

BAB 2

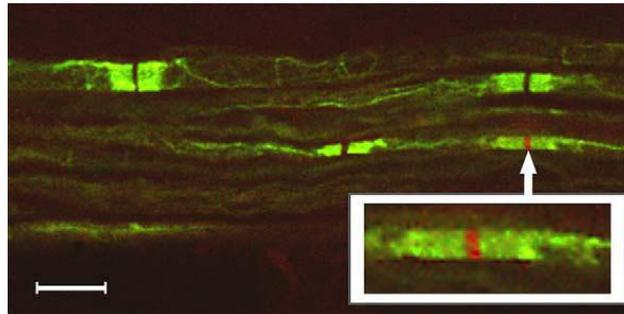
LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai landasan teori dan konsep untuk melakukan implementasi pada penelitian ini.

2.1. Nodus Ranvier dan Metode Penelitian Nodus Ranvier

Suatu serabut saraf yang baik adalah yang kontinu atau tidak terputus. Pada serabut saraf terdapat bagian yang terselubung dan ada yang tidak. Nodus Ranvier adalah selubung-selubung yang berada pada serabut saraf dan selubung tersebut secara periodik terputus (Dorland's Pocket Medical Dictionary, 1962). Umumnya jarak antara selubung tersebut yaitu sejauh 1-2 μ m (wikipedia, 2008). Sebuah nodus Ranvier terdiri dari dua buah selubung yang berdekatan atau selubung paranodus dan celah diantara paranodus tersebut merupakan *region of interest* dari penelitian ini.

Berikut ini merupakan citra nodus Ranvier pada serabut saraf gigi yang diambil menggunakan mikroskop konfokal. Citra ini diambil dari hasil penelitian Henry, Sorensen, Johnson, & Rock (2005), yang menjadi acuan penelitian drg. Didi Santosa.



Gambar 2.: Citra Nodus Ranvier pada serabut saraf gigi yang diambil dengan mikroskop konfokal. (Henry, Sorensen, Johnson, & Rock, 2005)

Celah di antara paranodus mengandung zat Na^+/K^+ ATPases, $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ (wikipedia, 2008). Pada serabut saraf gigi, terdapat lima jenis kanal ion natrium yaitu Na_v 1.1, Na_v 1.6, Na_v 1.7, Na_v 1.8, Na_v 1.9. Kanal ion yang menjadi perhatian pada penelitian ini yaitu Na_v 1.8.

Metode penelitian drg. Didi Santosa antara lain jaringan serabut saraf diletakkan di atas preparat kemudian diberikan larutan *blocker* yang bertujuan agar bagian yang tidak menjadi perhatian tidak ikut terwarnai oleh zat antibodi atau *fluorescent*. Kemudian jaringan diberikan antibodi primer dan antibodi sekunder yang dilabeli *fluorophore*. Antibodi primer yang digunakan yaitu anti Na_v 1.8 untuk menunjukkan lokasi Na_v 1.8 dan antibodi Caspr untuk menunjukkan lokasi paranodus. Antibodi sekunder yaitu konjugat IgG dengan *fluorophore* Alexa 488 untuk mengikat jaringan warna hijau yang telah terdeteksi oleh larutan primer Anti Caspr. Antibodi sekunder yang lain yaitu konjugat IgG dengan *fluorophore*

Alexa 568 untuk mengikat jaringan warna merah yang telah terdeteksi oleh larutan primer Anti Nav1.8.

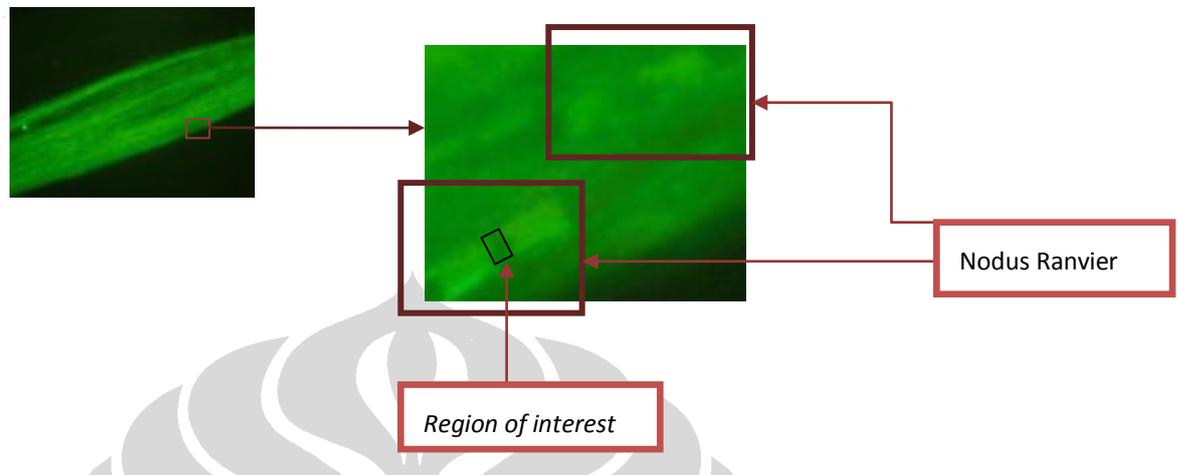
Setelah itu *sample* jaringan serabut saraf diperiksa menggunakan mikroskop *fluorescent* yang khusus menangkap objek yang mengeluarkan sinar merah dan hijau. Citra *fluorescent* hijau berfungsi untuk menunjukkan lokasi paranodus pada nodus Ranvier sedangkan untuk melihat ada tidaknya kandungan Nav1.8 dilihat menggunakan *fluorescent* merah. Serabut saraf pada preparat kemudian direkam menjadi beberapa bagian dan masing-masing disimpan menjadi data digital, hal ini disebut citra *series*. Masing-masing bagian mempunyai dua buah citra yaitu yang berasal dari *fluorescent* hijau dan merah.

Kemudian citra tersebut digunakan untuk menganalisa lokasi nodus Ranvier dan kandungan Nav1.8. Untuk menentukan apakah nodus Ranvier tersebut positif mengandung Nav1.8 maka dibuat nilai standar kandungan tersebut. Nilai standar tersebut diperoleh dengan cara sediaan jaringan saraf diperlakukan sama dengan sebelumnya namun tidak diberikan larutan anti Nav1.8, sehingga nantinya konjugat Alexa 568 tidak dapat mengikat larutan *fluorophore* merah.

2.2. Ekstraksi Ciri dari Citra *Fluorescent* Hijau dan Merah

Citra *fluorescent* hijau mampu memberikan informasi berupa lokasi nodus Ranvier. Ukuran citra yang dihasilkan yaitu 1920 x 2560 piksel. *File* tersebut berekstensi .TIF agar detail dari gambar terlihat jelas tanpa adanya kompresi data. Berikut merupakan gambar yang dihasilkan dari penelitian drg. Didi Santosa

terdapat lokasi dua buah nodus Ranvier yang masing-masing terdapat dua buah paranodus.

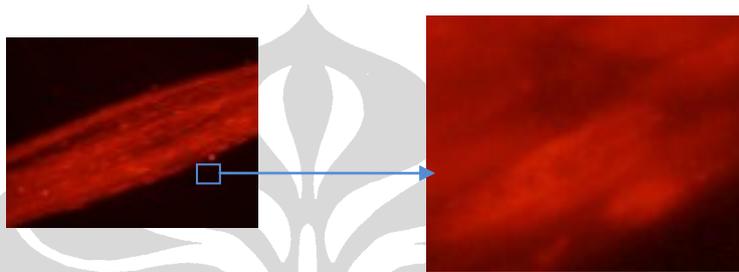


Gambar 3: Lokasi Nodus Ranvier dari citra *fluorescent* hijau (Santosa, Pendeteksian Nav 1.8 pada Jaringan Saraf Gigi Manusia, 2008)

Pada citra di atas dapat disimak bahwa bentuk paranodus bervariasi dan *irregular*, serta *range* intensitasnya juga bervariasi antara 140-200. Ukuran paranodus juga bervariasi antara 150-700 piksel (Surya, 2008). Sesuai dengan teori bahwa hanya paranodus saja yang terwarnai oleh *fluorescent* hijau, namun kenyataannya tidak, bagian selain paranodus ikut terwarnai, hal ini karena teknik penggunaan larutan *blocker* yang kurang tepat. Intensitas warna paranodus juga hampir sama dengan intensitas jaringan yang lain sehingga hal ini akan berdampak dalam kesulitan untuk mengenali paranodus secara manual atau otomatis. Namun paranodus dapat dikenali dengan bentuk (Surya, 2008).

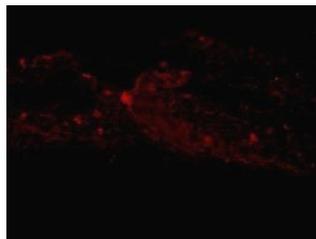
Pada citra *fluorescent* merah tampak bahwa hampir semua bagian berwarna merah, padahal seharusnya hanya bagian yang mengandung $Na_v1.8$ saja yang

berwarna merah, hal ini juga disebabkan hal yang sama dengan citra *fluorescent* hijau. Terkadang pada citra *fluorescent* merah berwarna sangat terang, hal ini akan sangat berdampak dalam penentuan positif atau negatifnya suatu nodus sehingga harus dilakukan *brightness adjustment*, yakni kecemerlangan warna diturunkan hingga level tertentu. Penentuan *level* tersebut sangatlah subjektif. Pembahasan lebih lanjut akan dibahas pada subbab *brightness adjustment*.



Gambar 4: Citra Nodus Ranvier menggunakan *fluorescent* merah berfungsi untuk mendeteksi kandungan Nav1.8 (Santosa, Pendeteksian Nav 1.8 pada Jaringan Saraf Gigi Manusia, 2008)

Dalam penentuan suatu nodus terdapat suatu nilai standar termasuk positif atau negatif. Nilai tersebut diperoleh dari suatu *negative series*. *Negative series* yaitu suatu set citra yang direkam pada beberapa bagian pada serabut saraf yang sama namun jaringan tersebut tidak diberikan larutan anti Nav1.8, sehingga konjugat Alexa 568 tidak dapat mengikat larutan *fluorophore* merah yang ditandai dari intensitas warna merah yang rendah pada citra *fluorescent* merah. Berikut merupakan salah satu citra dari *negative series*:



Gambar 5: Citra *fluorescent* merah pada *negative series* (Santosa, Pendeteksian Nav 1.8 pada Jaringan Saraf Gigi Manusia, 2008)

Proses untuk menentukan nilai standar nodus negatif yaitu menghitung nilai intensitas warna merah pada citra *fluorescent* merah yang berada di *region of interest* dari nodus Ranvier, kemudian dihitung rata-rata dari setiap citra dan juga rata-rata dari *series* tersebut. Setelah didapatkan suatu nilai maka, nilai tersebut merupakan *standard negative value*. Suatu nodus Ranvier dikatakan positif jika nilai rata-rata intensitasnya dua kali lebih besar dibandingkan *standard negative value*. Berikut merupakan rumus dari penentuan nilai standar dan positif nodus Ranvier.

$$\text{standard negative value} = \frac{\sum_{k=1}^n I_k}{n} \quad (2,1)$$

Keterangan:

I_k = nilai rata-rata intensitas ROI dari setiap citra *series*

n = jumlah citra pada *series*.

$$\text{Nodus Ranvier (I)} = \begin{cases} \text{positive for : } I \geq 2 \times \text{standard negative value} \\ \text{negative for : } I < 2 \times \text{standard negative value} \end{cases} \quad (2,2)$$

2.3. Fusi Citra

Fusi citra adalah proses untuk menggabungkan 2 atau lebih citra yang berasal dari sensor yang berbeda yang mengandung informasi yang berbeda pula (Lanir, 2005). Dengan dilakukannya fusi citra maka kita dapat mengurangi redundansi data antara citra yang berbeda. Redundansi dalam penelitian ini yaitu berupa

adanya dua buah citra yang merepresentasikan objek yang sama namun sebenarnya dapat direpresentasikan dengan sebuah citra yang berasal dari penggabungan dari keduanya.

Syarat utama dalam fusi citra yaitu citra haruslah teregistrasi (Multi Sensor Image Fusion and Its Applications, 2000). Registrasi citra yaitu penyamaan posisi citra yang berubah karena perbedaan waktu pengambilan, sudut pandang, perubahan cahaya. Dalam penelitian ini penulis tidak melakukan registrasi karena tidak ada perubahan letak objek citra.

Fusi dapat dikategorikan menjadi tiga (Lanir, 2005), antara lain:

1. *Pixel level fusion*

Pada level ini, fusi input citra dilakukan berdasarkan penggabungan piksel. Biasanya metode fusi tersebut berhubungan dengan operasi aritmatika kemudian dapat dilanjutkan dengan melakukan perubahan kontras piksel, intensitas, dsb.

2. *Feature level fusion*

Fitur dalam hal ini merupakan informasi yang didapatkan dari masing-masing input citra yang kemudian penggabungan dilakukan berdasarkan fitur-fitur tersebut.

3. *Decision level fusion*

Pada level ini, setelah fitur dari tiap input diperoleh maka pada proses penggabungannya berdasarkan suatu keputusan yang dibuat.

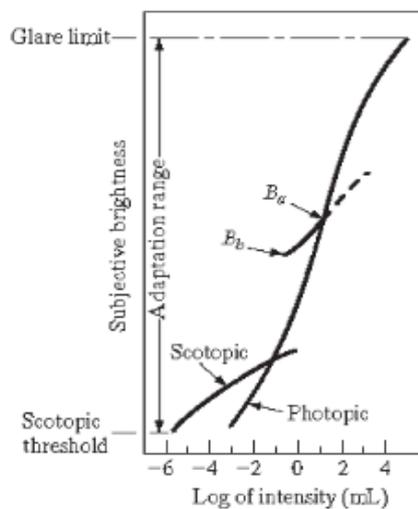
Pada dasarnya kategori fusi di atas merupakan cara pengolahan informasi. Hal ini mirip dengan pembagian yang dilakukan Solaiman (1998). Solaiman membagi fusi informasi berdasarkan tingkat pengolahan informasi menjadi tiga, yaitu *data fusion*, *decision fusion*, dan *model fusion*. *Data fusion* mirip dengan *pixel level fusion* namun Solaiman menambahkan metode konkatenasi data yaitu data merepresentasikan objek yang sama. Pada penelitian ini, penulis mengimplementasikan *pixel level fusion* untuk fusi data dan *decision level fusion* untuk fusi citra berdasarkan informasi dari hasil pendeteksian kandungan $\text{Na}_v1.8$.

2.4. Brightness Adjustment

Walaupun bidang pengolahan citra digital dilatarbelakangi matematika dan probabilitas, namun intuisi dan analisa manusia juga berperan dalam pemilihan suatu metode pengolahan citra dan pemilihan ini subjektif dan berdasarkan penglihatan manusia (Gonzalez & Woods, 2002). Citra digital merupakan representasi diskrit dari intensitas warna, sehingga kemampuan mata manusia untuk membedakan intensitas warna yang satu dengan yang lain merupakan hal penting dalam penyajian citra. Manusia mampu melihat intensitas pada rentang intensitas yang sangat besar yaitu 10^{10} dari *scotopic* hingga *glare*, batas warna yang sangat terang.

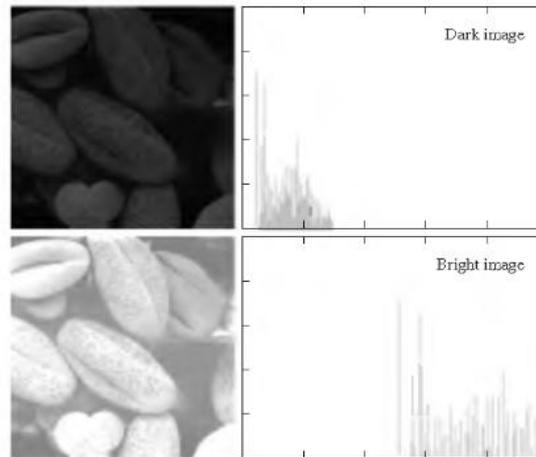
Ada sebuah hasil eksperimen menyatakan bahwa *subjective brightness* manusia dapat digambarkan seperti fungsi logaritma terhadap intensitas. Berikut merupakan kurva dari intensitas cahaya terhadap *subjective brightness*. Kurva yang panjang merepresentasikan rentang intensitas yaitu sistem penglihatan

manusia masih mampu merepresentasikannya. Namun sistem penglihatan manusia tidak dapat merepresentasikan intensitas secara terus menerus atau kontinu sehingga ada yang disebut *brightness adaptation*, yaitu terdapat suatu rentang di sepanjang kurva sehingga sistem penglihatan mampu beradaptasi terhadap rentang tersebut. Terdapat batas rentang B_b yaitu sistem penglihatan melihat rentang dibawah B_b menjadi gelap yang tidak bisa dibedakan tingkat kegelapannya.



Gambar 6: Rentang Subjective Brightness dan Adaptation Level (Gonzalez & Woods, 2002)

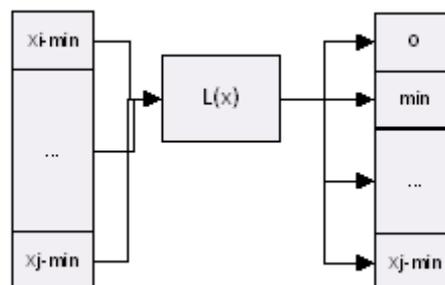
Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa *brightness* ialah tingkat kecemerlangan citra yang subjektif seperti intensitas pada citra akromatik. *Brightness* suatu citra dapat dilihat dari histogram citra tersebut. Histogram yang cenderung ke arah kanan yaitu intensitas semakin besar maka gambar akan semakin terang dan begitu juga sebaliknya (Gonzalez & Woods, 2002).



Gambar 7: Tipe gambar: terang dan gelap (Gonzalez & Woods, 2002, p. 90)

2.5. Look Up Table ImageJ

Look Up Table merupakan tabel yang berisi pemetaan nilai dari *input* histogram menjadi *output* histogram yang diinginkan. *Look Up Table* yang digunakan pada ImageJ berdasarkan histogram input *user* yaitu nilai *brightness level* akan menjadi nilai minimum dari histogram yang baru. Nilai awal yang berada dibawah batas minimum akan dipetakan menjadi nol dan nilai yang berada diatas nilai minimum akan dipetakan secara linear dengan cara nilai awal dikurangi nilai minimum. Berikut merupakan gambar dari pemetaan nilai-nilai tersebut:



Gambar 8: Look Up Table

Berikut merupakan fungsi dari *Look Up Table*:

$$L(x) = \begin{cases} 0 & \text{if : } x_i - \text{min} \leq 0 \\ X_i - \text{min} & \text{else} \end{cases} \quad (2,3)$$

2.6. Centroid

Centroid merupakan pusat massa atau titik keseimbangan dari suatu bangun atau bidang. Tujuan penghitungan *centroid* pada penelitian ini yaitu mengetahui titik tengah dari paranodus yang nantinya akan digunakan untuk mencari ROI . Penjelasan lebih lanjut mengenai penerapan *centroid* akan dibahas pada bab implementasi. Teori mengenai centroid diperoleh dari (Varberg & Purcell, 2001).

Misalkan terdapat n titik massa m_1, m_2, \dots, m_n yang terletak pada titik-titik koordinat $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$. Untuk menghitung *centroid* maka dibutuhkan momen. Momen yaitu hasil kali massa m suatu partikel dengan jarak berarahnya dari suatu titik. Momen dari titik-titik massa diatas yaitu:

$$M_x = \sum_{i=1}^n x_i m_i \quad (2,4)$$

$$M_y = \sum_{i=1}^n y_i m_i \quad (2,5)$$

Koordinat-koordinat (x, y) dari pusat massa antara lain:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2,6)$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2,7)$$

2.7. Euclidian Path

Bentuk paranodus yang tidak beraturan menjadikan sulit untuk menentukan sisi mana dari paranodus yang berada dekat celah sehingga juga berdampak dalam kesulitan untuk menghitung luas celah antara paranodus. Untuk mengukur ruang celah diantara dua buah paranodus dapat diukur dengan pendekatan bentuk kotak yaitu dua sisi kotak diambil.

Untuk mencari *euclidian path* penulis mengimplementasikan algoritma pada jurnal (Harris & Reingold, 2004).

```

MODEUCLID( $u, v$ ) =
1   $P_l := \rightarrow$ 
2   $P_r := \uparrow$ 
3  while  $u \neq v$  do
   {slope( $P_l$ ) < slope( $P_r$ ),
    $\|P_l\|_x \|P_r\|_y - \|P_r\|_x \|P_l\|_y = 1$ , and
   ( $u \|P_l\|_x + v \|P_r\|_x, u \|P_l\|_y + v \|P_r\|_y$ )
   are the original parameters}
4  if  $u < v$  then
5      $v := v - u$ 
6      $P_l := P_l P_r$ 
7  else
8      $u := u - v$ 
9      $P_r := P_l P_r$ 
10 fi
11 od
12 return  $(P_l P_r)^u$ 

```

Gambar 9: Algoritma *Euclidian Path* (Harris & Reingold, 2004)

Misal kita ingin mencari jarak dari dua buah titik koordinat (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) menggunakan algoritma Euclidian. Pada gambar 9 algoritma Euclidian, u dan v adalah selisih $(x_1 - x_2)$ dan $(y_1 - y_2)$ yaitu dicari nilai Faktor Persekutuan Terbesar (FPB) dari u dan v . P_l dan P_r merupakan *path* dari derajat kemiringan *euclid path*.

P_l path disimbolkan sebagai \rightarrow yang merepresentasikan 0/1 (bergerak 1 satuan sejajar sumbu x) dan P_r yaitu \uparrow yang merepresentasikan 1/0 (bergerak 1 satuan sejajar sumbu y). Kemiringan dari *euclid path* dapat direpresentasikan dengan pendekatan P_l dan P_r .

$$\text{slope}(P) = \frac{\|P\|_y}{\|P\|_x} \quad (2,8)$$

2.8. Evaluasi Kinerja Perangkat Lunak

Evaluasi kinerja untuk perangkat lunak yang penulis kembangkan terbagi atas dua bagian. Untuk pengukuran evaluasi kinerja perangkat lunak untuk pendeteksian kandungan Nav1.8 penulis menggunakan metode penemuan positif dan negatif.

2.8.1. Evaluasi untuk *Pixel Level Fusion*

Penulis tidak dapat menganalisa hasil fusi dengan kuantitatif karena *assessment* yang penulis temukan pada literatur fusi yaitu lebih cenderung ke arah *assessment* untuk fusi *edge information detection* (Multi Sensor Image Fusion and Its Applications, 2000). *Assessment* tersebut mengacu pada seberapa banyak informasi yang dianggap penting dari citra-citra awal terkandung pada citra hasil fusi. Informasi yang dianggap penting ini berupa *edge* dari masing-masing citra. Pada penelitian ini semua informasi dari masing-masing *layer* yang signifikan pada citra asal terkandung pada citra hasil fusi karena metode fusi yang digunakan yaitu *merging layer*.

Untuk mengevaluasi hasil fusi penulis melakukannya dengan kualitatif yaitu *end user* mengevaluasi seberapa jauh hasil fusi yang diinginkan dan informasi apa saja

yang *end user* inginkan agar terlihat pada citra hasil fusi. Tujuan dilakukannya fusi citra tersebut yaitu memudahkan *end user* untuk melihat informasi yang tadinya terpisah oleh dua citra menjadi mudah dilihat pada citra tunggal. Pengertian informasi tersebut yaitu jika *end user* menentukan suatu ROI positif mengandung Nav1.8 maka pada hasil fusi akan terlihat bahwa adanya warna merah pada nodus Ranvier tersebut. Sehingga hasil fusi ini akan memperkuat hasil penentuan positif atau negatifnya suatu nodus Ranvier melalui visualisasi. Walaupun memang terkadang intensitas *fluorescent* merah tidak terlalu jelas terlihat karena intensitas tersebut memang rendah atau hampir mendekati dua kali *standard negative value*.

2.8.2. Evaluasi untuk Pendeteksian Nav1.8

Untuk mengetahui kinerja dari metode pendeteksian kandungan Nav1.8 maka diperlukan suatu parameter keberhasilan. Pengukuran yang akan digunakan pada penelitian ini secara kuantitatif. Metode evaluasi yang penulis gunakan diadaptasi dari penelitian Richard Lokasasmita (2007, p. 45-47) yaitu penemuan positif dan negatif (Jantzen, Norup, G.Dounias, & B.Bjerregaard, 2005).

Hasil keakuratan dari pendeteksian lokasi nodus Ranvier penulis dapatkan dari hasil penelitian (Surya, 2008) sedangkan untuk evaluasi keakuratan dari kandungan Nav1.8 penulis bandingkan dengan hasil yang telah didapatkan oleh drg. Didi Santosa.

Tabel 1: Pengukuran Penemuan Negatif dan Positif

		Citra Acuan	
		+	-
Deteksi Program	+	TP	FP
	-	FN	TN

Berikut merupakan penjelasan dari tabel di atas:

TP menyatakan jumlah nodus Ranvier yang terdeteksi positif mengandung Nav1.8 oleh program dan oleh *end user*

TN menyatakan jumlah nodus Ranvier yang terdeteksi negatif mengandung Nav1.8 oleh program dan oleh *end user*

FP menyatakan jumlah nodus Ranvier yang terdeteksi positif mengandung Nav1.8 namun oleh *end user* terdeteksi negatif.

FN menyatakan jumlah nodus Ranvier yang terdeteksi negatif mengandung Nav1.8 namun oleh *end user* terdeteksi positif.

Setelah mendapatkan nilai *false negative* dan *false positive* dari Nav, selanjutnya pengukuran yang dilakukan adalah dengan menghitung *overall error (OE)* dari identifikasi kedua obyek tersebut dengan persamaan sebagai berikut:

$$OE(Nav)\% = \frac{FN(Nav) + FP(Nav)}{TP(Nav) + FN(Nav) + TN(Nav) + FP(Nav)} * 100$$