

BAB III

RANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA yang dibangun terdiri atas dua bagian yaitu pengukuran kemiripan profil DNA seseorang terhadap data profil DNA yang tersimpan dalam basis data profil DNA dan pengukuran terhadap profil DNA dari keluarga dekat yaitu orang tua kandung dan atau kakek nenek kandung yang bersangkutan.

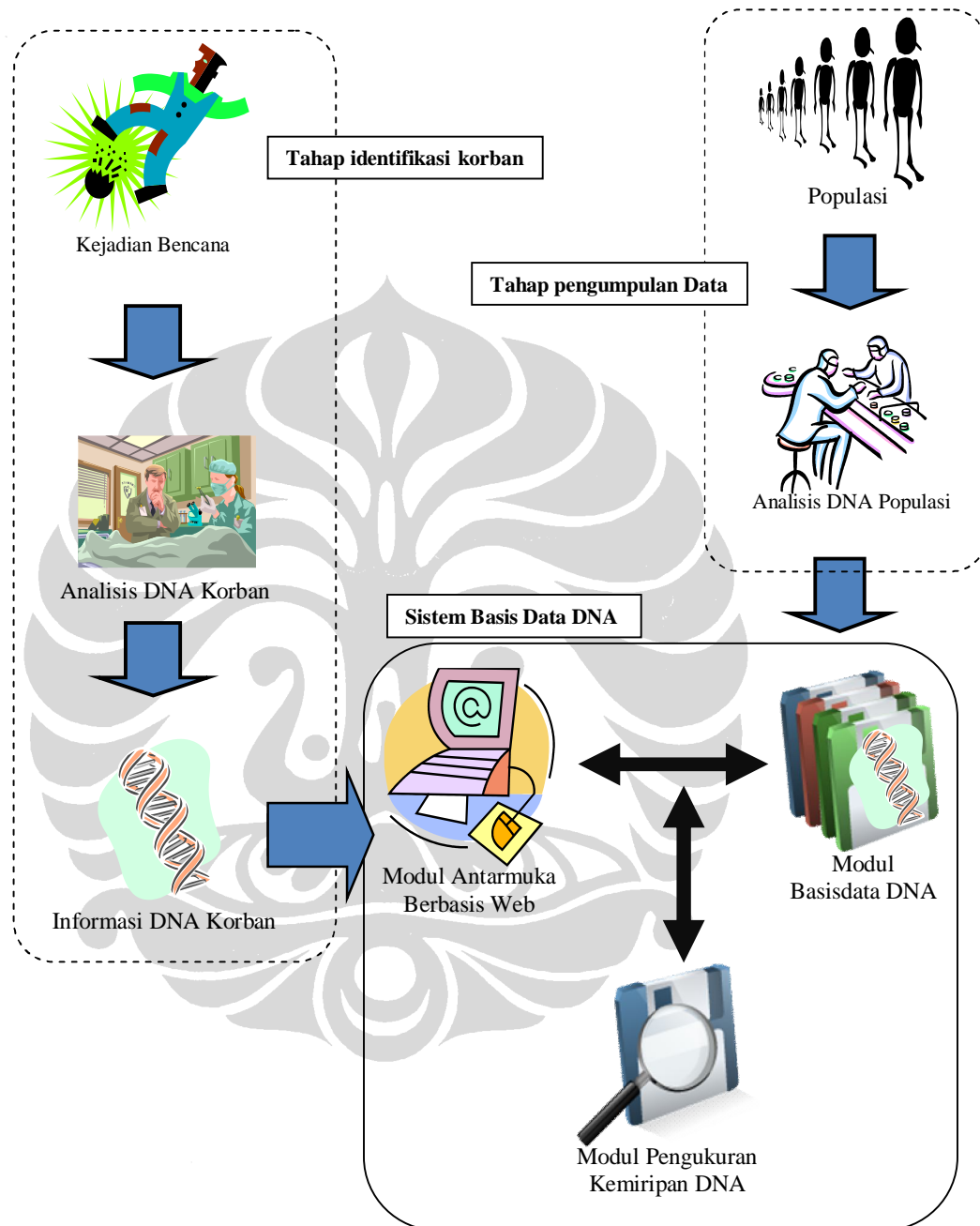
Pengukuran kemiripan profil DNA dilakukan dengan mengukur kemiripan dari masing-masing alel dari locus yang sama antara queri (profil DNA korban) dengan referensi.

3.1 Pengukuran Kemiripan Profil DNA dengan Basis Data Profil DNA

Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA seseorang dengan data yang tersimpan dalam basis data profil DNA ini ditujukan untuk mempermudah pihak berwenang untuk mengetahui identitas korban bencana yang tidak dapat dikenali secara fisik dan tidak ada petunjuk lain yang dapat membantu menemukan keluarga korban.

Dalam membangun sistem pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA, maka hal penting yang terlebih dahulu harus dilakukan adalah membangun sistem basis data yang menyimpan data profil DNA setiap warga negara Indonesia. Sistem basis data ini menyimpan data lengkap setiap warga negara Indonesia berupa data pribadi seperti nama, data orang tua, suku, dan sebagainya dan data profil DNA bersangkutan.

Sistem basis data inilah yang nantinya akan dijadikan referensi bagi pihak berwenang untuk melakukan pencocokan profil DNA korban. Dengan mengetahui profil DNA korban, diharapkan identitas korban akan mudah diperoleh dengan lengkap, jelas dan akurat melalui sistem basis data ini. Arsitektur dan alur dari sistem pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi sistem basis data dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 3.1 Arsitektur dan Alur Pengukuran kemiripan profil DNA dengan Sistem Basis Data DNA

3.1.1 Rancangan Sistem Basis Data

Sistem basis data yang akan dibangun terdiri dari dua tabel penting yaitu tabel data pribadi dan tabel data profil DNA. Tabel data pribadi menyimpan informasi tentang identitas seseorang. Sedangkan tabel data profil DNA berisi tentang informasi profil DNA seseorang yang terdiri dari 16 locus yang masing-masingnya memiliki dua alel. Kedua tabel ini dihubungkan oleh suatu field `no_identitas` yang sekaligus menjadi primary key pada kedua tabel tersebut. Struktur dari masing tabel adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Struktur tabel data_pribadi

Field	Type	Null	Pry	Default
Nama	Varchar (50)	-	-	Null
No_identitas	Varchar (25)	No	Pry	-
Tempat_Lahir	Varchar (25)	-	-	Null
Tanggal_Lahir	Varchar (25)	-	-	Null
Alamat	Varchar (50)	-	-	Null
Suku	Varchar (25)	-	-	Null
Bahasa	Varchar (25)	-	-	Null
Nama_ayah	Varchar (50)	-	-	Null
Nama_ibu	Varchar (50)	-	-	Null
Suku_ayah	Varchar (25)	-	-	Null
Suku_ibu	Varchar (25)	-	-	Null

Tabel 2. Struktur Tabel data_profil dna

Field	Type	Null	Pry	Default
No_identitas	Varchar (30)	No	Pry	-
d3s1358_1	Float	-	-	Null
d3s1358_2	Float	-	-	Null
d7s720_1	Float	-	-	Null
d7s720_2	Float	-	-	Null

d8s1179_1	Float	-	-	Null
d8s1179_2	Float	-	-	Null
d21s11_1	Float	-	-	Null
d21s11_2	Float	-	-	Null
csf1po_1	Float	-	-	Null
csf1po_2	Float	-	-	Null
th01_1	Float	-	-	Null
th01_2	Float	-	-	Null
d13s317_1	Float	-	-	Null
d13s317_2	Float	-	-	Null
d16s539_1	Float	-	-	Null
d16s539_2	Float	-	-	Null
d2s1338_1	Float	-	-	Null
d2s1338_2	Float	-	-	Null
d19s433_1	Float	-	-	Null
d19s433_2	Float	-	-	Null
vwa_1	Float	-	-	Null
vwa_2	Float	-	-	Null
tpox_1	Float	-	-	Null
tpox_2	Float	-	-	Null
d18s51_1	Float	-	-	Null
d18s51_2	Float	-	-	Null
d5s818_1	Float	-	-	Null
d5s818_2	Float	-	-	Null
amel_1	Varchar(1)	-	-	Null
amel_2	Varchar(1)	-	-	Null
fga_1	Float	-	-	Null
fga_2	Float	-	-	Null

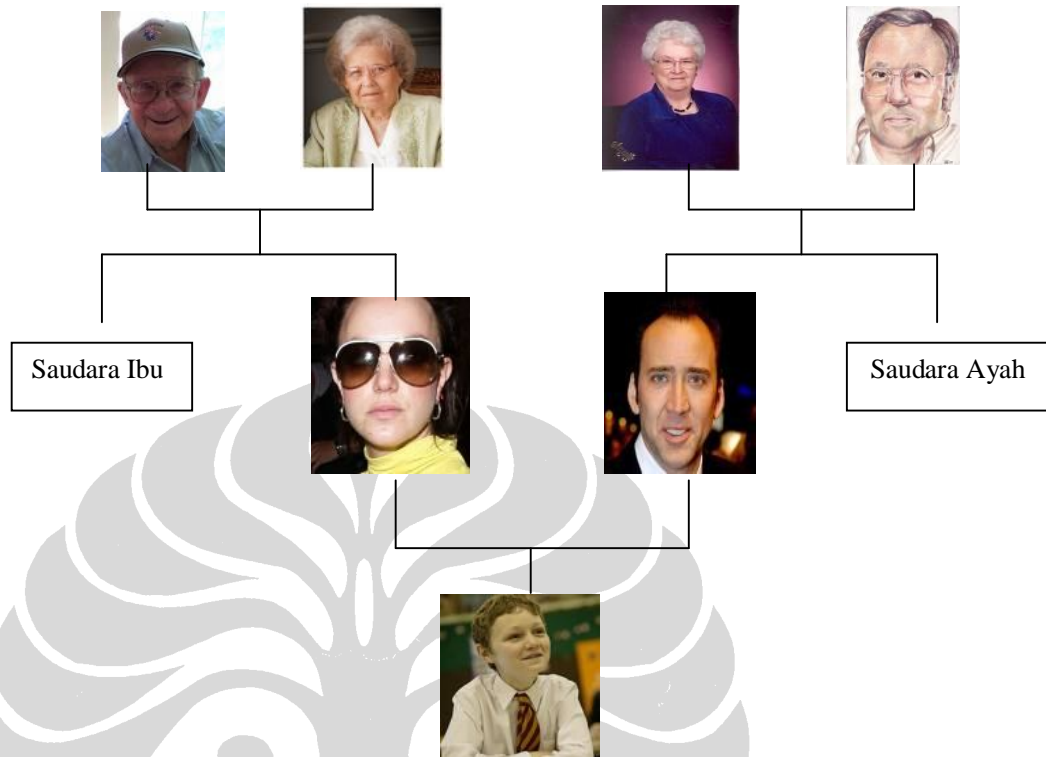
Pada pengukuran kemiripan profil DNA dengan referensi basis data profil DNA, data input merupakan data profil DNA dari korban yang lengkap yang terdiri dari 16 locus yang masing-masing locus terdiri dari sepasang alel. Jika suatu alel tidak ada nilainya maka secara otomatis sistem akan memberi nilai 0.

Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA dilakukan dengan mengukur kemiripan dari setiap alel masing-masing locus antara queri (korban) dengan satu per satu record yang tersimpan pada basis data profil DNA. Masing-masing alel yang dibandingkan akan diberi nilai kemiripan antara 0 – 1. Nilai masing-masing alel ini kemudian akan dijumlahkan dan setelah membandingkan alel ke-2 dari locus ke-16 maka jumlah nilai kemiripan akan dirata-rata. Nilai rata-rata inilah yang menjadi nilai kemiripan profil DNA queri dengan record yang dibandingkan.

Setelah kemiripan profil DNA queri diukur dengan semua record, nilai rata-rata akan ditampilkan terurut dari besar ke kecil berikut dengan nomor identitas pemilik profil DNA bersangkutan sebagai output dari sistem.

3.2 Pengukuran Kemiripan Profil DNA dengan Orang Tua, Kakek dan Nenek Biologis

Dalam kasus tertentu jika ditemukannya korban jiwa akibat terjadinya bencana alam atau ledakan bom atau akibat pembunuhan atau tindakan mutilasi dengan kondisi korban yang sulit dikenali namun terdapat beberapa petunjuk yang mengarah kepada identitas korban, maka untuk menyimpulkan apakah dugaan tentang identitas korban adalah benar perlu pembuktian secara biologis atau dengan membandingkan profil DNA korban dengan keluarga dekat korban. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dan tepat, keluarga yang paling tepat dijadikan referensi pembandingan profil DNA adalah orang tua kandung korban. Namun jika salah satu atau kedua orang tua korban tidak ada maka dapat digantikan oleh kakek dan nenek korban dari pihak ayah dan ibu korban.



Gambar 3.2 Silsilah Keluarga

3.2.1 Usulan Aturan Pencocokan Profil DNA

Profil DNA manusia terdiri dari 16 locus dengan masing-masing locus memiliki dua alel. Salah satu alel diturunkan dari ayah dan lainnya diturunkan dari ibu. Sehingga dalam pencocokan profil DNA manusia untuk masing-masing locus, jika salah satu alel cocok/mirip dengan salah satu alel ayah maka alel lainnya harus cocok/mirip dengan salah satu alel ibu pada locus yang sama.

- If [(alel_1_korban \approx alel_1_ayah) OR (alel_1_korban \approx alel_2_ayah)] AND [(alel_2_korban \approx alel_1_Ibu) OR (alel_2_korban \approx alel_2_ibu)] THEN cocok
- If [(alel_1_korban \approx alel_1_ibu) OR (alel_1_korban \approx alel_2_ibu)] AND [(alel_2_korban \approx alel_1_Ayah) OR (alel_2_korban \approx alel_2_Ayah)] THEN cocok

Jika ayah dan atau ibu sebagai referensi tidak ada maka pengganti yang paling tepat untuk dijadikan referensi profil DNA dari korban adalah orang tua kandung dari ayah dan ibu yaitu kakek dan nenek. Karena satu alel merupakan warisan dari ayah, maka otomatis alel tersebut merupakan warisan dari salah satu alel kakek dan nenek untuk locus yang sama. Sehingga proses pengukuran kemiripan suatu locus tidak berubah, dimana satu locus harus cocok/mirip dengan referensi pihak ayah (ref_A) dan lainnya harus cocok/mirip dengan referensi dari pihak ibu (Ref_B).

- If [(alel_1_korban \approx alel_1_Ref_A) OR (alel_1_korban \approx alel_2_Ref_A)] AND [(alel_2_korban \approx alel_1_Ref_B) OR (alel_2_korban \approx alel_2_Ref_B)] THEN cocok
- If [(alel_1_korban \approx alel_1_Ref_B) OR (alel_1_korban \approx alel_2_Ref_B)] AND [(alel_2_korban \approx alel_1_Ref_A) OR (alel_2_korban \approx alel_2_Ref_A)] THEN cocok

Data profil DNA queri dan referensi diinputkan secara bersamaan. Selanjutnya sistem akan mengukur kemiripan dari profil DNA yang telah diinputkan.

Dalam menentukan nilai kemiripan profil DNA antara queri dengan referensi keluarga dekat, aturan fuzzy yang diusulkan didasarkan pada hal-hal berikut :

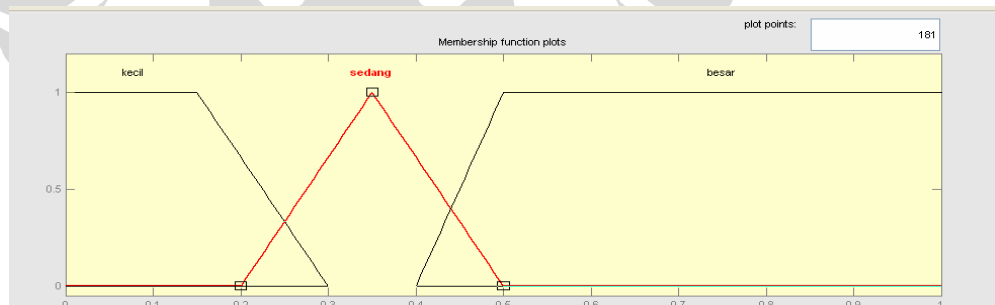
- a. Variabel input terdiri atas 6 yaitu ayah, kakek, nenek, ibu, kakek dari ibu dan nenek dari ibu.
- b. Jika kedua ayah dan ibu ada, maka tidak dibutuhkan referensi lainnya
- c. Input dari aturan fuzzy berupa nilai kemiripan dari kedua alel pada suatu locus
- d. Masing-masing variabel input memiliki tiga fungsi keanggotaan yang menunjukkan kemiripan dua alel yang dibandingkan. Masing-masing fungsi keanggotaan tersebut adalah kecil, sedang dan besar yang ditunjukkan oleh fungsi keanggotaan berikut :

$$f_{kecil}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 0.15 \\ \frac{0.3 - x}{0.15} & 0.15 \leq x \leq 0.3 \\ 0 & x \geq 0.3 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$f_{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0.2; x \geq 0.5 \\ \frac{x - 0.2}{0.15} & 0.2 \leq x \leq 0.35 \\ \frac{0.5 - x}{0.15} & 0.35 \leq x \leq 0.5 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$f_{besar}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0.4 \\ \frac{x - 0.4}{0.1} & 0.4 \leq x \leq 0.5 \\ 1 & x \geq 0.5 \end{cases} \quad (3.3)$$

Bentuk fungsi keanggotaanya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan Variabel Input

- e. fungsi keanggotaan masing-masing variabel input sewaktu-waktu dapat berubah sesuai dengan kebutuhan sistem.
- f. Variabel output menunjukkan nilai similarity rata-rata untuk suatu locus yang terdiri dari tiga fungsi keanggotaan yaitu small yang bernilai 0, medium bernilai 0,5 dan high bernilai 1.
- g. Aturan fuzzy yang digunakan adalah sebagai berikut :

- If (ayah is kecil) And (Ibu is kecil) then (similarity is small)
- If (ayah is kecil) And (Ibu is sedang) then (similarity is small)
- If (ayah is kecil) And (Ibu is besar) then (similarity is medium)
- If (ayah is sedang) And (Ibu is kecil) then (similarity is small)
- If (ayah is sedang) And (Ibu is sedang) then (similarity is medium)
- If (ayah is sedang) And (Ibu is besar) then (similarity is high)
- If (ayah is besar) And (Ibu is kecil) then (similarity is medium)
- If (ayah is besar) And (Ibu is sedang) then (similarity is high)
- If (ayah is besar) And (Ibu is besar) then (similarity is high)
- If (ibu is kecil) And (kakek is not besar) And (nenek is Kecil)
Then (similarity is small)
- If (ibu is kecil) And (kakek is besar) And (nenek is Kecil)
Then (similarity is medium)
- If (ibu is kecil) And (kakek is kecil) And (nenek is besar)
Then (similarity is medium)
- If (ibu is kecil) And (kakek is kecil) And (nenek is not besar)
Then (similarity is small)
- If (ibu is sedang) And (kakek is not besar) And (nenek is Kecil)
Then (similarity is small)
- If (ibu is sedang) And (kakek is besar) And (nenek is Kecil)
Then (similarity is high)
- If (ibu is sedang) And (kakek is kecil) And (nenek is besar)
Then (similarity is high)
- If (ibu is sedang) And (kakek is kecil) And (nenek is not besar)
Then (similarity is medium)
- If (ibu is besar) And (kakek is not besar) And (nenek is Kecil)
Then (similarity is medium)
- If (ibu is besar) And (kakek is besar) And (nenek is Kecil)
Then (similarity is high)

- If (ibu is besar) And (kakek is kecil) And (nenek is besar)
Then (similarity is high)
- If (ibu is besar) And (kakek is kecil) And (nenek is not besar)
Then (similarity is medium)
- If (ayah is kecil) And (kakek dari ibu is not besar) And (nenek dari ibu is Kecil) Then (similarity is small)
- If (ayah is kecil) And (kakek dari ibu is besar) And (nenek dari ibu is Kecil) Then (similarity is medium)
- If (ayah is kecil) And (kakek dari ibu is kecil) And (nenek dari ibu is besar) Then (similarity is medium)
- If (ayah is kecil) And (kakek dari ibu is kecil) And (nenek dari ibu is not besar) Then (similarity is small)
- If (ayah is sedang) And (kakek dari ibu is not besar) And (nenek dari ibu is Kecil) Then (similarity is small)
- If (ayah is sedang) And (kakek dari ibu is besar) And (nenek dari ibu is Kecil) Then (similarity is high)
- If (ayah is sedang) And (kakek dari ibu is kecil) And (nenek dari ibu is besar) Then (similarity is high)
- If (ayah is sedang) And (kakek dari ibu is kecil) And (nenek dari ibu is not besar) Then (similarity is medium)
- If (ayah is besar) And (kakek dari ibu is not besar) And (nenek dari ibu is Kecil) Then (similarity is medium)
- If (ayah is besar) And (kakek dari ibu is besar) And (nenek dari ibu is Kecil) Then (similarity is high)
- If (ayah is besar) And (kakek dari ibu is kecil) And (nenek dari ibu is besar) Then (similarity is high)
- If (ayah is besar) And (kakek dari ibu is kecil) And (nenek dari ibu is not besar) Then (similarity is medium)
- If (kakek is not besar) and (nenek is not besar) and (kakek dari ibu is not besar) and (nenek dari ibu is not besar) then (similarity is small)

- If (kakek is besar) and (nenek is not besar) and (kakek dari ibu is not besar) and (nenek dari ibu is not besar) then (similarity is medium)
- If (kakek is not besar) and (nenek is besar) and (kakek dari ibu is not besar) and (nenek dari ibu is not besar) then (similarity is medium)
- If (kakek is not besar) and (nenek is not besar) and (kakek dari ibu is besar) and (nenek dari ibu is not besar) then (similarity is medium)
- If (kakek is not besar) and (nenek is not besar) and (kakek dari ibu is not besar) and (nenek dari ibu is besar) then (similarity is medium)
- If (kakek is besar) and (nenek is not besar) and (kakek dari ibu is besar) and (nenek dari ibu is not besar) then (similarity is high)
- If (kakek is besar) and (nenek is not besar) and (kakek dari ibu is not besar) and (nenek dari ibu is besar) then (similarity is high)
- If (kakek is not besar) and (nenek is besar) and (kakek dari ibu is besar) and (nenek dari ibu is not besar) then (similarity is high)
- If (kakek is not besar) and (nenek is besar) and (kakek dari ibu is not besar) and (nenek dari ibu is besar) then (similarity is high)

3.3 Data Input

Data yang dijadikan sebagai masukan bagi sistem pengukuran kemiripan profil DNA adalah data profil DNA yang terdiri dari 16 locus yang masing-masingnya memiliki dua alel. Data alel yang diinputkan bertipe float kecuali untuk locus amelogenin bertipe varchar dengan panjang karakter 1.

Pada pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA inputan hanya dilakukan untuk data profil DNA korban saja. Sedangkan untuk pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi pembanding keluarga dekat, inputan dilakukan secara bersamaan antara data profil DNA korban dan data profil DNA orang tua dan atau kakek dan nenek korban.

3.4 Output

Hasil dari pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA adalah berupa angka yang menunjukkan besarnya nilai kemiripan profil DNA yang dibandingkan. Dimana besarnya nilai kemiripan antara 0 – 1.

Untuk pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA hasil yang dikeluarkan oleh sistem adalah nilai kemiripan antara profil DNA korban dengan masing-masing data pada basis data untuk 16 nilai terbesar. Nilai kemiripan yang paling besar menunjukkan bahwa kemungkinan besar korban adalah pemilik profil DNA dengan nilai kemiripan terbesar tersebut. Namun jika nilai kemiripan paling besar dan kedua besar tidak jauh berbeda, dalam menentukan identitas korban sebenarnya dapat mempertimbangkan faktor lain yang terdapat pada data pribadi sistem basis data.

Sedangkan pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi keluarga dekat nilai kemiripan yang dikeluarkan adalah nilai tunggal yang menunjukkan besarnya kemungkinan adanya hubungan biologis antara korban dan referensi.

3.5 Data Percobaan

Data yang digunakan pada percobaan merupakan data profil DNA dari populasi suku Jawa Tengah yang diperoleh dari FKG UI, yang terdiri atas 100 data profil DNA yang terdiri atas 43 data pria dan 57 data wanita. Yang selanjutnya data tersebut disimpan pada basis data profil DNA. Untuk percobaan pengukuran kemiripan profil DNA dengan referensi keluarga biologis data yang digunakan terdiri dari 10 data yang diantaranya terdapat data individu-individu yang memiliki hubungan biologis.

3.6 Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil Dna

Alel dari suatu locus profil DNA manusia yang dihasilkan dari proses identifikasi terhadap evidence DNA terkadang bernilai tidak tepat. Hal ini bisa saja disebabkan oleh beberapa faktor seperti pengaruh cuaca dan suhu, tercemarnya evidence oleh zat lain bahkan kemungkinan akibat kesalahan mesin

PCR. Hal ini akan menjadi penyebab utama kesalahan identifikasi korban jika pencocokan profil DNA dilakukan secara crisp. Untuk memperkecil kesalahan identifikasi terhadap profil DNA maka pencocokan profil DNA dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy. Jika suatu alel korban memiliki *short tandem repeat* (STR) 20 dan alel referensi memiliki STR 20.2, maka kedua alel memiliki nilai similarity 0,5 sehingga kedua alel tersebut dapat dikatakan cocok/mirip.

Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dilakukan dengan mengukur kemiripan dari suatu alel. Dengan asumsi bahwa suatu alel berbentuk segitiga dengan *short tandem repeat* (STR) dari suatu alel menunjukkan nilai tengah, jarak kedua kakinya adalah sama yaitu 0,4 dan tinggi alel sama dengan 1. Maka untuk mengukur kemiripan alel-alel yang dibandingkan digunakan persamaan :

$$\frac{t}{1} = \frac{1}{2} \left(\frac{a_3 - b_1}{a_3 - a_2} \right) \quad (3.4)$$

Dimana : posisi alel pertama < alel kedua

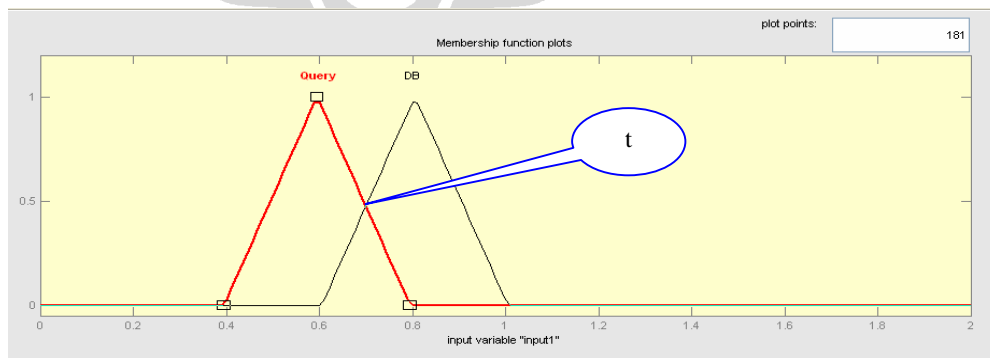
t = titik potong kedua alel

a2 = nilai STR dari alel pertama

a3 = a2 + 0,2

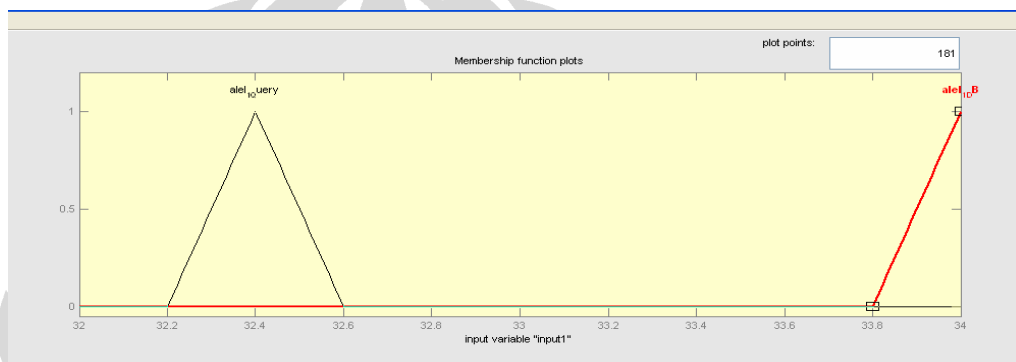
b1 = nilai STR alel kedua - 0,2

Sehingga $0 \leq t \leq 1$

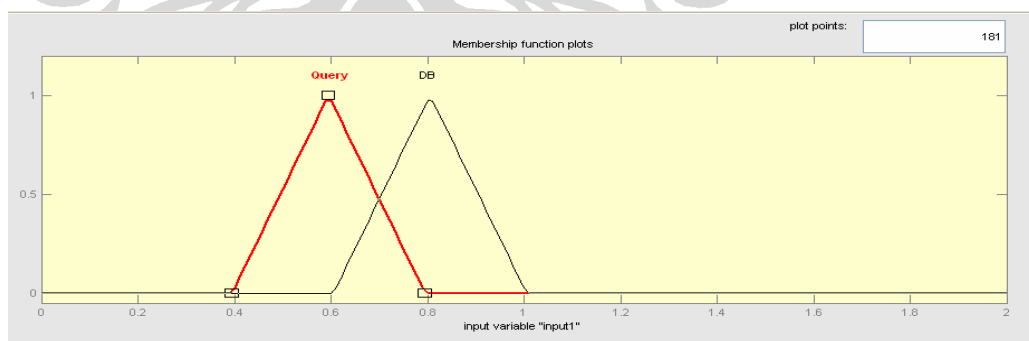


Gambar 3.4 Pengukuran Kemiripan Dua Alel

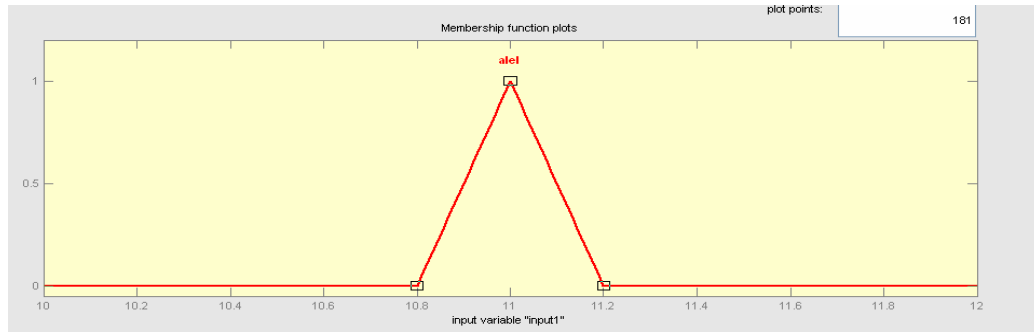
Dari pengamatan dan percobaan yang dilakukan, pergeseran nilai STR pada suatu alel adalah kelipatan 0,2. Sehingga kemungkinan nilai similarity yang dihasilkan untuk suatu alel yang dibandingkan adalah 0, 0,5 dan 1. Namun tidak menutup kemungkinan apabila terdapat STR dari suatu alel yang memiliki pergeseran nilai STR tidak kelipatan 0,2. Seperti kelipatan 0,15 atau 0,25. Berikut contoh posisi dua alel yang dibandingkan dengan nilai pergeseran alel masing-masing 1,4 ; 0,2 dan 0.



Gambar 3.5 Dua Alel Yang Dengan Nilai Similarity = 0



Gambar 3.6 Dua Alel Dengan Nilai Similarity = 0,5



Gambar 3.7 Dua Alel Dengan Nilai Similarity = 1

Setelah menentukan nilai kemiripan (t) dari semua alel profil DNA, maka untuk menentukan nilai kemiripan profil DNA yang dibandingkan secara keseluruhan antara korban dan referensi maka semua nilai kemiripan dari semua alel dijumlahkan kemudian dibagi 32.

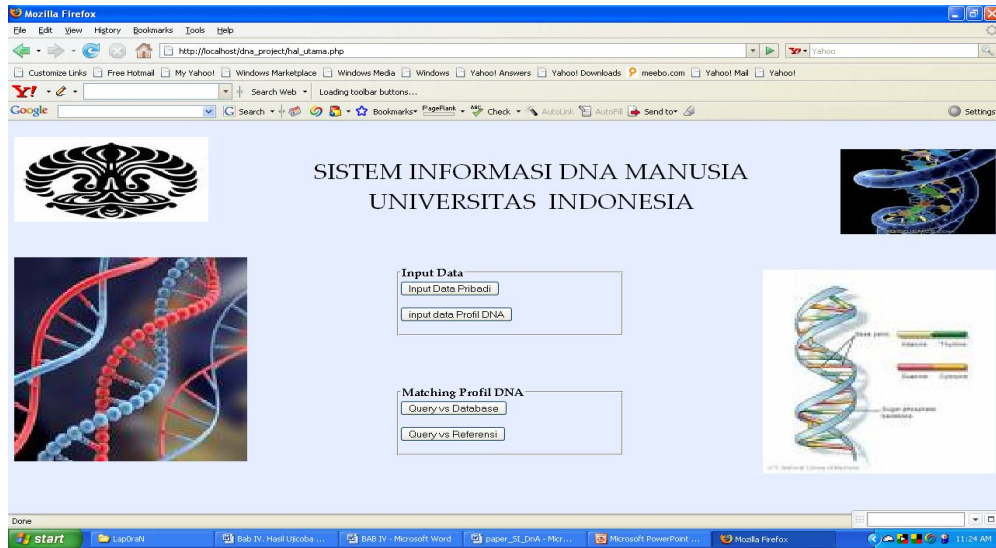
$$similarity = \frac{\sum t}{32} \quad (3.5)$$

Dimana $0 \leq similarity \leq 1$

Nilai inilah yang menunjukkan besarnya kemiripan profil DNA yang dibandingkan.

3.7 Implementasi

Rancangan sistem ini selanjutnya diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai database management systemnya. Untuk mempermudah user berinteraksi dengan sistem, maka dibangun antar muka yang mudah digunakan (*user friendly*). Pada halaman utama antar muka, akan ditampilkan menu yang dapat dipilih oleh pengguna yang terdiri dari input data pribadi, input data profil DNA, pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA dan pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi keluarga.



Gambar 3.8 Antar Muka Sistem Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil Dna

Pada halaman input data pribadi terdapat beberapa *textbox* yang harus diisi oleh administrator untuk menyimpan data pribadi dari pemilik profil DNA yang akan disimpan pada basis data profil DNA. Kolom isian data tersebut terdiri dari nama lengkap, nomor identitas, tempat dan tanggal lahir, suku, alamat tempat tinggal, nama ayah dan ibu, suku ayah dan ibu.

The screenshot shows a web browser window displaying the 'SISTEM INFORMASI DNA MANUSIA' interface. The page title is 'SISTEM INFORMASI DNA MANUSIA UNIVERSITAS INDONESIA'. The main content area is titled 'Input data Profil DNA' and contains a form with the following fields:

Nama Lengkap	<input type="text"/>	Nomor Identitas (KTP)	<input type="text"/>
Tempat Lahir	<input type="text"/>	Tanggal Lahir	<input type="text"/>
Alamat	<input type="text"/>	Suku	<input type="text"/>
Bahasa Sehari-hari	<input type="text"/>		
Nama Ayah Kandung	<input type="text"/>	Nama Ibu Kandung	<input type="text"/>
Suku Ayah	<input type="text"/>	Suku Ibu	<input type="text"/>

At the bottom of the form are 'Save' and 'Cancel' buttons. There are also links for 'Kembali ke menu utama' and 'Test Input Data'.

Gambar 3.9 Halaman Input Data Pribadi ke Dalam Basis Data

Pada halaman input data profil DNA terdapat kolom isian (*textbox*) untuk menyimpan nomor identitas pemilik profil DNA berikut dengan data profil DNA bersangkutan yang terdiri dari 16 locus yang masing-masingnya memiliki dua alel.

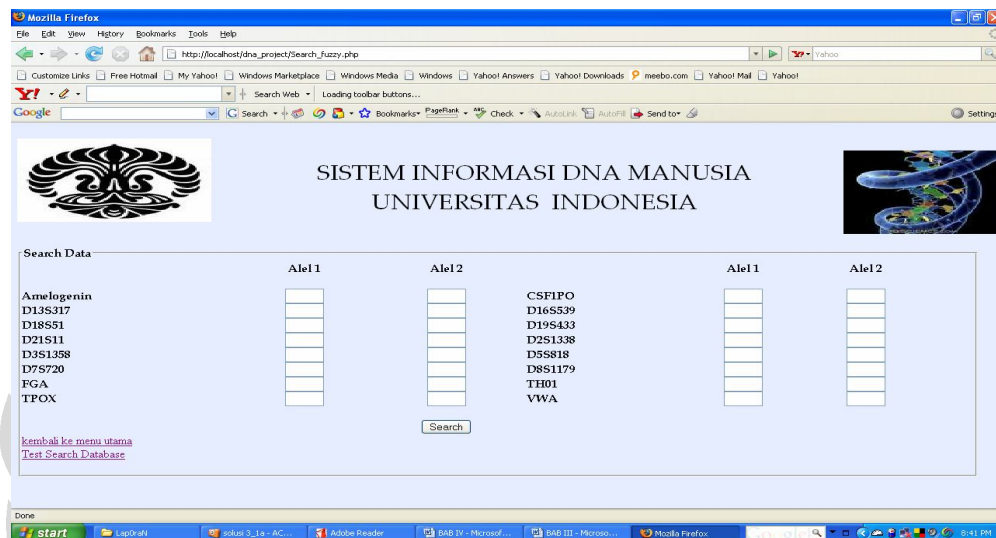
The screenshot shows the 'SISTEM INFORMASI DNA MANUSIA' interface with the 'Input data Profil DNA' form. The form is structured as follows:

No. Identitas						
Nama Locus	Alel 1	Alel 2	Nama Locus	Alel 1	Alel 2	
Amelogenin	<input type="text"/>	<input type="text"/>	CSF1PO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
D13S317	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D16S539	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
D18S51	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D19S433	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
D21S11	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D2S1338	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
D3S1358	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D5S818	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
D7S720	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D8S1179	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
FGA	<input type="text"/>	<input type="text"/>	TH01	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
TPOX	<input type="text"/>	<input type="text"/>	VWA	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

A 'Save' button is located at the bottom of the form. A link for 'Kembali ke menu utama' is also present.

Gambar 3.10 Halaman isian data profil DNA

Rancangan halaman pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data berbeda dengan halaman pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi keluarga. Halaman pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data hanya membutuhkan data profil DNA dari korban (queri) saja.



Gambar 3.11 Halaman Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Basis Data Profil DNA

Sementara pada halaman pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi keluarga data profil DNA yang dibutuhkan terdiri dari data profil DNA korban dan data profil DNA referensi yang tersedia

**SISTEM INFORMASI DNA MANUSIA
UNIVERSITAS INDONESIA**

Kemiripan Profil DNA

Nama Locus	Query	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Amelogenin									
CSF1PO									
D13S317									
D16S539									
D18S51									
D19S433									
D21S11									
D2S1338									
D3S1358									
D5S818									
D7S720									
D8S1179									
FGA									
TH01									
TPOX									

Gambar 3.12 Halaman Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Keluarga Biologis

BAB IV

HASIL UJICoba DAN ANALISIS

Pada bab ini dibahas tentang hasil ujicoba yang dilakukan dan analisis dari ujicoba tersebut.

4.1 Skenario Ujicoba

Ujicoba dilakukan untuk menganalisa hasil kerja dari sistem yang telah dibangun. Skenario ujicoba sistem dilakukan dengan beberapa tahap yaitu :

1. Skenario 1 : Pengukuran kemiripan dengan metode konvensional

Skenario tahap pertama merupakan pengukuran kemiripan profil DNA konvensional yang dilakukan secara manual dengan menggunakan metode *crisp*. Pada metode ini kedua alel yang dibandingkan akan dianggap cocok jika kedua nilai STR alel benar-benar sama. Sehingga dua alel yang memiliki selisih nilai STR > 0 akan dianggap tidak cocok. Jika pada dua profil DNA yang dibandingkan jumlah alel yang cocok kurang dari 8 lokus maka dua profil DNA tersebut dikatakan tidak cocok.

2. Skenario 2 : Pengukuran kemiripan profil DNA menggunakan ukuran kemiripan fuzzy

Skenario kedua ini mengukur kemiripan profil DNA menggunakan metode fuzzy. Dengan menetapkan nilai fuzziness dari suatu alel adalah 0,2, maka jika dua alel memiliki selisih 0,2 nilai kemiripannya adalah 0,5. Sehingga dapat disimpulkan dua alel tersebut cocok/mirip.

Skenario kedua ini terdiri atas 4 sub skenario yaitu :

a. Skenerio 2.1 : pengukuran kemiripan dua alel

Skenario ujicoba pertama dilakukan dengan mengukur kemiripan dua alel. Data ujicoba yang digunakan merupakan data dari dua alel dari suatu lokus yang sama yang salah satu alel mengalami pergeseran nilai STR. Nilai kemiripan merupakan nilai similariti dari dua alel tersebut.

b. Skenario 2.2 : pengukuran kemiripan suatu lokus

Skenario kedua adalah pengukuran kemiripan dari suatu lokus. Karena suatu lokus terdiri atas dua alel maka pengukuran kemiripan akan

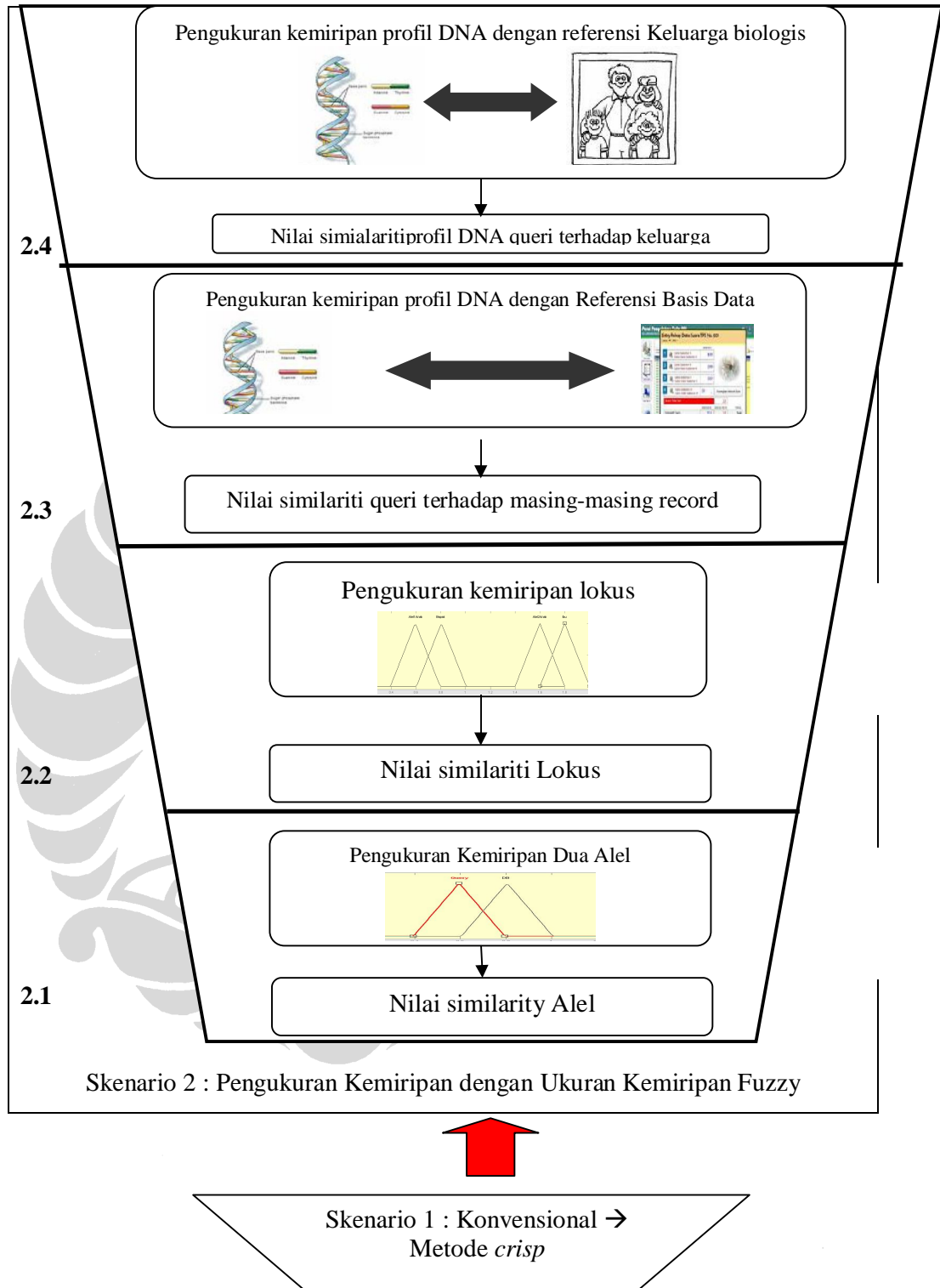
dilakukan terhadap masing-masing alel. Dimana alel pertama data1 akan diukur kemiripannya dengan alel pertama data2, sedangkan alel kedua data1 akan diukur kemiripannya dengan alel kedua data2. Nilai similariti lokus adalah nilai rata-rata dari kedua nilai similariti alel.

- c. Skenario 2.3 : Pengukuran kemiripan Profil DNA dengan referensi basis data profil DNA

Skenario ketiga adalah mengukur kemiripan dari profil DNA queri dengan record profil DNA pada basis data profil DNA. Suatu profil DNA queri akan diukur kemiripannya dengan masing-masing record. Data ujicoba yang digunakan adalah salah satu data profil DNA yang diambil secara acak dari basis data profil DNA. Pengukuran terhadap masing-masing record dilakukan dengan mengukur kemiripan terhadap masing-masing alel dari setiap lokus. Nilai similariti untuk masing-masing record adalah total nilai similariti semua alel dibagi 32.

- d. Skenario 2.4 : Pengukuran kemiripan profil DNA dengan referensi keluarga biologis

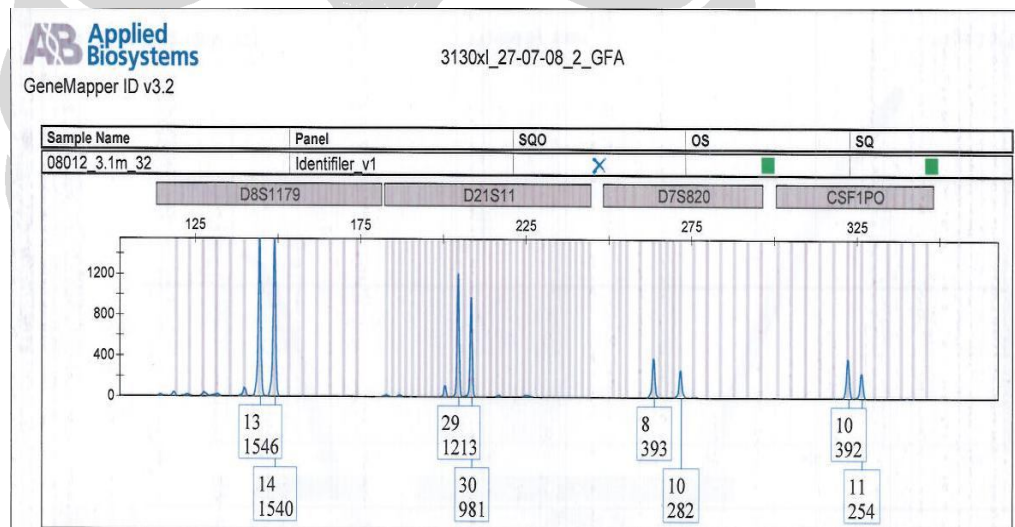
Skenario keempat adalah pengukuran kemiripan profil DNA queri dengan keluarga biologis terduga korban. Data ujicoba yang digunakan adalah data profil DNA individu, orang tua biologis individu bersangkutan dan data individu lain yang tidak memiliki hubungan biologis dengan individu tersebut. Pengukuran kemiripan dilakukan secara bersamaan antara profil DNA Queris dengan data profil DNA referensi yang tersedia. Untuk suatu lokus, salah satu alel diukur terhadap alel dari pihak ayah dan alel lainnya diukur terhadap alel dari pihak ibu untuk lokus yang sama. Nilai similariti hasil pengukuran lokus akan dijumlahkan kemudian dibagi 32 dan diperoleh nilai similariti profil DNA.



Gambar 4.1 Skenario Ujicoba

4.2 Hasil Ujicoba

Data yang dijadikan sebagai input bagi sistem merupakan data profil DNA yang lengkap yang terdiri dari 16 loki yang masing-masingnya terdiri atas dua alel. Untuk memasukkan data profil DNA ke dalam sistem, dilakukan secara manual. Data yang diperoleh dari hasil identifikasi barang bukti biologis (*evidence DNA*) oleh mesin PCR berupa electropherogram masih mengandung *noise*. *Noise* ini tidak diperhitungkan dalam menentukan profil DNA seseorang. Sehingga untuk masing-masing loki profil DNA pada electropherogram hanya dua sinyal tertinggi saja yang dibaca. Sinyal inilah yang menunjukkan alel dari loki bersangkutan. Jika terdapat dua sinyal tinggi pada suatu loki maka keduanya adalah alel, namun jika hanya ada satu sinyal yang tingginya cukup signifikan dibandingkan noise disekelilingnya maka alel pertama dan alel kedua untuk loki bersangkutan memiliki nilai yang sama.



Gambar 4.2 Sinyal-Sinyal yang Menunjukkan Alel-Alel dari Empat Loki Pada Electropherogram

Alel direpresentasikan seperti sebuah segitiga sama kaki, dimana jarak antara kedua kaki adalah 0,4 dan tinggi adalah 1, titik tengah dari kedua kaki adalah nilai STR yang ditunjukkan suatu alel. Untuk suatu loki, masing-masing alel akan diukur kemiripan fuzzynya dengan alel-alel yang terdapat pada referensi untuk loki yang sama. Untuk masing-masing alel yang diukur dari suatu loki akan menghasilkan nilai similarity (t_i) berdasarkan rumusan berikut :

$$\frac{t_i}{1} = \frac{\frac{1}{2} (a_3 - b_1)}{(a_3 - a_2)} \quad (4.1)$$

Nilai similarity masing-masing loki akan dijumlahkan dan dibagi 32 untuk mendapatkan nilai similarity terhadap referensi menggunakan persamaan (3.5).

4.1.1 Pengukuran Kemiripan Fuzzy profil DNA dengan Referensi Basis Data Profil DNA

Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA dilakukan dengan mengukur kemiripan fuzzy antara setiap alel dari masing-masing loki query dengan setiap alel pada semua loki masing-masing record yang terdapat dalam basis data profil DNA. Untuk setiap record yang telah dibandingkan atau diukur kemiripannya akan menghasilkan satu nilai similarity. Sebagai output pada antar muka sistem dari pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA ini adalah 16 nilai similarity terbesar dari semua record yang dibandingkan.

Berikut adalah contoh pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA yang dilakukan sistem terhadap tiga record yang tersimpan dalam basis data profil DNA berdasarkan profil DNA query.

Tabel 4.1 Contoh Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA Terhadap Tiga Record Profil DNA

Nama Loki	Query		Record 1		Record 2		Record 3	
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2
AMEL	X	Y	1	1	1	0	1	1
CSFIPO	10	11	1	1	0	0	0	1
D13S317	10	11	1	1	0	1	0	0
D16S539	10	12	1	1	0	0	0	1
D18S51	12	19	1	1	1	0	0	1
D19S433	14	15.2	1	0.5	0	1	0	0.5
D21S11	31.2	32.2	0.5	1	0.5	0	1	0
D2S1338	19	23	1	1	1	0	1	0
D3S1358	15	17	1	1	0	0	0	0
D5S818	10	13	1	1	0	0	0	0

D7S820	9	10	1	1	0	1	0	0
D8S1179	11	13	1	1	0	1	0	0
FGA	22	22	1	1	0	1	0	0
TH01	7	9.3	1	1	0.5	0	1	0
TPOX	8	9	1	1	1	0	0	1
vWA	14	18	1	1	1	0	0	1
Nilai Similarity			0.96875		0.34375		0.328125	

Dari contoh diatas maka record 1 memiliki nilai similarity paling besar terhadap queri. Walaupun nilai similarity < 1 , namun syarat untuk dapat menyimpulkan bahwa korban (queri) adalah adalah pemilik identitas record 1 telah terpenuhi. Yaitu minimal delapan dari 16 loki mirip/cocok, atau nilai similarity $\geq 0,5$.

Sebelum sistem pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dapat digunakan, hal penting yang dilakukan adalah mengumpulkan data profil DNA untuk disimpan ke dalam sistem basis data profil DNA. Data profil DNA tersebut diperoleh dari laboratorium forensik kepolisian Republik Indonesia (Labfor POLRI), dengan jumlah 100 data profil DNA. Data tersebut disimpan berikut dengan nomor identitas pemilik masing-masing profil DNA. Karena identitas pemilik dirahasiakan oleh pihak Labfor, maka untuk ujicoba, data pribadi direkayasa. Namun rekayasa data pribadi ini tidak mempengaruhi proses pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA.

Nama Locus	Alel 1	Alel 2	Nama Locus	Alel 1	Alel 2
Amelogenin	x	y	CSE1PO	10	13
D13S317	9	10	D16S539	9	13
D18S51	15	15	D19S433	14	15
D21S11	28	32.2	D2S1338	20	23
D3S1358	16	18	D5S818	12	13
D7S820	10	11	D8S1179	10	15
FGA	21	25	TH01	9	9
TPOX	8	9	VWA	14	17

Gambar 4.3 Halaman Input Data Profil DNA ke Basis Data

Untuk mempermudah memperoleh identitas pemilik profil DNA maka data pribadi lengkap yang terdiri dari nama lengkap, tempat dan tanggal lahir, nama kedua orang tua, suku, harus disimpan dalam sebuah tabel data pribadi yang dihubungkan dengan tabel data_profil_dna oleh field nomor identitas.

**SISTEM INFORMASI DNA MANUSIA
UNIVERSITAS INDONESIA**

Input data Profil DNA

Nama Lengkap:

Tempat Lahir:

Alamat:

Bahasa Sehari-hari:

Nama Ayah Kandung:

Suku Ayah:

Nomor Identitas (KTP):

Tanggal Lahir:

Suku:

Nama Ibu Kandung:

Suku Ibu:

[Kembali ke menu utama](#)

Gambar 4.4 Halaman Input Data Pribadi ke Basis Data

Setelah semua data disimpan ke dalam basis data profil DNA, salah satu data diambil secara acak dan diinputkan sebagai queri untuk menguji sistem pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA yang telah dibangun.

**SISTEM INFORMASI DNA MANUSIA
UNIVERSITAS INDONESIA**

Search Data

	Alel1	Alel2		Alel1	Alel2
Amelogenin	x	y	CSFIPO	12	12
D13S317	8	10	D16S539	10	11
D18S51	16	16	D19S433	14	15
D21S11	29	31,2	D2S1338	17	17
D3S1358	16	16	D5S818	12	13
D7S720	10	11	D8S1179	10	13
FGA	22	24,2	TH01	7	9
TPOX	8	11	VWA	15	16

[Kembali ke menu utama](#)

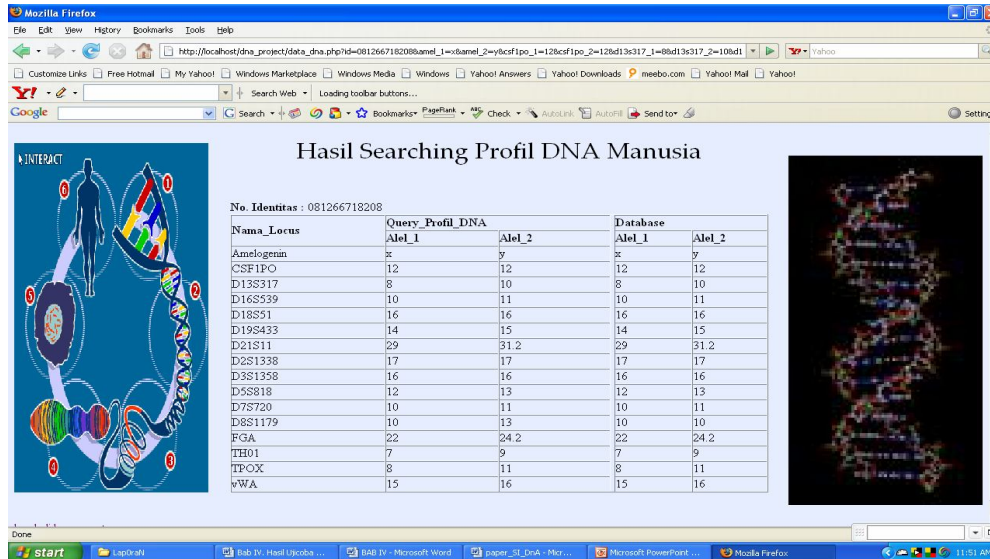
Gambar 4.5 Halaman input Profil DNA Querri

Hasil yang diperoleh dari pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA ini sangat bagus dimana hasil yang dikeluarkan sistem untuk pemilik profil DNA yang dijadikan query bernilai 1. Karena data query diukur kemiripannya dengan semua record pada basis data profil DNA, maka sistem juga memberikan hasil pengukuran kemiripan untuk masing-masing record profil DNA. Namun yang ditampilkan pada halaman hasil hanya 16 besar saja.

Query Search Profil DNA			Hasil Pengukuran Similarity	
Nama_Locus	Alel_1	Alel_2	no_identitas	Nilai_Similarity
Amelogenin	x	y	0812466718208	1
CSF1PO	12	12	0260520185	0.484375
D13S317	8	10	08156104710	0.453125
D16S539	10	11	08121442900	0.4375
D18S51	16	16	081266035036	0.421875
D19S433	14	15	081321055154	0.390625
D21S11	29	31.2	02170307418	0.390625
D2S1338	17	17	08126760624	0.390625
D3S1358	16	16	08159545293	0.390625
D5S818	12	13	08126742060	0.359375
D7S720	10	11	08126733667	0.359375
D8S1179	10	13	08122311347	0.359375
FGA	22	24.2	081374250080	0.359375
TH01	7	9	081319111675	0.34375
mtDNA	6	4.4	0812466718208	0.34375

Gambar 4.6 Halaman Hasil Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA

Untuk memastikan bahwa data profil DNA query yang diinputkan sama dengan data profil DNA yang memiliki nilai similarity tertinggi pada halaman hasil diatas, pengguna dapat mengklik nomor identitas bersangkutan. Selanjutnya akan tampil data profil DNA dari nomor identitas yang telah dipilih sebelumnya.



Gambar 4.7 Halaman Tampilan Data Profil DNA yang Telah Dipilih User

4.1.2 Pengukuran Kemiripan Fuzzy profil DNA dengan Referensi Keluarga Biologis

Keluarga yang direkomendasikan untuk dijadikan referensi dalam proses pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA adalah orang tua biologis dari dugaan korban dan atau kakek nenek biologis dari pihak ayah dan ibu dugaan korban. Sama halnya dengan pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi basis data profil DNA, pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi keluarga juga dilakukan dengan mengukur kemiripan dari setiap alel suatu loki. Namun pengukuran antara queri dengan semua referensi yang tersedia dilakukan secara bersamaan.

Keluarga yang sangat tepat untuk dijadikan referensi pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA adalah orang tua biologis (ayah dan ibu), namun bila salah satu atau keduanya tidak ada dapat digantikan oleh kakek nenek biologis masing-masing dari pihak yang tidak tersedia. Penggantian referensi orang tua oleh kakek dan nenek tidak mempengaruhi nilai similarity dari pengukuran kemiripan. Karena jika salah satu alel yang terdapat pada suatu loki profil DNA korban adalah warisan dari ayahnya, maka otomatis alel tersebut adalah warisan dari salah satu alel yang dimiliki oleh orang tua ayah korban (kakek dan nenek) untuk loki yang sama. Begitu juga bila ibu digantikan oleh kakek dan nenek biologis dari pihak ibu.



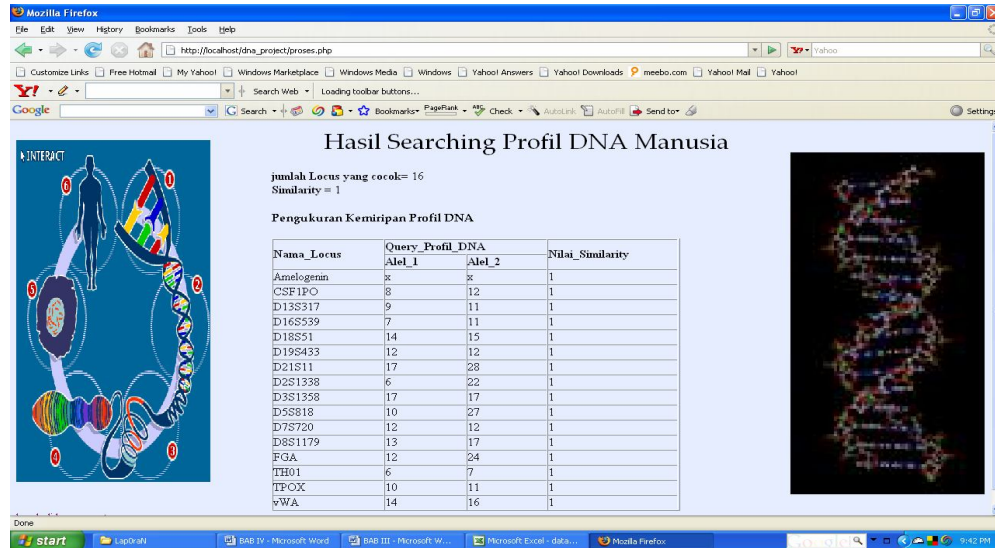
Gambar 4.8 Halaman Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Keluarga

Berikut adalah tabel yang menunjukkan beberapa kemungkinan kecocokan alel terhadap referensi yang tersedia.

Tabel 4.2 Contoh Hasil Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA Dengan Referensi Keluarga Biologis

Nama Loki	Ayah	Ibu	Kakek (ayah)	Nenek (Ayah)	Kakek (Ibu)	Nenek (ibu)
CSF1PO	V	V				
		V	V	X		
	V				X	V
D13S317	X	V				
		V	X	X		
	V				X	X
D16S539	X	X				
	X				X	X
		X	X	X		

Pada pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi keluarga nilai similarity masing-masing alel suatu loki dijumlahkan dan untuk memperoleh similarity secara keseluruhan dari queri terhadap semua referensi yang tersedia adalah nilai rata-rata semua alel. Nilai similarity yang dihasilkan oleh sistem menunjukkan tingkat kebenaran atas dugaan identitas korban.



Gambar 4.9 Halaman Hasil Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA Referensi Keluarga

Berikut adalah contoh data profil DNA korban dan data profil DNA orang tua serta kakek nenek yang diduga memiliki hubungan biologis dengan korban.

Tabel 4.3 Data Profil DNA Korban dan Terduga Keluarga

Nama Loki	Queri		Ayah		Kakek1		Nenek1	
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2
AMEL	X	X	X	y	x	y	x	x
CSF1PO	8	12	8	17	8	8	15	17
D13S317	9	11	9	13	13	14	9	11
D16S539	7	11	7	7	7	12	7	7
D18S51	14	15	15	21	15	15.2	21	23
D19S433	12	12	9	12	8	9	12	13
D21S11	17	28	12	17	17	19	10	12
D2S1338	6	22	6	7	6	8	7	9
D3S1358	17	17	16	17	13	17	14	16
D5S818	10	27	27	32	22	32	25	27
D7S820	12	12	12	13	11	12	13	15
D8S1179	13	17	17	21	17	19	21	23
FGA	12	24	8	12	8	8	9	12
TH01	6	7	6	14	12	14	6	7
TPOX	10	11	9	10	12	10	6	21
vWA	14	16	14	17	14	16	17	20

Tabel 4.3 (sambungan)

Nama Loki	Ibu		Kakek2		Nenek2	
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2
AMEL	x	X	x	y	x	x
CSF1PO	11	12	12	12	11	12
D13S317	11	11	11	11	10	11
D16S539	11	12	12	12	11	12
D18S51	14	18	15	18	14	20
D19S433	12	15	13	15.2	12	15
D21S11	28	30	28	33.2	29	30
D2S1338	22	24	19	22	19	24
D3S1358	17	18	16	16	16	17
D5S818	10	12	12	12	10	11
D7S820	11	12	11	11	10	12
D8S1179	13	13	10	13	13	15
FGA	24	25	22	25	22	24
TH01	7	7	7	7	7	10
TPOX	8	11	11	11	8	11
vWA	16	17	17	17	14	16

Berikut adalah contoh pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dari data diatas dengan beberapa kemungkinan tersedianya referensi dari pihak keluarga.

a. Ayah dan ibu lengkap

Jika pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dilakukan antara korban dengan referensi ayah dan ibu biologis lengkap maka referensi lain tidak diperlukan. Karena untuk suatu loki salah satu alel diperoleh dari ayah dan alel lainnya diwariskan dari ibu. Jika korban merupakan anak biologis dari referensi ayah dan ibu, maka nilai similarity profil DNA ≈ 1 .

Tabel 4.4 Pengukuran Kemiripan dengan Referensi Ayah dan Ibu Biologis

Nama Loki	Quer		Ayah		t	Ibu		t
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2		Alel 1	Alel 2	
AMEL	X	X	x	y	1	x	x	1
CSF1PO	8	12	8	17	1	11	12	1
D13S317	9	11	9	13	1	11	11	1
D16S539	7	11	7	7	1	11	12	1
D18S51	14	15	15	21	1	14	18	1

D19S433	12	12	9	12	1	12	15	1
D21S11	17	28	12	17	1	28	30	1
D2S1338	6	22	6	7	1	22	24	1
D3S1358	17	17	16	17	1	17	18	1
D5S818	10	27	27	32	1	10	12	1
D7S820	12	12	12	13	1	11	12	1
D8S1179	13	17	17	21	1	13	13	1
FGA	12	24	8	12	1	24	25	1
TH01	6	7	6	14	1	7	7	1
TPOX	10	11	9	10	1	8	11	1
vWA	14	16	14	17	1	16	17	1
					16			16
Nilai similarity Profil DNA					1			

b. Ayah dengan kakek2 dan nenek2 sebagai pengganti ibu

Tabel 4.5 Pengukuran Kemiripan Profil DNA dengan Referensi Ayah Biologis dan Kakek dan Nenek dari Pihak Ibu

Nama Laki	Querri		Ayah		t	Kakek2		Nenek2		t
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2		Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	
AMEL	x	x	x	y	1	x	y	x	x	1
CSF1PO	8	12	8	17	1	12	12	11	12	1
D13S317	9	11	9	13	1	11	11	10	11	1
D16S539	7	11	7	7	1	12	12	11	12	1
D18S51	14	15	15	21	1	15	18	14	20	1
D19S433	12	12	9	12	1	13	15.2	12	15	1
D21S11	17	28	12	17	1	28	33.2	29	30	1
D2S1338	6	22	6	7	1	19	22	19	24	1
D3S1358	17	17	16	17	1	16	16	16	17	1
D5S818	10	27	27	32	1	12	12	10	11	1
D7S820	12	12	12	13	1	11	11	10	12	1
D8S1179	13	17	17	21	1	10	13	13	15	1
FGA	12	24	8	12	1	22	25	22	24	1
TH01	6	7	6	14	1	7	7	7	10	1
TPOX	10	11	9	10	1	11	11	8	11	1
vWA	14	16	14	17	1	17	17	14	16	1
					16					16
Nilai similarity Profil DNA					1					

c. Ibu dengan kakek1 dan nenek1 sebagai pengganti ayah

Tabel 4.6 Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Ibu Biologis dan Kakek dan Nenek dari Pihak Ayah

Nama Loki	Querri		Ibu		t	Kakek1		Nenek1		t
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2		Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	
AMEL	x	x	x	x	1	x	y	x	x	1
CSFIPO	8	12	11	12	1	8	8	15	17	1
D13S317	9	11	11	11	1	13	14	9	11	1
D16S539	7	11	11	12	1	7	12	7	7	1
D18S51	14	15	14	18	1	15	15.2	21	23	1
D19S433	12	12	12	15	1	8	9	12	13	1
D21S11	17	28	28	30	1	17	19	10	12	1
D2S1338	6	22	22	24	1	6	8	7	9	1
D3S1358	17	17	17	18	1	13	17	14	16	1
D5S818	10	27	10	12	1	22	32	25	27	1
D7S820	12	12	11	12	1	11	12	13	15	1
D8S1179	13	17	13	13	1	17	19	21	23	1
FGA	12	24	24	25	1	8	8	9	12	1
TH01	6	7	7	7	1	12	14	6	7	1
TPOX	10	11	8	11	1	12	10	6	21	1
vWA	14	16	16	17	1	14	16	17	20	1
					16					16
Nilai similarity Profil DNA					1					

d. Kakek dan nenek serta Kakek2 dan nenek2 sebagai pengganti kedua orang tua

Tabel 4.7 Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Orang tua Biologis dari Ayah dan Ibu Biologis Korban

Nama Loki	Querri		Kakek1		Nenek1		t	Kakek2		Nenek2		t
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2		Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	
AMEL	x	x	x	y	x	x	1	x	y	x	x	1
CSFIPO	8	12	8	8	15	17	1	12	12	11	12	1

D13S317	9	11	13	14	9	11	1	11	11	10	11	1	
D16S539	7	11	7	12	7	7	1	12	12	11	12	1	
D18S51	14	15	15	15.2	21	23	1	15	18	14	20	1	
D19S433	12	12	8	9	12	13	1	13	15.2	12	15	1	
D21S11	17	28	17	19	10	12	1	28	33.2	29	30	1	
D2S1338	6	22	6	8	7	9	1	19	22	19	24	1	
D3S1358	17	17	13	17	14	16	1	16	16	16	17	1	
D5S818	10	27	22	32	25	27	1	12	12	10	11	1	
D7S820	12	12	11	12	13	15	1	11	11	10	12	1	
D8S1179	13	17	17	19	21	23	1	10	13	13	15	1	
FGA	12	24	8	8	9	12	1	22	25	22	24	1	
TH01	6	7	12	14	6	7	1	7	7	7	10	1	
TPOX	10	11	12	10	6	21	1	11	11	8	11	1	
vWA	14	16	14	16	17	20	1	17	17	14	16	1	
							16						16
Nilai similarity Profil DNA							1						

e. Kakek1 dengan kakek2 dan nenek2 sebagai pengganti orang tua

Tabel 4.8 Pengukuran Kemiripan Profil DNA dengan Referensi Kakek dari Pihak Ayah Serta Kakek dan Nenek dari Pihak Ibu

Nama Loki	Quer		Kakek1		t	Kakek2		Nenek2		t
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2		Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2	
AMEL	x	x	x	y	1	x	y	x	x	1
CSF1PO	8	12	8	8	1	12	12	11	12	1
D13S317	9	11	13	14	0	11	11	10	11	1
D16S539	7	11	7	12	1	12	12	11	12	1
D18S51	14	15	15.2	19	0.5	15	18	14	20	1
D19S433	12	12	8	9	0	13	15.2	12	15	1
D21S11	17	28	17	19	1	28	33.2	29	30	1
D2S1338	6	22	6	8	1	19	22	19	24	1
D3S1358	17	17	13	17	1	16	16	16	17	1
D5S818	10	27	22	32	0	12	12	10	11	1
D7S820	12	12	11	12	1	11	11	10	12	1
D8S1179	13	17	17	19	1	10	13	13	15	1
FGA	12	24	8	8	0	22	25	22	24	1
TH01	6	7	12	14	0	7	7	7	10	1
TPOX	10	11	12	10	1	11	11	8	11	1

vWA	14	16	14	16	1	17	17	14	16	1
					10.5					16
Nilai similarity Profil DNA					0.84375					

f. Nenek1 dan kakek2 sebagai pengganti orang tua

Tabel 4.9 Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Nenek dari Pihak Ayah Biologis dan Kakek dari Pihak Ibu Biologis

Nama Laki	Querri		Nenek1		t	Kakek2		t
	Alel 1	Alel 2	Alel 1	Alel 2		Alel 1	Alel 2	
AMEL	x	x	x	x	1	x	y	1
CSF1PO	8	12	15	17	0	12	12	1
D13S317	9	11	9	11	1	11	11	1
D16S539	7	11	7	7	1	12	12	0
D18S51	14	15	21	23	0	15	18	1
D19S433	12	12	12	13	1	13	15.2	0
D21S11	17	28	10	12	0	28	33.2	1
D2S1338	6	22	7	9	0	19	22	1
D3S1358	17	17	14	16	0	16	16	0
D5S818	10	27	25	27	1	12	12	0
D7S820	12	12	13	15	0	11	11	0
D8S1179	13	17	21	23	0	10	13	1
FGA	12	24	9	12	1	22	25	0
TH01	6	7	6	7	1	7	7	1
TPOX	10	11	6	21	0	11	11	1
vWA	14	16	17	20	0	17	17	0
					7			9
Nilai similarity Profil DNA					0.5			

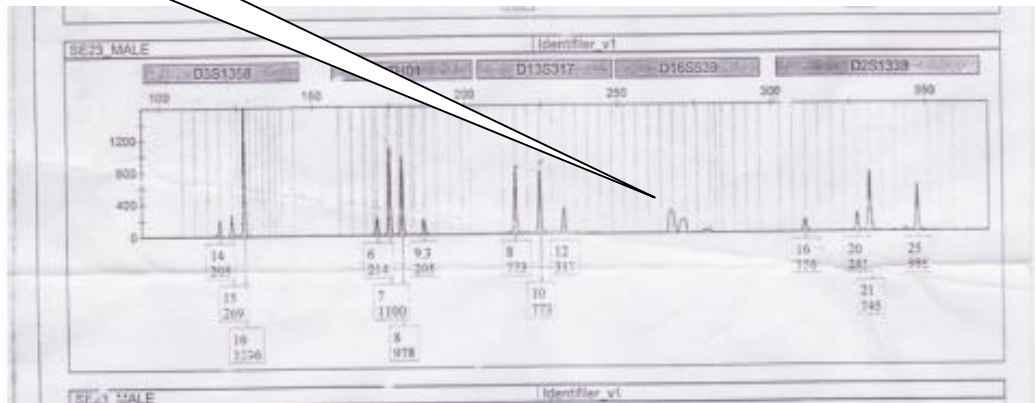
4.3 Analisis

4.3.1 Analisis Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Basis Data Profil DNA

Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA yang telah dilakukan memberikan hasil yang sangat bagus. Dengan mengukur kemiripan dua alel menggunakan metode fuzzy, maka pergeseran nilai STR pada suatu alel yang disebabkan oleh berbagai faktor tidak serta merta membuat kedua alel menjadi

tidak mirip. Sehingga lebih memaksimalkan nilai kemiripan dari dua profil DNA yang dibandingkan. Namun jika pada suatu loki salah satu atau kedua alelnya tidak teridentifikasi maka kemiripan tidak dapat diukur.

Alel yang tidak teridentifikasi oleh PCR



Gambar 4.10 Contoh alel yang Tidak Teridentifikasi pada Loci D16S539

Sistem yang dibangun cukup mudah untuk digunakan (*user friendly*), sehingga semua pihak yang membutuhkan fasilitas pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA ini dapat menggunakan. Namun untuk akses ke tabel data pribadi baik untuk input maupun untuk melihat data hanya dapat diakses oleh pihak tertentu untuk mencegah hal-hal yang dapat merusak kebenaran data. Untuk dapat melakukan akses terhadap file data pribadi selanjutnya akan diberi kata kunci (*password*).

Pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA queri terhadap basis data yang dilakukan memberi nilai yang bagus, namun pada kasus tertentu mungkin saja ditemukan nilai similarity antara queri dengan semua record pada basis data $\leq 0,5$. Untuk memutuskan identitas pemilik profil DNA queri harus dengan mempertimbangkan data pribadi seperti suku dan nama orang tua biologis. Agar pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dan identifikasi terhadap individu korban memberi hasil yang memuaskan dimana data pribadi korban diperoleh dengan lengkap, maka Negara Indonesia harus menyimpan data profil DNA warga Negara.

4.3.2 Analisis Pengukuran Kemiripan Fuzzy Profil DNA dengan Referensi Keluarga Biologis

Analisis dari masing –masing contoh pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA terhadap referensi yang tersedia dari keluarga biologis korban adalah sebagai berikut :

a. Pengukuran Kemiripan dengan Referensi Ayah dan Ibu Biologis

Jika dugaan ayah dan ibu biologis dari korban tersedia untuk dijadikan referensi maka referensi lain dari pihak keluarga biologis tidak diperlukan lagi. Hasil yang diperoleh dari pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi ayah dan ibu biologis sangat akurat. Salah satu alel dari masing-masing loki profil DNA korban cocok/mirip dengan salah satu alel dari profil DNA ayah dan alel lainnya cocok/mirip dengan salah satu alel dari ibu untuk loki yang sama. Sehingga nilai similarity antara profil DNA korban dengan profil DNA kedua ayah dan ibu referensi adalah 1.

b. Pengukuran Kemiripan dengan Referensi Ayah dan kakek dan nenek dari pihak Ibu Biologis

Jika dugaan ibu biologis dari korban pada pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan keluarga tidak tersedia, maka untuk mendapatkan bukti biologis yang lebih akurat keberadaan ibu sebagai referensi dapat digantikan oleh orang tua biologis dari ibu (opa dan oma). Karena jika salah satu alel korban diwariskan dari ibu maka alel tersebut tentunya diwariskan dari orang tua biologis ibu.

Dari contoh diatas nilai similarity antara profil DNA korban dengan referensi (ayah dan opa ama) adalah 1. Karena dari 16 loki yang dibandingkan, salah satu alel korban cocok/mirip dengan alel ayah dan alel lainnya dari korban cocok/mirip dengan salah satu alel dari opa atau oma untuk suatu loki yang sama.

c. Pengukuran Kemiripan dengan Referensi Ibu dan Orang Tua Biologis Ayah (kakek dan nenek)

Karena keberadaan ayah sebagai referensi tidak tersedia maka digantikan oleh orang tua biologis ayah yaitu kakek dan nenek biologis korban agar mendapatkan bukti biologis yang lebih akurat Karena jika salah satu alel

korban diwariskan dari ayah biologis maka alel tersebut tentunya diwariskan dari orang tua biologis ayah.

Dari contoh diatas nilai similarity antara profil DNA korban dengan referensi (ayah dan opa ama) adalah 1. Karena dari 16 loki yang dibandingkan, salah satu alel korban cocok/mirip dengan alel ibu dan alel lainnya dari korban cocok/mirip dengan salah satu alel dari orang tua biologis ayah (kakek atau nenek biologis korban) untuk suatu loki yang sama.

- d. Pengukuran Kemiripan dengan Referensi Orang tua biologis Ibu dan Orang Tua Biologis Ayah (kakek dan nenek) dari korban

Jika orang tua biologis dalam pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA korban dengan referensi keluarga tidak tersedia, maka untuk mendapatkan similarity profil DNA korban yang dapat mengungkap identitas korban pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dapat dilakukan terhadap masing-masing orang tua biologis dari kedua orang tua biologis korban.

Dari contoh diatas nilai similarity antara profil DNA korban dengan referensi (ayah dan opa ama) adalah 1. Karena dari 16 loki yang dibandingkan, salah satu alel korban cocok/mirip dengan salah satu alel dari orang tua biologis ayah (kakek dan nenek) dan alel lainnya dari korban cocok/mirip dengan salah satu alel dari orang tua biologis ibu (opa dan oma) untuk suatu loki yang sama.

- e. Pengukuran Kemiripan Profil DNA dengan Referensi Kakek dari Pihak Ayah biologis Serta Kakek dan Nenek dari Pihak Ibu biologis

Karena referensi yang tersedia tidak lengkap, maka terdapat beberapa alel yang tidak cocok/mirip dengan salah satu alel dari referensi yang tersedia. Seperti alel pada loki D13S317, D19S433, D5S818, FGA dan TH01. Sehingga nilai similarity yang dihasilkan dari pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA korban dengan referensi yang tersedia adalah 0,84375.

- f. Pengukuran Kemiripan Profil DNA dengan Referensi Nenek dari Pihak Ayah biologis dan Kakek dari Pihak Ibu biologis (opa)

Sama halnya dengan penjelasan pada poin (e) diatas, karena referensi yang tersedia tidak lengkap maka beberapa alel tidak cocok/mirip dengan

salah satu alel dari referensi yang tersedia seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini. Sehingga nilai similarity dari pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA korban dengan referensi yang tersedia relatif kecil yaitu 0,5.

Tabel 4.10 Kemiripan Alel Masing-masing Loki Korban

Nama Loki	Alel 1	Alel 2
AMEL	Nenek1	Kakek2
CSFIPO	-	Kakek2
D13S317	Nenek1	Kakek2
D16S539	Nenek1	-
D18S51	-	Kakek2
D19S433	Nenek1	Kakek2
D21S11	-	Kakek2
D2S1338	-	Kakek2
D3S1358	-	-
D5S818	-	Nenek2
D7S720	-	-
D8S1179	-	Kakek2
FGA	Nenek1	-
TH01	Nenek1	Kakek2
TPOX	-	Kakek2
vWA	-	-

Dari hasil ujicoba yang dilakukan pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA dengan referensi keluarga korban menghasilkan nilai similarity yang sangat bagus. Semakin lengkap keluarga biologis yang dijadikan referensi, maka semakin tinggi nilai kemiripan profil DNA yang diukur. Jika nilai similarity relatif kecil namun dugaan bahwa korban adalah anak biologis dari referensi ayah dan ibu yang ada, maka dibutuhkan proses pemeriksaan ulang terhadap barang bukti biologis korban.

Hasil pengukuran kemiripan profil DNA menggunakan ukuran persamaan fuzzy sangat memuaskan. Dari seluruh percobaan yang dilakukan membari hasil yang sesuai dengan data yang benar. Selanjutnya sistem pengukuran kemiripan fuzzy profil DNA manusia ini diharapkan dapat digunakan untuk membantu pihak

kepolisian Indonesia dalam proses identifikasi korban bencana, terorisme maupun pembunuhan mutilasi.

4.3.3 Analisis Keakuratan Metode Fuzzy Terhadap Pergeseran Nilai STR Alel

Berikut merupakan tabel hasil pengukuran kemiripan profil DNA query terhadap basis data profil DNA dimana profil DNA query diperoleh dari beberapa kali identifikasi terhadap *evidence* DNA query.

Tabel 4.11 Perbandingan Hasil pengukuran kemiripan Profil DNA

Nama Lokus	Record Basis Data		Query 1		Query 2		Query 3	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
AMEL								
CSF1PO	12	12	12	12	12	12	12	12.2
D13S317	8	10	8	10	7	10	8	12
D16S539	10	11	10	11	10	11.3	10.2	11
D18S51	16	16	16	16	16	16	16	16
D19S433	14	15	14	15	14	15	14.4	15
D21S11	29	31.2	29	31.2	29	31.2	29	31.6
D2S1338	17	17	17	17	17	17	17	17
D3S1358	16	16	16	16	16	16	16.2	16
D5S818	12	13	12	13	12	13	12.2	13
D7S820	10	11	10	11	10.2	11	10	11
D8S1179	10	13	10	13	10	13	10	13
FGA	22	24.2	22	24.2	22	24.2	22.2	24.2
TH01	7	9	7	9	7	9	7	9
TPOX	8	11	8	11	8	11	8	11
vWA	15	16	15	16	15	16	15.3	16
Nilai similarity			1		0.929		0.8	

Dari hasil percobaan yang dilakukan terhadap tiga kali tes barang bukti biologis (*evidence*) korban dihasilkan nilai similariti yang berbeda namun selisih tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan oleh pergeseran nilai STR pada beberapa lokus. Namun dengan menggunakan ukuran kemiripan fuzzy, nilai similariti tetap

tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa profil DNA yang dijadikan query adalah sama dengan record pada basis data dengan individu yang sama.

1. Pada profil DNA query 1 nilai similariti adalah 1 karena semua alel dari semua lokus yang dibandingkan cocok/mirip atau memiliki nilai similariti lokus = 1.
2. Pada profil DNA query 2 terdapat 3 alel yang memiliki pergeseran nilai STR, yaitu alel-alel pada lokus D13S317, D15S359 dan D7S720. Ketiga lokus tersebut memiliki nilai similariti lokus 0; 0,25 dan 0,5. Sehingga nilai similariti untuk query 2 terhadap record adalah 0,929.

Tabel 4.12 Perbandingan Nilai Similariti Query 2 Metode Fuzzy dan Konvensional

Nama Lokus	Record Basis Data		Query 2		Similariti lokus	konvensional
	X	Y	X	Y		
AMEL	X	Y	X	Y	1	cocok
CSF1PO	12	12	12	12	1	cocok
D13S317	8	10	7	10	0.5	tidak cocok
D16S539	10	11	10	11.3	0.625	tidak cocok
D18S51	16	16	16	16	1	cocok
D19S433	14	15	14	15	1	cocok
D21S11	29	31.2	29	31.2	1	cocok
D2S1338	17	17	17	17	1	cocok
D3S1358	16	16	16	16	1	cocok
D5S818	12	13	12	13	1	cocok
D7S820	10	11	10.2	11	0.75	tidak cocok
D8S1179	10	13	10	13	1	cocok
FGA	22	24.2	22	24.2	1	cocok
TH01	7	9	7	9	1	cocok
TPOX	8	11	8	11	1	cocok
vWA	15	16	15	16	1	cocok
Nilai similarity					0.93	cocok

Pergeseran alel = 1 →
similarity alel = 0 →
similarity lokus = 0,5

Pergeseran lokus = 0,2 →
similarity lokus = 0,75

Pergeseran nilai STR
0,3 → nilai similarity
lokus = 0.625

3. Pada profil DNA query 3 terdapat pergeseran nilai STR pada 7 alel. Nilai similariti untuk lokus dengan alel memiliki pergeseran adalah 0 ; 0,5 ; 0 ; 0,5 ; 0,5 ; 0 ; 0,25. Sehingga nilai similariti untuk profil DNA query 3 adalah 0,80. Dengan menggunakan pengukuran dengan ukuran kemiripan fuzzy maka kedua profil DNA dikatakan cocok. Namun dengan metode konvensional kedua profil DNA dikatakan tidak cocok karena lokus yang cocok < 8 lokus.

Tabel 4.13 Perbandingan Nilai Similariti Query 3 Metode Fuzzy dan Konvensional

Nama Lokus	Record Basis Data		Query 3		Similariti lokus	konvensional
	X	Y	X	Y		
AMEL	X	Y	X	Y	1	cocok
CSF1PO	12	12	12	12.2	0.75	tidak cocok
D13S317	8	10	8	12	0.5	tidak cocok
D16S539	10	11	10.2	11	0.75	tidak cocok
D18S51	16	16	16	16	1	cocok
D19S433	14	15	14.4	15	0.5	tidak cocok
D21S11	29	31.2	29	31.6	0.5	tidak cocok
D2S1338	17	17	17	17	1	cocok
D3S1358	16	16	16.2	16	0.75	tidak cocok
D5S818	12	13	12.2	13	0.75	tidak cocok
D7S820	10	11	10	11	1	cocok
D8S1179	10	13	10	13	1	cocok
FGA	22	24.2	22.2	24.2	0.75	tidak cocok
TH01	7	9	7	9	1	cocok
TPOX	8	11	8	11	1	cocok
vWA	15	16	15.3	16	0.625	tidak cocok
Nilai similarity					0.80	tidak cocok

Perbandingan Hasil Pengukuran Kemiripan Profil DNA Metode Konvensional dengan Metode Fuzzy

➤ Metode Konvensional

Pengukuran kemiripan profil DNA dengan metode konvensional dilakukan terhadap masing-masing alel setiap lokus dimana lokus akan dikatakan cocok jika kedua alel yang dibandingkan memiliki nilai STR yang benar-benar sama atau selisih nilai STR = 0. Profil DNA dikatakan cocok jika minimal 8 dari 16 loki DNA adalah cocok. Metode ini menyebabkan apabila barang bukti biologis korban bencana tercemar maka alel-alel profil DNA yang dihasilkan dari proses identifikasi akan memiliki pergeseran nilai STR yang cukup banyak. Sehingga hasil pengukuran kemiripan profil DNA menjadi tidak valid.

➤ Metode Fuzzy

Pengukuran kemiripan profil DNA dengan menggunakan ukuran kemiripan fuzzy dilakukan dengan memberi nilai similariti terhadap masing-masing alel yang kemudian menghasilkan nilai similariti dari suatu lokus. Rata-rata dari nilai similarity semua lokus merupakan nilai similariti dari profil DNA. Profil DNA cocok dapat dikatakan cocok jika nilai similariti > 0.5.