

# OTOMATISASI PENENTUAN HASIL ANALISIS SPERMA MENGUNAKAN ALGORITMA DECISION TREE

I Putu Mahardika Cahyana Hadi<sup>1)</sup>, Fetty Tri Anggraeny<sup>2)</sup>, I Gede Susrama  
Masdiyasa<sup>3)</sup>

Email : <sup>1)</sup>[mahardikaputu13@gmail.com](mailto:mahardikaputu13@gmail.com), <sup>2)</sup>[fettyanggraeny.if@upnjatim.ac.id](mailto:fettyanggraeny.if@upnjatim.ac.id), <sup>3)</sup>[igsusrama.if@upnjatim.ac.id](mailto:igsusrama.if@upnjatim.ac.id)

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, UPN “Veteran” Jawa Timur

## Abstrak

Analisis sperma adalah jenis tes kesuburan pria untuk mengetahui apakah ada gangguan pada sperma yang menyebabkannya sulit untuk mempunyai keturunan. Proses diagnosa dari hasil analisis sperma masih dilakukan secara manual sesuai pengetahuan ahli. Dalam kondisi tersebut terkadang terjadi permasalahan seperti adanya perbedaan hasil diagnosa dikarenakan perbedaan metode yang digunakan oleh ahli. Penelitian ini ditujukan untuk mengimplementasikan algoritma *decision tree* untuk melakukan otomatisasi penentuan hasil analisis sperma. Nilai acuan yang untuk melakukan prediksi menggunakan publikasi dari *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2010. Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa dari algoritma CART yang diterapkan di dalam sistem menggunakan data sperma dari 10 orang yang telah dilakukan pemeriksaan sebelumnya di laboratorium. Dari hasil pengujian tersebut algoritma yang digunakan memiliki akurasi sebesar 100%.

**Kata Kunci :** Analisis Sperma, Decision Tree , Otomatisasi

## 1. PENDAHULUAN

Infertilitas atau yang biasa disebut kemandulan merupakan sebuah istilah untuk ketidakmampuan pasangan atau salah satu diantara pasangan untuk menghasilkan keturunan. Infertilitas telah mempengaruhi 10-15 persen pada pasangan suami-istri di seluruh dunia (Drungkar, 2016). Infertilitas tidak hanya terjadi pada kaum wanita saja tetapi bisa juga terjadi pada kaum pria. Infertilitas pada pria dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain terdapat masalah pada produksi sperma atau transportasi sperma. Untuk mengetahui apakah seorang pria mengalami infertilitas dapat dilakukan pengujian medis yaitu analisis sperma.

Analisis sperma merupakan salah satu pemeriksaan tahap pertama untuk menentukan kesuburan pria. Melalui analisis sperma, sangat bermanfaat untuk memberi informasi status kesuburan seorang pria (Wongsodiharjo, 2017). Dalam analisis sperma terdapat dua tahap penting yang harus dilakukan yaitu tahap pengumpulan sampel sperma dan tahap pemeriksaan sampel sperma. Hasil dari tahap pemeriksaan sampel sperma berupa informasi dari sampel. Hasil dari pemeriksaan tersebut nantinya akan dikonsultasikan ke dokter untuk menentukan apakah sampel tersebut memiliki masalah atau tidak.

Berkaitan dengan analisis sperma terdapat beberapa penelitian yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti sebelumnya antara lain oleh Susrama dkk (2016) yang meneliti tentang otomatisasi penentuan hasil analisa sperma untuk menentukan jumlah dan konsentrasi sperma manusia atau yang disebut dengan oligospermia, pada penelitian ini digunakan metode otsu threshold dan pelabelan untuk menentukan jumlah sperma nya. Kemudian dilanjutkan pada penelitian yang berikutnya oleh Susrama dkk (2016), yaitu klasifikasi teratozpermia berdasarkan jumlah bentuk kepala sperma yang normal. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Susrama dkk (2018) yaitu meningkatkan deteksi dan penghitungan motilitas pada sperma aktif menggunakan model statistik pengurangan latar belakang yang telah dimodifikasi. Dan penelitian terbaru dari Susrama dkk (2018) dalam bidang terkait yaitu mengenai metode baru untuk meningkatkan pelacakan pergerakan dari

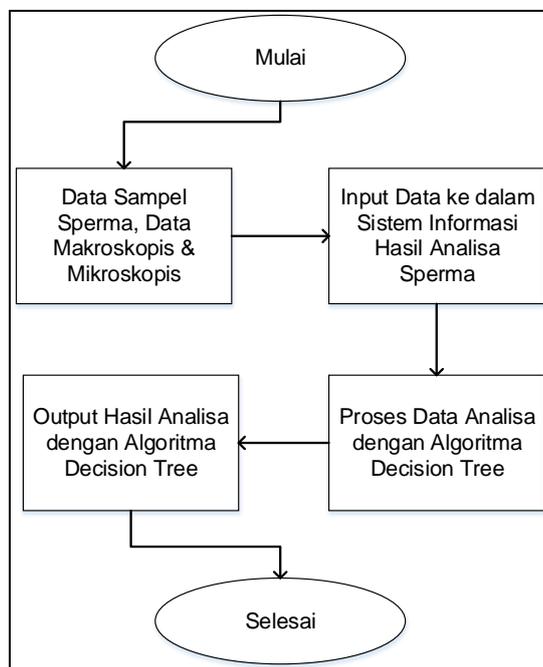
sperma manusia. Drugkar dkk (2016) melakukan penelitian berupa analisis cairan semen pada infertilitas pria yang dilakukan pada 70 pria yang mengalami infertilitas. Penelitian lainnya dilakukan oleh Wongsodiharjo (2017) yang meneliti tentang karakteristik cairan semen pada pasien varikokel di Rumah Sakit Angkatan Laut dr. Ramelan Surabaya. Dari beberapa penelitian yang telah disebutkan diatas masih belum mengarah pada pengelolaan data hasil analisis sperma.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, proses penentuan terhadap hasil analisis sperma masih dilakukan secara yaitu berdasarkan pengetahuan ahli. Namun terkadang terjadi permasalahan seperti adanya perbedaan hasil diagnosa dikarenakan perbedaan metode yang digunakan oleh ahli.

Melalui penelitian ini, nantinya akan dibuat sebuah Sistem yang mampu melakukan penentuan hasil analisis sperma secara otomatis menggunakan algoritma *decision tree* berdasarkan data-data hasil pemeriksaan yang telah dilakukan di laboratorium

## 2. METODOLOGI

Sistem yang akan dibangun nantinya akan memiliki kemampuan untuk melakukan otomatisasi penentuan hasil analisis sperma berdasarkan data-data hasil pemeriksaan sperma yang sebelumnya telah dilakukan di laboratorium. Untuk melakukan otomatisasi penentuan hasil dari analisis sperma, sistem akan menggunakan algoritma *decision tree*. Jenis algoritma *decision tree* yang digunakan yaitu algoritma *Classification and Regression Tree (CART)*. Alur untuk melakukan otomatisasi penentuan hasil dapat dijelaskan pada gambar 2.1.

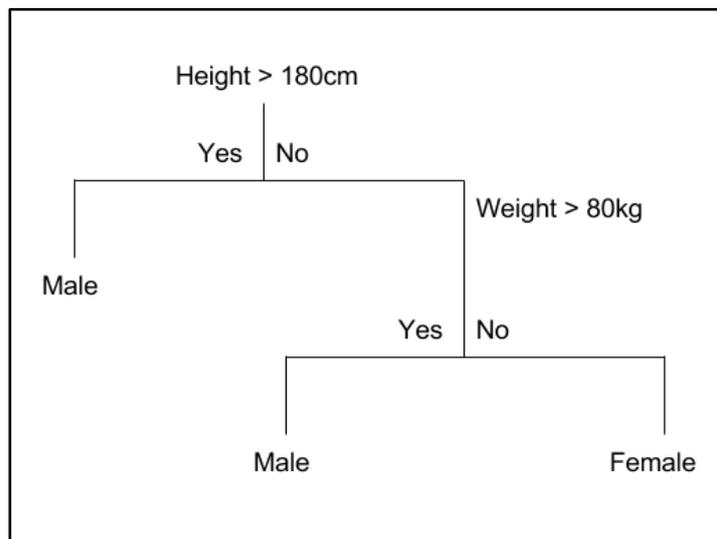


Gambar 2.1. Data Flow Diagram Dari Sistem

Pada gambar 2.1. dijelaskan bahwa alur dari proses pada sistem yaitu user terlebih dahulu mendapatkan data sampel sperma dan data hasil pemeriksaan sperma dari laboratorium. Kemudian data-data tersebut akan dimasukkan ke dalam sistem. Data yang telah dimasukkan ke dalam sistem kemudian akan diproses menggunakan algoritma *decision tree*. Setelah dilakukan proses maka sistem akan mengeluarkan kesimpulan hasil analisis sperma berdasarkan data yang telah diinputkan oleh *user*.

Algoritma *Classification and Regression Tree (CART)* merupakan salah satu jenis algoritma dari *decision tree*. Dalam pembentukan pohon menggunakan algoritma CART menggunakan

perhitungan IndexGini untuk pembentukan cabang. Sedangkan untuk pembentukan node menggunakan perhitungan GiniGain. Contoh bentuk *tree* yang dibentuk menggunakan algoritma CART digambarkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Contoh *tree* dari algoritma CART

Pada gambar 2.2. dijelaskan contoh bentuk sederhana dari *tree* yang dibentuk dengan algoritma CART. Variabel *height* dan *weight* berperan sebagai *root node* yang berfungsi untuk melakukan pembangian terhadap data masukan. Sedangkan variabel *male* dan *female* berperan sebagai *leafnode* yang berfungsi sebagai hasil prediksi yang dihasilkan oleh *decision tree*. *Root node* dan *leafnode* dihubungkan dengan cabang yang selalu mengarah kebawah. Cabang-cabang tersebut berfungsi untuk menunjukkan alur dari setiap nilai masukan setelah dilakukannya perbandingan di *root node*. Setiap cabang hanya memiliki 1 kondisi yaitu Ya atau Tidak.

Dalam implementasinya, sistem akan terlebih dahulu meminta user untuk memasukkan data-data yang dihasilkan dari pemeriksaan sperma. Pemeriksaan sperma yang dimaksud yaitu pemeriksaan makroskopis dan pemeriksaan mikroskopis serta keterangan dari sampel sperma. Data-data tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Daftar Variabel Yang Dihasilkan Dari Pemeriksaan Sperma

| No | Nama Variabel   |
|----|---|
| 1  | Viskositas  |
| 2  | Volume  |
| 3  | Bau   |
| 4  | Warna   |
| 5  | pH  |
| 6  | Liquifaksi  |
| 7  | Konsentrasi   |
| 8  | Jumlah sperma   |
| 9  | Viabilitas  |
| 10 | Jumlah sperma yang dapat bergerak cepat dan lurus         |
| 11 | Jumlah sperma yang dapat bergerak lambat atau susah lurus |
| 12 | Jumlah sperma yang bergerak ditempat                      |
| 13 | Jumlah sperma yang tidak bergerak                         |
| 14 | Aglutinasi  |
| 15 | Jumlah sperma dengan morfologi abnormal                   |

|    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| 16 | Jumlah sperma dengan morfologi normal |
| 17 | Leukosit                              |
| 18 | Jam pengumpulan                       |
| 19 | Cara pengeluaran                      |
| 20 | Wadah                                 |

Pada tabel 2.1. terdapat 20 variabel yang dihasilkan dari pemeriksaan sperma. 20 variabel tersebut nantinya tidak akan digunakan semuanya untuk melakukan otomatisasi penentuan hasil analisis sperma. Untuk melakukan identifikasi penyakit, dari 20 variabel yang tersedia hanya 10 variabel saja yang akan dimasukkan ke dalam algoritma CART. 9 variabel tersebut terdapat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2. Daftar Variabel Untuk Identifikasi Penyakit**

| No | Nama Variabel   |
|----|---|
| 1  | Konsentrasi   |
| 2  | Volume  |
| 3  | Jumlah Sperma   |
| 4  | Viabilitas  |
| 5  | Warna   |
| 6  | Leukosit  |
| 7  | Jumlah sperma yang dapat bergerak cepat dan lurus         |
| 8  | Jumlah sperma yang dapat bergerak lambat atau susah lurus |
| 9  | Jumlah sperma dengan morfologi abnormal                   |

Pada tabel 2.2. disebutkan 9 variabel yang akan digunakan oleh algoritma CART untuk melakukan otomatisasi penentuan hasil analisis sperma. Variabel-variabel tersebut meliputi konsentrasi, volume, jumlah sperma, viabilitas, warna, jumlah leukosit, jumlah sperma yang dapat bergerak cepat dan lurus, jumlah sperma yang dapat bergerak lambat dan susah lurus, serta jumlah sperma dengan morfologi abnormal. Variabel-variabel ini dipilih karena nilai dari variabel-variabel ini akan menentukan penyakit apa yang diderita dari sperma yang dilakukan pemeriksaan.

Untuk jenis-jenis penyakit yang dapat diidentifikasi oleh sistem terdapat pada tabel 2.3. Pada tabel 2.3. Terdapat 11 macam jenis istilah penyakit yang biasa digunakan dalam analisis sperma untuk menggambarkan kondisi dari sperma yang diperiksa. Setiap sperma yang diperiksa memiliki kemungkinan untuk menderita lebih dari 1 penyakit. Jenis penyakit ke 11 merupakan contoh istilah dimana sampel sperma memiliki 3 jenis penyakit yaitu *Oligozoospermia*, *Asthenozoospermia*, dan *Teratozoospermia*. Dalam kegiatan analisis sperma ketika terdapat sampel sperma yang memiliki 3 jenis penyakit tersebut secara bersamaan maka istilah penyakitnya akan disingkat menjadi *Oligoasthenoteratozoospermia*. Aturan ini hanya berlaku pada jenis penyakit *Oligozoospermia*, *Asthenozoospermia*, dan *Teratozoospermia*. Sebagai contoh lainnya apabila terdapat sampel sperma yang memiliki penyakit *Asthenozoospermia* dan *Teratozoospermia* sehingga istilah yang digunakan menjadi *Asthenoteratozoospermia*.

**Tabel 2.3. Daftar Jenis Penyakit**

| No | Nama Penyakit                |
|----|------------------------------|
| 1  | Oligozoospermia              |
| 2  | Asthenozoospermia            |
| 3  | Teratozoospermia             |
| 4  | Oligoasthenoteratozoospermia |
| 5  | Polyzoospermia               |

|    |                |
|----|----------------|
| 6  | Hyospermia     |
| 7  | Hyperspermia   |
| 8  | Azoospermia    |
| 9  | Hematospermia  |
| 10 | Necozoospermia |
| 11 | Pyospermia     |

Untuk melakukan identifikasi penyakit, variabel-variabel yang diperlukan oleh algoritma CART yang terdapat pada tabel 2.2. nantinya akan diproses oleh algoritma CART untuk menghasilkan kesimpulan hasil analisis sperma berupa nama penyakit dari sperma yang telah diperiksa. Sebagai data pelatihan menggunakan standar sperma yang telah dicantumkan pada publikasi WHO pada tahun 2010. Data pelatihan tersebut digunakan oleh algoritma CART untuk membentuk *tree* yang nantinya akan digunakan untuk otomatisasi penentuan hasil analisis sperma. Untuk daftar penyakit beserta kondisinya dijelaskan pada tabel 2.4.

Pada tabel 2.4. dijelaskan setiap keterangan kondisi dari sampel sperma beserta istilah penyakitnya. Keterangan kondisi sampel sperma yang dimaksud merupakan variabel yang telah disebutkan pada tabel 2.2. namun untuk 1 istilah penyakit hanya merepresentasikan 1 variabel saja. Untuk istilah penyakit ke-11 terdapat 3 variabel dikarenakan istilah tersebut merupakan gabungan dari 3 istilah penyakit yang biasa digunakan dalam analisis sperma.

**Tabel 2.4. Daftar Penyakit beserta Kondisinya**

| No | Istilah           | Keterangan  |
|----|-------------------|---|
| 1  | Polyzoospermia    | Konsentrasi > 250 juta/ml   |
| 2  | Oligozoospermia   | Konsentrasi sperma < 15 juta/ml atau<br>Jumlah Sperma $\leq$ 39 juta/ejakulat |
| 3  | Hyospermia        | Volume semen < 1,5 ml   |
| 4  | Hyperspermia      | Volume semen > 5,5ml  |
| 5  | Azoospermia       | Tidak ditemukannya sperma   |
| 6  | Hematospermia     | Adanya sel darah merah di dalam semen   |
| 7  | Asthenozoospermia | Sperma yang mampu bergerak < 40%  |
| 8  | Teratozoospermia  | Sperma yang memiliki bentuk tidak normal<br>> 40%                             |
| 9  | Necozoospermia    | Tidak ditemukannya sperma yang hidup  |
| 10 | Pyospermia        | Adanya sel darah putih > 1 juta/ml  |

|           |                        |   |
|-----------|------------------------|---|
| <b>11</b> | Oligoasthenozoospermia | Konsentrasi sperma < 15 juta/ml atau<br>Jumlah Sperma $\leq$ 39 juta/ejakulat dan<br>Sperma yang mampu bergerak < 40% |
|-----------|------------------------|---|

Untuk mengetahui performa dari algoritma yang digunakan maka perlu dilakukan serangkaian uji coba. Untuk skenario uji coba akan dilakukan menggunakan data sperma dari 10 orang yang telah dilakukan pemeriksaan di laboratorium. Hasil dari analisis sperma aktual dari 10 data uji tersebut dapat dijelaskan pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5. Daftar Nama Penyakit Data Pengujian**

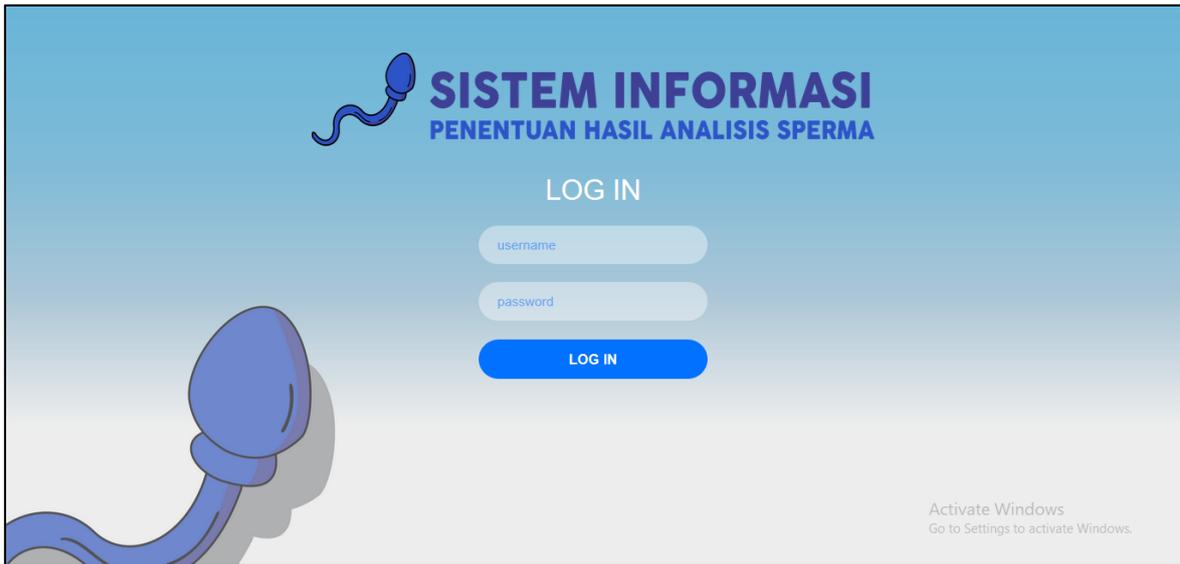
| No        | Hasil Analisis Aktual                                    |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | Asthenozoospermia  |
| <b>2</b>  | Teratozoospermia   |
| <b>3</b>  | Normal   |
| <b>4</b>  | Teratozoospermia, Pyospermia                             |
| <b>5</b>  | Oligoasthenoteratozoospermia,<br>Pyospermia, Hypospermia |
| <b>6</b>  | Asthenoteratozoospermia                                  |
| <b>7</b>  | Normal   |
| <b>8</b>  | Oligozoospermia, Hypospermia                             |
| <b>9</b>  | Pyospermia   |
| <b>10</b> | Oligoteratozoospermia                                    |

Nama penyakit dari hasil analisis aktual dari data pengujian yang terdapat pada tabel 2.3. nantinya akan dibandingkan dengan hasil analisis yang dihasilkan menggunakan algoritma *decision tree*. Dari perbandingan tersebut nantinya akan diketahui akurasi yang dimiliki oleh algoritma yang digunakan dalam melakukan otomatisasi penentuan hasil analisis sperma.

Algoritma *decision tree* akan diimplementasikan ke dalam sistem berbasis web yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP. untuk menjalankan sistem menggunakan XAMPP v3.2.2 sebagai localhost server dan MySql sebagai *databasenya*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika membuka sistem, user akan ditampilkan halaman Login seperti pada gambar 3.1. Pada halaman Login, user akan diminta untuk memasukkan *username* dan *password* pada kolom yang telah disediakan. Setelah mengisi *username* dan *password* lalu menekan tombol Login, maka sistem akan melakukan pengecekan *username* dan *password* yang telah dimasukkan dengan data yang tersimpan di *database*.



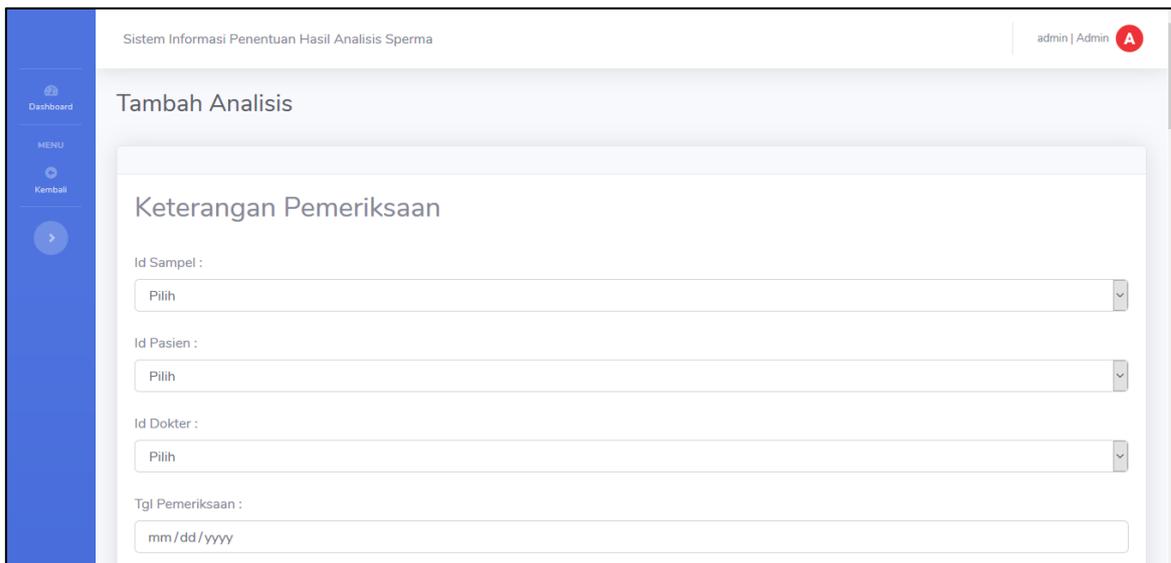
Gambar 3.1. Halaman Login

Jika *username* dan *password* yang dimasukkan sesuai dengan yang ada di dalam *database*, maka user akan diarahkan ke halaman *dashboard* seperti pada gambar 3.2. Jika tidak maka user akan diarahkan kembali ke halaman Login dengan pesan peringatan.

Pada halaman *dashboard* terdapat beberapa menu utama yaitu menu user, pasien, dokter, sampel sperma, dan analisa. Pada sistem, algoritma *decision tree* diimplementasikan pada halaman analisa, lebih tepatnya pada saat user menambahkan data analisa baru ke dalam sistem.



Gambar 3.2. Halaman *Dashboard* Sistem



Gambar 3.3. Halaman Tambah Analisis

Untuk melakukan penambahan data analisis sperma baru ke dalam sistem, user akan diarahkan ke halaman Tambah Analisis seperti pada gambar 3.3. Pada halaman ini user akan diminta data-data yang berkaitan dengan analisis sperma yang telah dilakukan sebelumnya. Data-data yang dimaksud adalah data-data yang telah disebutkan pada tabel 2.2.

Setelah user memasukkan semua data-data pemeriksaan, user akan diminta menekan tombol submit. Ketika tombol submit ditekan maka sistem akan mengambil data-data masukkan tersebut lalu menggunakan beberapa variabel seperti yang telah disebutkan pada tabel 2.2. ke dalam algoritma *decision tree*. Ketika mulai berjalan, *decision tree* akan melakukan proses pelatihan terlebih dahulu menggunakan data pelatihan untuk membentuk *tree* yang nantinya akan digunakan untuk melakukan otomatisasi penentuan hasil. Setelah *tree* terbentuk maka data-masukkan akan dimasukkan ke dalam algoritma dan dilakukan proses pencocokkan. Ketika proses telah selesai maka sistem akan mengambil hasil kesimpulan dari algoritma *decision tree* dan Bersama dengan data-data masukkan yang lain akan disimpan ke dalam *database*. Setelah data berhasil disimpan ke dalam *database* maka sistem akan menampilkan hasilnya ke user melalui halaman analisa seperti pada gambar 3.4.

| <b>Id Analisis</b> ↑↓ | <b>Id Sampel</b> ↑↓ | <b>Id Pasien</b> ↑↓ | <b>Nama Pasien</b> ↑↓ | <b>Nama Dokter</b> ↑↓         | <b>Tgl Pemeriksaan</b> ↑↓ | <b>Jam Pemeriksaan</b> ↑↓ | <b>Hasil</b> ↑↓                  |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 100019                | 200002              | 400001              | Zaenal                | dr. Eddy R. Moeljono, SpOG(K) | 31-10-2019                | 10:00:00                  | Asthenozoospermia, Hematospermia |

Gambar 3.4. Tampilan Hasil Penentuan Hasil Dengan Algoritma *Decision Tree*

Pada gambar 3.4. disebutkan hasil dari analisis sperma yang dihasilkan oleh algoritma *decision tree*. Selain itu juga disebutkan beberapa keterangan berupa id sampel, identitas pasien, identitas dokter, tanggal dilakukannya pemeriksaan dan waktu dilakukannya pemeriksaan.

Setelah sistem dikembangkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba untuk mengetahui tingkat akurasi yang dimiliki oleh algoritma *decision tree* yang digunakan. Skenario uji coba yang dilakukan menggunakan skenario yang telah dijelaskan pada tabel 2.5. Untuk hasil pengujian dapat dijelaskan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Hasil Pengujian Dengan Algoritma *Decision Tree*

| No | Hasil Analisis Aktual                                 | Hasil Analisis Dengan <i>Decision Tree</i>            |
|----|---|---|
| 1  | Asthenozoospermia                                     | Asthenozoospermia                                     |
| 2  | Teratozoospermia                                      | Teratozoospermia                                      |
| 3  | Normal  | Normal  |
| 4  | Teratozoospermia, Pyospermia                          | Teratozoospermia, Pyospermia                          |
| 5  | Oligoasthenoteratozoospermia, Pyospermia, Hypospermia | Oligoasthenoteratozoospermia, Pyospermia, Hypospermia |
| 6  | Asthenoteratozoospermia                               | Asthenoteratozoospermia                               |
| 7  | Normal  | Normal  |
| 8  | Oligozoospermia, Hypospermia                          | Oligozoospermia, Hypospermia                          |
| 9  | Pyospermia  | Pyospermia  |
| 10 | Oligoteratozoospermia                                 | Oligoteratozoospermia                                 |

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, sistem yang telah dibangun menggunakan algoritma *decision tree* dapat menghasilkan hasil analisis sperma sesuai dengan hasil aktual dari data pengujian sehingga akurasi yang dimiliki oleh algoritma yang digunakan sebesar 100%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil yaitu Sistem Penentuan Hasil Analisis Sperma Menggunakan Algoritma Decision Tree yang telah dibuat dapat melakukan prediksi kesimpulan analisis sperma secara otomatis menggunakan algoritma *decision tree* dan nilai masukkan hasil pemeriksaan mikroskopis dan makroskopis.

Kedepannya penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan penambahan fitur-fitur kelengkapan yang dapat meningkatkan pelayanan, penambahan data penyakit, serta mencoba menggunakan algoritma yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amol Z. Drugkar, N. B. Gosewade, S. D. Gangane, Rakhi M. More, Swati A. Drugkar. 2016. "Semen Analysis in Male Infertility". *Indian Journal of Clinical Anatomy and Psychology* 2016, 3(1):13-15.
- I. G. Susrama, I. K. Eddy Purnama and M. H. Purnomo. 2016. "Automated analysis of human sperm number and concentration (oligospermia) using otsu threshold method and labelling". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2016, 1059(1):012038
- I. G. Susrama, I. K. Eddy Purnama and M. H. Purnomo. 2016. "Teratozoospermia Classification Based on the Sperm Head Using Otsu Threshold and Decision Tree". *Journal MATEC Web Of Conferences* 58, 2016, pp.03012–03019.
- I. G. Susrama, I. D. G. H. Wisana, I. K. Eddy Purnama and M. H. Purnomo. 2018. "Modified background subtraction statistic models for improvement detection and counting of active spermatozoa motility". *Lontar Komputer: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi* 2018, 9(1):28-39.

- I. G. Susrama, I. K. Eddy Purnama and M. H. Purnomo. 2018. "A New Method To Improve Movement Tracking Of Human Sperms". IAENG International Journal of Computer Science 2018, 45(4).
- Suntoro. J. 2019. Data Mining: Algoritma dan Implementasi dengan Pemrograman PHP. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- T. Wongsodiharjo. 2017. "Analisa Karakteristik Cairan Semen Pada Pasien Varikokel di Rumah Sakit Angkatan Laut dr.Ramelan Surabaya Tahun 2015". HMTJ (Hang Tuah Medical Journal) 2017, 15(1):84-92.
- World Health Organization. 2010. "Examination and Processing of Human Semen. Fifth Edition". F(10). Available at : [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241547789\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241547789_eng.pdf).