data-data yang mengekstraksi ciri dari sebuah *image* yang dideteksi [12, 13, 14]. Model ekstraksi ciri yang paling banyak digunakan adalah Histogram citra, yang merupakan grafik berisi gambaran penyebaran nilai-nilai intensitas pixel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah gambar [15, 16, 17]. Cara lain yang digunakan adalah dengan membuat pola data dari *image* dalam bentuk grafik. Pola data ini dapat ditampilkan dalam bentuk grafik batang dengan *magnitude* tertentu yang mendefinisikan ciri-ciri warna tertentu.

2. Tinjauan Pustaka

Pemeriksaan urinalisis dimulai dengan mengamati penampakan makroskopis [5] yaitu warna dan kekeruhan. Urin normal yang baru dikeluarkan tampak jernih sampai sedikit berkabut dan berwarna kuning oleh pigmen urokrom dan urobilin. Intensitas warna sesuai dengan konsentrasi urin. Urin encer hampir tidak berwarna, urin pekat berwarna kuning tua atau sawo matang. Kekeruhan biasanya terjadi karena kristalisasi atau pengendapan urat (dalam urin asam) atau fosfat (dalam urin basa). Kekeruhan juga bisa disebabkan oleh bahan selular berlebihan atau protein dalam urin [6, 7].

Penggunaan panca indra *vision* manusia pada sistem pengenalan warna dapat digantikan dengan menggunakan kamera digital [8]. Hal ini dilakukan dengan mengolah hasil *capture* gambar yang didapat melalui kamera digital. Kemampuan kamera dalam menangkap sebuah objek bisa menyerupai fungsi mata, dimana hasil yang sudah di-*capture* disimpan sebagai sebuah *image* atau citra dari objek tersebut. Citra atau

image ini merupakan representasi, imitasi, atau kemiripan dari suatu objek yang memiliki informasi yang secara umum tersimpan dalam pemetaan bit-bit yang sering dikenal dengan *bitmap* atau dalam bentuk representasi nilai frekuensi warna.

Tabel 1. Warna urin dan indikasinya [4].

Warna	Indikasi
Tidak Berwarna atau Transparan	Konsumsi air terlalu banyak.
Kuning Sangat Pucat	Normal,
Kuning Transparan	Normal.
Kuning Gelap	Dehidrasi awal.
Warna Madu	Kekurangan cairan (dehidrasi sedang).
Coklat	Dehidrasi berat.
Pink dan Kemerahan	Ada kandungan darah dalam urin,
Orange	Adanya disfungsi hati.

2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan representasi *image* dengan fungsi intensitas cahaya $f(x, y)$ dimana nilai x dan y merupakan koordinat spasial atau nilai dalam domain frekwensi. Dimana nilai fungsi tersebut pada setiap titik (x, y) yang merupakan tingkat kecemerlangan atau intensitas cahaya citra pada titik tersebut.

2.2 Warna Pada Domain Frekwensi

Setiap gambar di domain spasial dapat direpresentasikan dalam domain frekuensi. Gambar digital dalam domain frekuensi dibagi menjadi dua komponen utama. Komponen frekuensi tinggi, yaitu komponen frekuensi tinggi sesuai dengan tepi dalam gambar. Komponen frekuensi rendah yaitu komponen frekuensi rendah di gambar sesuai dengan kondisi daerah gambar. proses pembacaan gambar pada domain frekuensi dilakukan dengan membaca frekuensi setiap warna seperti terlihat pada gambar 1, dan ditampilkan dalam multi frekuensi yang mendefinisikan masing-masing warna dasar pembentuk gambar tersebut.



Gambar 1. Proses representasi warna pada domain frekuensi.

2.3 Mengenali Warna Dengan Sensor Warna.

Sensor warna adalah sebuah komponen yang mampu mengenali warna yang dituangkan dalam besaran tertentu. Salah satu sensor warna adalah TCS3200 [9]

diproduksi oleh Parallax dan ditampilkan dalam bentuk fisik seperti pada gambar 2. Sensor warna TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi *silicon photodiode* dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS *monolithic* tunggal [10].



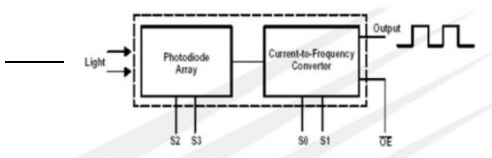
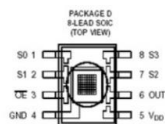
Gambar 2. Sensor Warna TCS3200[8].

Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (*duty cycle* 50%) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (*irradiance*). Keluaran frekuensi skala penuh dapat diskalakan oleh satu dari tiga nilai-nilai yang ditetapkan via dua kontrol pin input. Masukan *digital* dan keluaran *digital* memungkinkan antarmuka langsung ke mikrokontroler atau sirkuit logika lainnya. Tempat output enable (OE) output dalam keadaan impedansi tinggi untuk beberapa unit dapat berbagi jalur masukan mikroprosesor.

Didalam TCS3200, konverter cahaya ke frekuensi membaca sebuah array 8x8 dari *photodiode*, 16 *photodiode* mempunyai penyaring warna biru, 16 *photodiode* mempunyai penyaring warna merah, 16 *photodiode* mempunyai penyaring warna hijau, dan 16 *photodiode* untuk warna terang tanpa penyaring. Empat tipe warna dari *photodiode* telah diintegrasikan untuk meminimalkan efek ketidakseragaman dari insiden *irradiance*. Semua *photodiode* dari warna yang sama telah terhubung secara *parallel*. Pin S2 dan S3 digunakan untuk memilih grup dari *photodiode* (merah, hijau, biru, jernih) yang telah aktif.

Sistem *photodiode* di susun secara array 8x8 dengan konfigurasi: 16 *photodiode* untuk memfilter warna merah, 16 *photodiode* untuk memfilter warna hijau, 16 *photodiode* untuk memfilter warna biru, dan 16 *photodiode* tanpa filter. Kelompok *photodiode* mana yang akan dipakai bisa diatur melalui kaki selektor S2 dan S3. Berikut ini adalah tabel kombinasi fungsi dari S2 dan S3.

Photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi yang sebanding dengan besarnya arus.



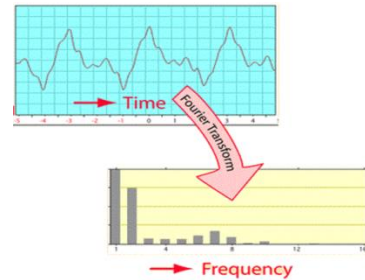
Gambar 3. Blok diagram sensor warna [7]

Tabel 2 .Kombinasi Fungsi dari S2 dan S3

S2	S3	Photo Dioda yang Aktif
0	0	Filter Merah
0	1	Filter Biruru
1	0	Tanpa Filter
1	1	Filter Hijau

2.4 Fast Fourier Transfom

Fast Fourier Transfom (FFT) digunakan untuk mendapatkan komponen frekuensi dari pembacaan karakteristik suatu sinyal pada domain waktu [11]. Hasil proses FFT berupa spektrum yang membentuk komponen frekuensi dan menjadi acuan dalam pembuatan pola ekstrak ciri dari suatu objek.



Gambar 4. Hasil perubahan domain waktu ke domain frekuensi dengan proses FFT.

2.5 Pola Data

Pola data merupakan ekstaksi ciri dari suatu objek, benda, sifat atau yang lainnya yang merupakan komponen penting dalam proses identifikasi. Terdapat banyak cara dalam menampilkan pola data, pada penelitian ini ditampilkan pola data dalam bentuk garfik yang berisi nilai magnitude setiap frekuensi warna urin yang dideteksi.

Beberapa penelitian yang terkait dengan image processing dan pembuatan pola data image sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu diantaranya :

Andrizal dkk, dengan judul Computare Vision Berbasis Camera Dan Mini PC Untuk Identifikasi Kecacatan Penutup Kemasan Minuman Kaleng. Hasil penelitian adalah Permukaan kaleng yang cacat akan menyebabkan perubahan warna, sehingga dapat teridentifikasi sebagai kecacatan yang ditandai perubahan nilai citra RGB.

Raymon Tito dkk, Deteksi Dini Penyakit Gagal Ginjal Menggunakan Webcam Berdasarkan Tingkat Kekeruhan Urin Dengan Metode Learning Vector Quantization (Lvq). Hasil penelitian adalah warna

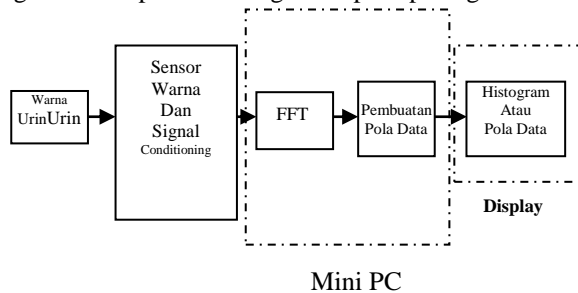
kekeruhan urin dapat dideteksi dengan webcam dan mampu mengidentifikasi kondisi ginjal pasien.

Ranu Hidayat, Perancangan dan Pembuatan Sistem Deteksi Penyakit Liver, Ginjal dan Dehidrasi Melalui Urin Berbasis Sensor Warna. Hasil penelitian adalah : Pola warna urin data dapat dijadikan sebagai input pengambilan keputusan pengklasifikasian jenis penyakit ginjal, liver dan dehidrasi.

Penelitian ini memanfaatkan bentuk sinyal dari sensor warna dalam domain waktu. Sinyal ini diproses menjadi domain frekuensi untuk mendapatkan pola data yang mencirikan warna yang dideteksi. Disamping itu sistem ini juga melakukan proses histogram terhadap image warna urin untuk mendapatkan bentuk grafis peluang kemunculan warna RGB untuk setiap warna urin. Yang menjadi objek penelitian ini adalah image warna urin berdasarkan indikasi penyakit yang diderita.

3. Metodologi Penelitian

Visual inspection dari vision manusia dapat digantikan dengan sistem sensor dan diolah dengan metode tertentu sehingga dapat mengekstrak ciri dari suatu objek. Hasil ekstrak ciri ini dapat digunakan untuk mengklasifikasi atau pemutuan suatu objek baik benda atau gambar [12, 13, 14]. Penelitian ini bertujuan membuat ekstrak ciri berupa pola data warna urin dengan menggunakan sensor warna sebagai komponen deteksi. Sinyal dengan frekuensi yang bervariasi yang mencirikan warna, disajikan dalam domain waktu. Agar dapat ditampilkan dalam bentuk pola data, maka sinyal sensor warna ini harus dirobah dalam domain frekuensi dengan menggunakan metoda FFT. Hasil sinyal FFT dibuat dalam bentuk pola yang mencirikan warna yang dideteksi. Proses sistem secara keseluruhan digambarkan pada blok digram seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Blok diagram proses sistem.

Tahapan proses yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji dan analisa hasil histogram dan pembuatan pola data serta analisa histogram dan pola data image warna urin.

Hasil akhir yang diharapkan adalah, agar pola data yang dihasilkan sistem ini merupakan ekstrak ciri dari warna urin yang mengindikasikan kondisi urin. dengan demikian hasil sistem ini dapat digunakan sebagai

proses pengambilan keputusan untuk mengidentifikasi penyakit melalui warna urin secara otomatis [15, 16, 17].

4. Hasil dan Pembahasan

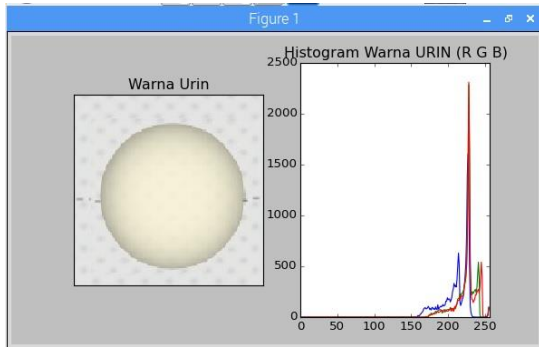
Sistem yang dibuat ini diimplementasikan pada sistem embedded dengan komponen utama berupa Mini Personal Computare (Mini PC) Raspberry PI dari Raspberry Foundation. Sensor warna TCS3200 digunakan sebagai komponen input untuk mendeteksi warna urin. Image warna urin merupakan masukan yang dideteksi oleh sensor warna. Jarak objek dalam hal ini gambar warna urin dan sensor warna dibuat permanen yaitu 5 cm. Sensor warna dipasang pada ruang sensor yang tidak terpengaruh oleh cahaya dari luar. Gambar 6 merupakan interface antara sistem dengan user dalam menampilkan respons sinyal sensor, hasil FFT dan pola data.



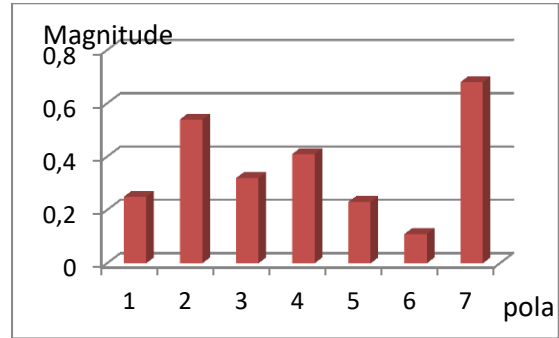
Gambar 6. User Interface.

Uji histogram warna urin bertujuan untuk memastikan perbedaan karakteristik setiap warna urin dan menampilkan adanya perbedaan warna yang dapat ditampilkan secara grafis berdasarkan peluang kemunculan nilai setiap RGB. Perbedaan ini jelas terlihat pada kedua histogram urin normal dan urin dehidrasi berat seperti pada gambar 7 dan 8. Begitu juga untuk histogram warna urin disfungsi hati dan urin bercampur darah seperti pada gambar 9 dan 10.

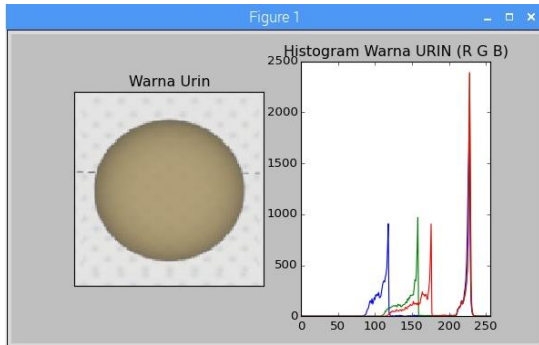
Pembuatan pola data warna urin bertujuan untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan pada masing-masing sampel data yang berbeda-beda akan tetapi nilai frekuensi yang muncul selalu sama. Nilai frekuensi tersebut muncul dengan nilai yang sama dikarenakan nilai frekuensi sampling (f_s) dan N_{fft} (banyak titik yang mempengaruhi panjang data FFT) yang digunakan adalah sama, yaitu $f_s = 10$ Hz dan $N_{fft} = 32$. Dengan memilih nilai 32 menunjukkan nilai frekuensi referensi yang seharusnya muncul di antara 0-10 Hz dengan selang nilai $10/32 = 0.3125$.



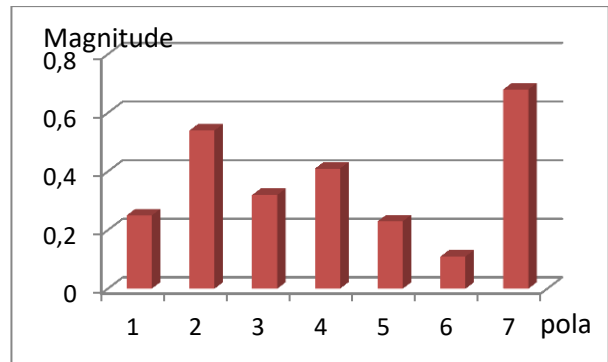
Gambar 7. Histogram warna urin normal.



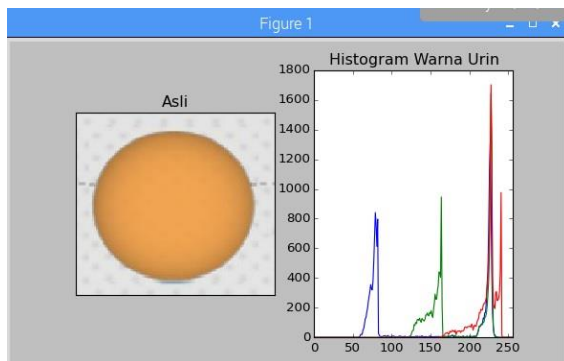
Gambar 11. Pola data warna urin normal.



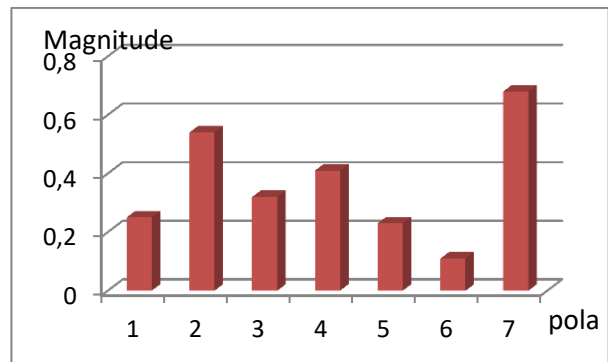
Gambar 8. Histogram warna urin dehidrasi berat.



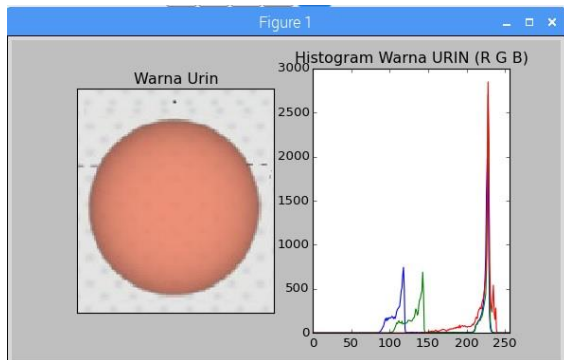
Gambar 12. Histogram warna urin dehidrasi berat.



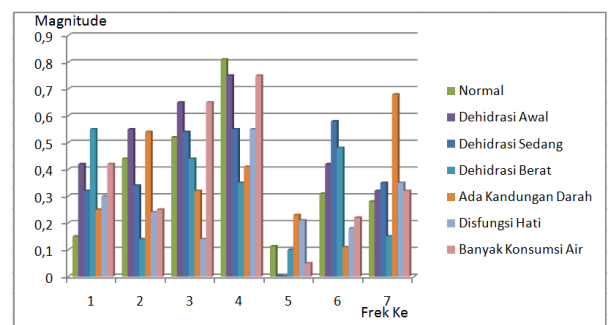
Gambar 9. Histogram warna urin disfungsi hati.



Gambar 13. Pola data warna urin dengan kandungan darah.



Gambar 10. Histogram warna urin dengan kandungan darah.



Gambar 14. Pola data warna urin secara keseluruhan.

Gambar 9 memperlihatkan bentuk pola data dari image urin normal. Terlihat pada pola data ini sebanyak 8 frekuensi dengan frkekuensi awal 10 HZ.

Gambar 14 memperlihatkan bentuk pola data warna urin dan indikasinya berdasarkan kondisi image yang didapat dari semua warna hasil urinilisis.

Dari pola data tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan bentuk pola data untuk setiap kondisi warna urin. Dengan demikian pola data ini dapat dijadikan data referensi untuk pengambilan keputusan secara otomatis.

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal,

1. Histogram warna RGB untuk setiap warna urin dengan jelas menampilkan ciri yang unik untuk menunjukkan perbedaan setiap warna urin dan indikasinya.
2. Setelah dilakukan uji data pada beberapa sampel warna urin ditemukan nilai magnitude yang mengalami perubahan sebanyak 8 pola.
3. Terdapat perbedaan nilai magnitude pada masing-masing frekuensi yang dapat dijadikan sebagai karakteristik pola data dari setiap warna urin dan indikasinya.

5.2 Saran

Setelah menganalisa hasil penelitian ini selanjutnya, penulis menyarankan beberapa hal :

1. Sebaiknya dilakukan proses pembuatan pola data dilakukan secara online atau secara langsung dan didampingi paramedis/dokter untuk menganalisanya.
2. Untuk pengembangan sistem selanjutnya dapat ditambahkan kamera sebagai deteksi secara langsung.
3. Penambahan sistem pengambilan keputusan untuk proses identifikasi secara otomatis.

6. Daftar Rujukan

- [1]. Ma'rufah, tanpa tahun," *Perbedaan Antara Hasil Carik Celup Dengan Metode Mikroskopis Sebagai Indikator Adanya Sel Darah Merah Dalam Urin*", Ma'rufahl Carik Celup SDH Vol.2 No.2.
- [2]. Ns. Cut Husna, Mils, tanpa tahun,"*Gagal Ginjal Kronis Dan Penanganannya: Literatur Review*", <http://jurnal.unimus.ac.id>. acces 12 Agustus 2018.
- [3]. Dian WH, Arie K, Sri MDH, Dwi H, tanpa tahun," *Dentifikasi Fungsi Ginjal Dan Upaya Peningkatan Kesadaran Untuk Pemenuhan Kebutuhan Cairan Tubuh*

- [4]. Cleveland Clinic. 2013. URL: <http://health.clevelandclinic.org/2013/10/what-the-color-of-your-urine-says-about-you-infographic/>. Ohio : clevelandclinic.org/HealthHub. Diakses Pada Tanggal 7 September 18.
- [5]. Medicotherapy. 2014. *Urinalisis (Rutin)*. URL: <http://medicotherapy.com/index.php/content/printversion/2671/4>. Diakses Pada Tanggal 17 September 18.
- [6]. Widmann, F.K. 1995. *Clinical Interpretation of Laboratory Test, (Tinjauan Klinis atas Hasil Pemeriksaan Laboratorium)*, Terjemahan R. Gandasoebata, dkk. Edisi 9. Buku Kedokteran Jakarta : EGC.
- [7]. Kee, J.L. 2007. *Pedoman Pemeriksaan Laboraturium & Diagnostik*. Edisi 6. Jakarta : EGC.
- [8]. Raymon Tito, Andrizal, Derisma, tahun 2015," *Deteksi Dini Penyakit Gagal Ginjal Menggunakan Webcam Berdasarkan Tingkat Kekeruhan Urin Dengan Metode Learning Vector Quantization (Lsq)*", Semnasrekom, FTI UNAND.
- [9]. Parallax. TAOS. tahun 2011. *TCS3200 TCS3210 datasheet*. url :<http://pdf1.alldatasheetpt.com/datasheet-pdf/view/454462/TAOS/TCS3200.html>. Diakses Pada Tanggal 7 September 18.
- [10]. Saiful W, kusworo A, Hernowo D, Tahun 201," *Rancang Bangun Alat Deteksi Warna Untuk Membantu Penderita Buta Warna Berbasis Mikrokontroler ATmega 16*", Youngster phisics Journal Vol 1 No 4 3.
- [11]. Robby D , Diyah P , Ernawati, 2014," *Implementasi Algoritma Fast Fourier Transform Untuk Pengolahan Sinyal Digital Pada Tuning Gitar Dengan Open String*", Jurnal Teknologi Informasi, Volume 10 Nomor 2,.
- [12]. Andrizal, Dodon Y, Aulia R, 2012," *Implementasi Web Camera Sebagai Visual Inspection Otomatis Untuk Proses Pemutuan Ukuran dan Tingkat Kematangan Buah Tomat* ", Jurnal Ilmiah Elektron, Volume 4 No 2.
- [13]. Marleni A, 2015," *Analisa Pengolahan Citra Menggunakan Metode Transformasi Fourier*", Konferensi Nasional Sistem & Informatika STIMIK STIKOM Bali.
- [14]. Andrizal. Anton H, Roza S, Rivanol Ch, tahun 2016," *Computer Vision Berbasis Kamera Dan Mini PC Untuk Identifikasi Kecacatan Penutup Kemasan Minuman Kaleng*", Jurnal Ilmiah Polirekayasa Vol 12 No 1.
- [15]. Chesti Altaff Hussain1, Dr. D. Venkata Rao2, T. Praveen, 2013, " *COLOR HISTOGRAM BASED IMAGE RETRIEVAL*", Int J Adv Engg Tech/IV/III /63-66.
- [16]. Nikoletta Bassiou, Constantine Kotropoulos, 2016, " *Color image histogram equalization by absolute discounting back-off* ", 1077-3142/\$ - see front matter _ 2007 Elsevier Inc. All rights reserved. doi:10.1016/j.cviu..11.012
- [17]. Chao Zuo*, Qian Chen, Xiubao Sui, 2011" *Range Limited Bi-Histogram Equalization for image contrast enhancement* ", 0030-4026/\$ - see front matter. Crown Copyright © 2012 Published by Elsevier GmbH. All rights reserved. doi: 10.1016/j.ijleo.12.057