

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini akan membahas mengenai peluahan sebagian (*partial discharge*) yang terjadi pada minyak isolasi transformator Nynas AB (*Nytro Libra*) apabila dikondisikan dengan menggunakan campuran pengotor. Adapun ruang lingkup penelitian ini meliputi karakteristik peluahan sebagian (*partial discharge*) pada isolasi cair yang meliputi besar (magnitud) muatan peluahan sebagian yang terjadi (pC) yang diperoleh dengan mengukur tegangan PD pada rangkaian PD *detektor*, banyak peluahan sebagian yang terjadi pada satu gelombang sinusoidal (n), dan sudut fasa terjadinya peluahan sebagian (θ) yang diperoleh dengan menganalisa grafik hasil pengukuran peluahan sebagian.

B. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan bertempat di Laboratorium Tegangan Tinggi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Unila, meliputi pembuatan alat pengkondisi minyak dan pengukuran *sample* serta analisis hasil pengukuran yang dilakukan dengan komputer. Waktu pelaksanaan penelitian ini selama 6 bulan yaitu mulai bulan Januari 2010 sampai dengan Juni 2010.

C. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan referensi bacaan yang dapat mendukung penelitian yang akan dilakukan. Bahan bacaan tersebut didapat dari buku-buku di perpustakaan Universitas Lampung maupun makalah atau artikel yang diperoleh dari internet. Bahan tersebut digunakan sebagai referensi dan dasar teori untuk penelitian ini.

D. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak transformator *Nynas AB (Nytro Libra)*. Pengotor yang digunakan adalah tembaga sulfida ($CuSO_4$), air (H_2O), dan udara.

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengkondisi minyak transformator yang berupa bejana yang terbuat dari akrilik yang dilengkapi dengan elektroda ukur. Elektroda ukur yang digunakan adalah elektroda standar CIGRE II yang berupa elektroda bola dan bidang. Alat yang digunakan dalam pengotoran minyak adalah sendok, gelas kimia, pinset, timbangan. Untuk pencampuran udara, dengan cara membuat celah udara antara minyak dengan elektroda bidang. Variasi kontaminan dilakukan dengan memvariasikan jarak

celah udara. Gambar alat yang digunakan dalam proses penelitian ini dapat dilihat pada lampiran C.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian peluahan sebagian antara lain:

a. Satu set *voltage regulator*

Alat ini digunakan untuk mengatur tegangan input yang akan masuk ke trafo uji dengan merek Matsunaga *Transformer*. Tegangan input-nya adalah AC 200-230 V. Terdapat *rating output* AC = 0 sampai dengan 250 Volt; I= 3A.

b. Satu set trafo uji

Alat ini digunakan untuk membangkitkan tegangan tinggi AC dengan merek *Siet Treviso* buatan Italia. Transformator ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Input = 240V; 1,5 A; 50Hz,

Output = SEC. 6-E-6 kV; 25/30 mA.

c. Satu set peralatan pembagi tegangan resistif

Alat ini digunakan untuk membagi tegangan agar tegangan tinggi keluaran dari trafo uji dapat diukur dengan multimeter dengan perbandingan tegangan tertentu. Perbandingan tegangan yang digunakan adalah 1:1000.

Spesifikasi dari rangkaian pembagi tegangan ini adalah :

Input = 5 kV; 10mA; 50 Hz

Output = 5V; 10mA; 50Hz

d. Multimeter digital

Alat ini digunakan untuk mengukur tegangan *input* ataupun *output* pada sisi *low* resistor pada pembagi tegangan resistif, mengukur komponen-

komponen pada peralatan pembagi tegangan resistif, serta mengukur tegangan peluahan yang terjadi pada rangkaian PD detektor. Multimeter yang digunakan adalah multimeter digital dengan merek Sanwa.

e. Osiloskop tabung sinar katoda

Alat ini digunakan untuk menampilkan gelombang *reverensi* keluaran dari trafo uji yang telah melalui rangkaian pembagi resistif dan gelombang keluaran saat terjadi peluahan sebagian. Spesifikasi alat ini adalah osiloskop 40 MHz analog-digital bermerek Hameg 407-2.

f. Satu set *computer*

Alat ini digunakan untuk menyimpan data keluaran yang telah dihasilkan oleh osiloskop sinar katoda serta memproses sinyal untuk mencari nilai-nilai yang diinginkan. Komputer ini menggunakan prosesor AMD 3000+ dengan sistem operasi Windows XP servis *park 2* yang dilengkapi kabel penghubung serial 9 pin RS232 sebagai transfer data keluar osiloskop. Komputer ini juga digunakan untuk mengolah data hasil keluaran dari osiloskop dengan menggunakan *software photoshop* dan *matlab*.

E. Pelaksanaan Eksperimen

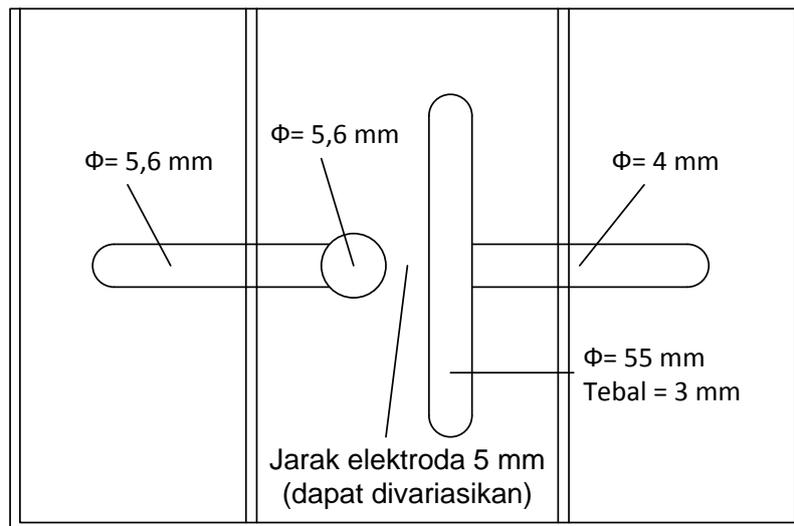
1. Pembuatan Alat Pengkondisi Minyak Transformator

Alat pengkondisi ini dibuat dengan bentuk balok dengan menggunakan akrilik bening sehingga memudahkan untuk mengamati peluahan sebagian yang terjadi. Dalam bejana diletakkan elektroda ukur yang digunakan untuk menghasilkan peluahan sebagian pada minyak isolasi. Elektroda yang digunakan adalah bola dan

bidang yang sesuai dengan standard CIGRE II. Gambar bejana ditunjukkan pada gambar 7.

2. Pembuatan Elektroda

Pada langkah pembuatan elektroda ini yang pertama dilakukan adalah mencari material atau bahan konduktor yang tepat untuk digunakan pada pengujian bola-bidang. Elektroda bola dibuat dengan cara membubut bahan konduktor dengan diameter bola 5,6 mm, diameter lengan 5,6 mm dan panjang lengan 45 mm seperti yang terlihat pada gambar 7.

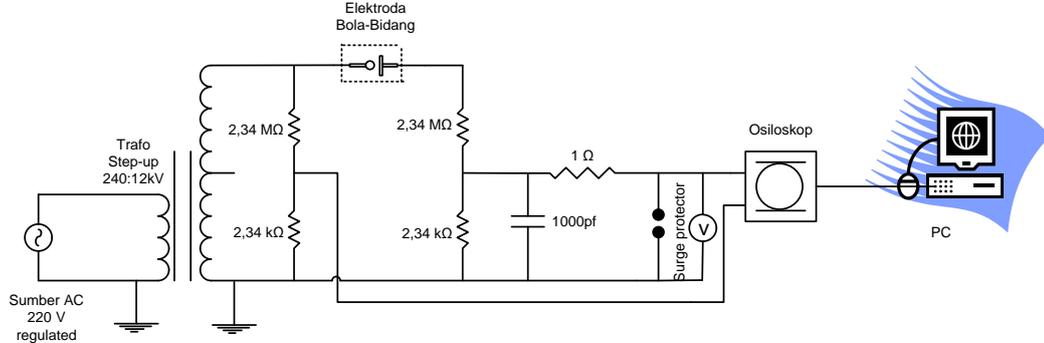


Gambar 7. Tempat sampel pengujian dengan menggunakan elektroda CIGRE II

Jarak antara elektroda bola-bidang disesuaikan berdasarkan kapasitansi dari elektroda ukur yang telah terisi minyak sehingga arus yang membebani trafo uji tidak melebihi arus maksimalnya.

F. Rangkaian Pengujian

Rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :



Gambar 8. Rangkaian pengujian peluahan sebagian dengan elektroda bola-bidang

Rangkaian pada Gambar 8. adalah gambar rangkaian Peluahan sebagian detector dengan menggunakan elektroda bola-bidang. Rangkaian ini berupa rangkaian pembagi resistif yang dilengkapi dengan *surge protector* yang digunakan sebagai pengaman surja pada osiloskop. Rangkaian dihubungkan dengan osiloskop pada sisi tegangan rendah untuk mengetahui bentuk gelombang dari peluahan sebagian. Untuk membandingkan bentuk gelombang *input* dengan gelombang peluahan sebagian yang timbul, maka pada sisi *input* juga diberi rangkaian pembagi tegangan untuk melihat bentuk gelombang *inputnya*. Rangkaian pembagi tegangan yang digunakan berfungsi sebagai alat ukur tegangan tinggi sehingga dapat terukur oleh alat ukur dengan perbandingan tertentu. Data yang terbaca pada osiloskop disimpan pada komputer dan diolah menggunakan *software matlab* sehingga diperoleh nilai yang diinginkan.

G. Metode Pengujian

Metode pengujian dalam penelitian ini berdasarkan standar ASTM (*American Standard Testing and Material*) tentang pengujian minyak isolasi.

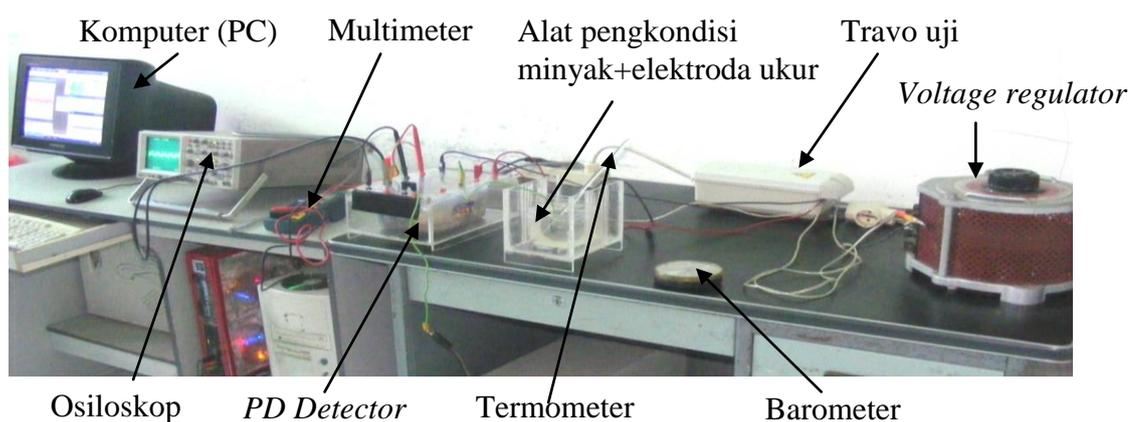
1. Mempersiapkan alat-alat pengujian
2. Mencuci tabung reaksi dan alat pengkondisi minyak dengan menggunakan sabun dan alkohol.
3. Merangkai rangkaian pengujian sesuai rangkaian pengujian dengan menghubungkan input trafo uji ke *voltage regulator* untuk mengatur tegangan *input* pada trafo uji, agar *output* trafo uji dapat divariasikan.
4. Pengujian pertama adalah pengujian minyak murni tanpa kontaminan sebagai sinyal referensi awal dan mengetahui PD minyak murni.
5. Pengujian peluahan sebagian pada minyak isolasi yang terkontaminasi dibagi menjadi empat kondisi:
 - a) Untuk kondisi yang pertama, minyak dikontaminasikan dengan air. Air yang dipakai adalah air aquabides yang memiliki struktur kimia H_2O . Karena minyak dan air merupakan zat yang non-homogen, diperlukan katalisator yaitu $C_{12}H_{25}OSO_3H$. Pengkontaminasian air divariasikan menjadi 4 variasi berdasarkan persentasenya, yaitu 2%, 4%, 6% dan 12%.
 - b) Kondisi yang kedua adalah minyak yang dikontaminasi dengan serbuk logam. Serbuk logam yang dipakai adalah serbuk tembaga sulfida ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Untuk menghilangkan kandungan air dalam $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, dilakukan pembakaran terlebih dahulu dengan suhu $100^\circ C$ selama 6 jam sebelum dilakukan pencampuran minyak dengan tembaga sulfida. Pengkontaminasian serbuk logam divariasikan menjadi 3 variasi yang

diukur berdasarkan berat dari serbuk logam tersebut. Variasi yang dipakai yaitu 300 mg, 600 mg dan 900 mg untuk tiap 0,4 liter minyak trafo.

- c) Untuk kondisi yang ketiga adalah minyak yang terkontaminasi udara. Pengkontaminasian ini dilakukan dengan membuat celah udara diantara minyak dan elektroda ukur. Pengkondisian ini dilakukan untuk menggantikan gelembung udara yang terdapat pada minyak trafo agar mempermudah dalam menentukan parameter kontaminan udara. Pengkontaminasian udara divariasikan menjadi 3 variasi berdasarkan jarak celah udaranya. Variasi yang digunakan adalah celah udara 1mm, 2mm, 3mm. Gambar dari pengkondisian celah udara pada minyak isolasi dapat dilihat pada Lampiran A.
- d) Untuk kondisi yang keempat adalah dengan mencampur minyak dengan ketiga kontaminan (air, serbuk logam, udara). Dengan kadar kontaminan air=4% , serbuk logam = 600 mg , dan celah udara 2 mm.
6. Mengukur tegangan referensi dan sinyal PD, mencuplik sinyal referensi dan sinyal PD serta menyimpan data hasil pengujian ke dalam *computer*.
 7. Menghilangkan pengaruh frekuensi 50 Hz pada sinyal PD dengan menggunakan program *wavelet coefficients selection 1-D*.
 8. Memproses data dengan menggunakan program *Discrete Wavelet Transform* sehingga didapatkan besar jumlah pulsa peluahan sebagian dan interval sudut terjadinya peluahan sebagian.
 9. Menganalisis hasil dari pemrosesan data yang berupa jumlah PD (n), besar muatan PD (pC) dan interval sudut PD (θ) berdasarkan variasi tegangan input dan persentase kontaminan pada masing-masing kondisi.

H. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data peluahan sebagian pada minyak trafo dilakukan dengan standar operasional pengujian yang didasarkan pada ASTM D877 - 00 E21 dan ASTM D1816 - 03¹⁴¹⁵⁾ tentang SOP minyak trafo demi keselamatan dan ketepatan pengujian. Salah satu langkah yang penting sebelum melakukan pengujian pada minyak adalah membersihkan bejana tempat minyak sehingga bebas dari debu atau mengontaminasi minyak lain yang dapat mengontaminasi minyak trafo. Persiapan pengujian dilakukan dengan pemeriksaan alat-alat percobaan dan kalibrasi alat. Persiapan dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari *voltage regulator*, trafo uji, sinyal referensi dan juga signal PD pada rangkaian *PD detector*. Pengukuran keluaran trafo uji dilakukan dalam kondisi tegangan rendah untuk menghindari alat ukur dari kerusakan. Untuk pengukuran tegangan tinggi dilakukan pada *divider* yang memiliki perbandingan skala 1:1000. Gambar rangkaian dan alat pengujian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Peralatan dan rangkaian pengujian

¹⁴⁾ The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002, IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment, IEEE Power Engineering Society, USA

Dari gambar dapat dilihat susunan peralatan pengujian sesuai dengan rangkaian percobaan, di mana *input* AC masuk ke *voltage regulator*. Keluaran *voltage regulator* digunakan sebagai *input* dari trafo uji. Keluaran trafo uji masuk ke rangkaian *divider* yang berfungsi untuk mengukur tegangan tinggi yang dibangkitkan. Sisi tegangan tinggi dari rangkaian *divider* dihubungkan dengan benda uji pada sisi elektroda bola yang kemudian masuk ke dalam rangkaian *PD detector*. Sinyal yang ditampilkan pada osiloskop adalah sinyal tegangan yang ada pada rangkaian *divider* sisi rendah sebagai sinyal referensi dan sinyal tegangan yang dihasilkan oleh *PD detector*. Sinyal yang diperoleh pada osiloskop ditransfer ke PC dengan menggunakan kabel *port* penghubung osiloskop dengan PC yang kemudian sinyal ini akan diolah dengan menggunakan *wavelet diskrit*.

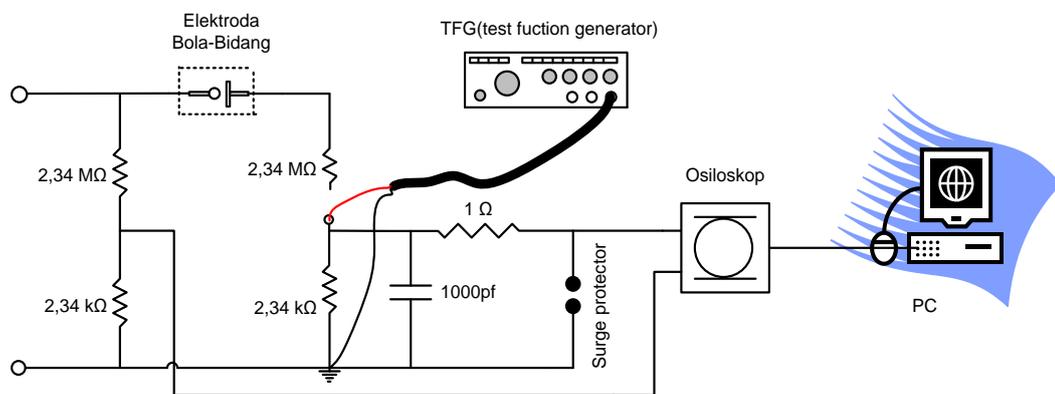
Pada setiap kondisi minyak akan dilakukan pengujian dengan menggunakan *rating* tegangan mulai dari 1 kV hingga 5 kV. *Rating* tegangan yang digunakan adalah:

Tabel 2. *Rating* tegangan yang diterapkan pada bahan uji (minyak trafo)

No.	Keluaran <i>divider</i> (V)	Keluaran Trafo Uji (kV)
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5

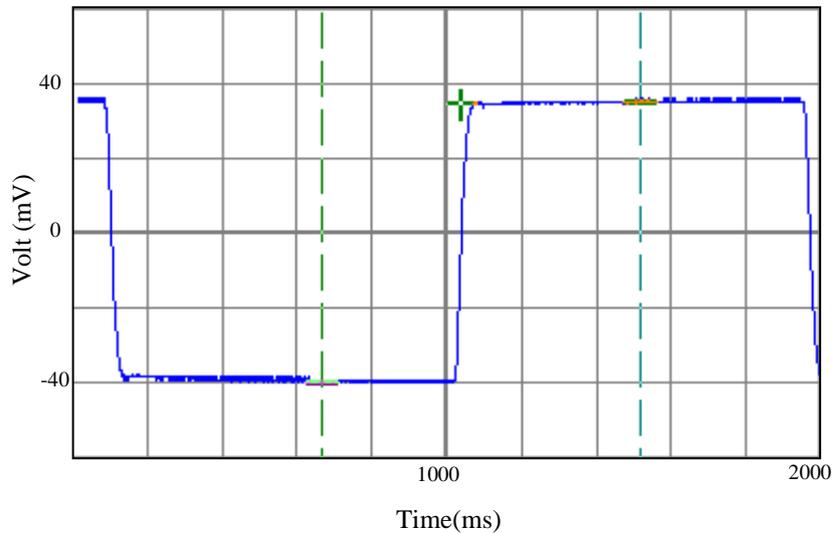
Sebelum mengolah sinyal PD dengan menggunakan *software SWT De-noising ID*, terlebih dahulu sinyal PD dipisahkan dari pengaruh frekuensi saluran 50 Hz. Pemisahan sinyal PD dengan frekuensi 50 Hz dilakukan dengan menggunakan salah satu *tool* dari *wavelet* yaitu *wavelet coefficients selection*.

Untuk mengetahui batas frekuensi kerja pada rangkaian, dapat dilakukan dengan cara menginjeksi sinyal berfrekuensi tinggi pada sisi konektor injeksi sinyal dengan menggunakan *test function generator* seperti gambar 10.



Gambar 10. Injeksi sinyal pada rangkaian PD *detector*.

Penentuan frekuensi kerja pada rangkaian dilakukan dengan melihat gelombang keluaran yang ditampilkan pada osiloskop. Apabila gelombang *output* berbeda dengan gelombang *input*, maka rangkaian sudah tidak bekerja dengan baik dengan kata lain sudah di atas frekuensi kerja dari rangkaian. Sinyal injeksi yang dipakai adalah sinyal kotak. Injeksi sinyal dimulai dari frekuensi rendah dan ditingkatkan hingga terjadi perubahan pada sinyal outputnya. Sinyal output mulai berubah pada saat injeksi sinyal di atas frekuensi 600 kHz. Seperti yang ditampilkan dalam gambar 11.

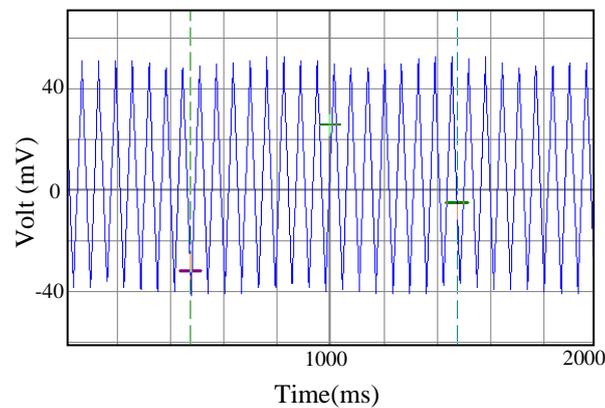


Gambar 11. Output PD *detector* dengan injeksi sinyal frekuensi 600 kHz

Gambar 11 menunjukkan bahwa rangkaian sudah tidak bekerja dengan baik. Oleh karena itu, semua sinyal yang berada di atas frekuensi 600kHz dianggap sebagai derau yang disebabkan oleh rangkaian.

Sebelum melakukan pengolahan data dengan menggunakan *de-noising*, terlebih dahulu dilakukan penentuan *threshold*. *De-noising* adalah proses pemisahan sinyal dengan derau yang ada pada sinyal tersebut. Proses *de-noising* memerlukan nilai *threshold*. *Threshold* adalah sinyal reverensi yang terdapat pada *wavelet* yang berupa sinyal derau yang ada pada rangkaian. Sinyal *threshold* ini digunakan untuk *de-noising* sinyal PD yang bercampur dengan sinyal derau sehingga sinyal PD dapat dipisahkan. *Threshold* ditentukan dengan cara menginjeksikan sinyal gigi gergaji dengan frekuensi tinggi yang dihasilkan dari *test function generator* (*TFG*). Frekuensi yang digunakan adalah 600kHz yang dianggap sebagai sinyal derau. Sinyal injeksi yang dipakai adalah sinyal gergaji.

Pada rangkaian injeksi sinyal *threshold*, trafo uji dan rangkain *diveder* tidak digunakan. Sinyal dari *test function generator* langsung diinjeksikan pada rangkaian PD detektor setelah benda uji. Rangkaian ini bertujuan untuk mendapatkan sinyal derau murni yang terdapat pada rangkaian yang tidak dipengaruhi oleh sinyal PD. Sinyal yang diperoleh pada osiloskop, disimpan pada PC dalam format tabular (.tab) agar dapat ditampilkan dalam *MS-Excel*. Gelombang keluaran PD detector ditampilkan pada osiloskop seperti pada gambar13.



Gambar 12. Sinyal *threshold*

Sinyal *threshold* disimpan dalam format (.xls) untuk kemudian diolah hingga diperoleh nilai seting *threshold* yang akan digunakan untuk mendenoising gelombang PD. Semua sinyal PD yang diperoleh pada pengujian disimpan dalam bentuk tabular yang memiliki extension (.tab) dan diekspor ke dalam *excel*.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Time in s	CH II in Volt									
2	0.00E+00	-1.38E-01									
3	2.50E-07	-1.32E-01									
4	5.00E-07	-1.24E-01									
5	7.50E-07	-1.16E-01									
6	1.00E-06	-1.10E-01									
7	1.25E-06	-1.04E-01									
8	1.50E-06	-9.60E-02									
9	1.75E-06	-9.20E-02									
10	2.00E-06	-9.20E-02									
11	2.25E-06	-8.20E-02									
12	2.50E-06	-7.20E-02									
13	2.75E-06	-6.40E-02									
14	3.00E-06	-5.60E-02									
15	3.25E-06	-5.00E-02									
16	3.50E-06	-4.00E-02									
17	3.75E-06	-3.60E-02									

Gambar 13. Data tabular yang diekspor pada *excel*

Dari data tabular di atas, data PD yang dihasilkan selama pengujian adalah data yang berada pada kolom B. Data PD kemudian disalin dan disimpan dengan format *excel* 2003 yang memiliki ekstensi (.xls) seperti pada gambar 15.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	CH II in Volt										
2		-1.38E-01									
3		-1.32E-01									
4		-1.24E-01									
5		-1.16E-01									
6		-1.10E-01									
7		-1.04E-01									
8		-9.60E-02									
9		-9.20E-02									
10		-9.20E-02									
11		-8.20E-02									
12		-7.20E-02									
13		-6.40E-02									
14		-5.60E-02									
15		-5.00E-02									
16		-4.00E-02									
17		-3.60E-02									

Gambar 14. Data sinyal PD dengan format .xls

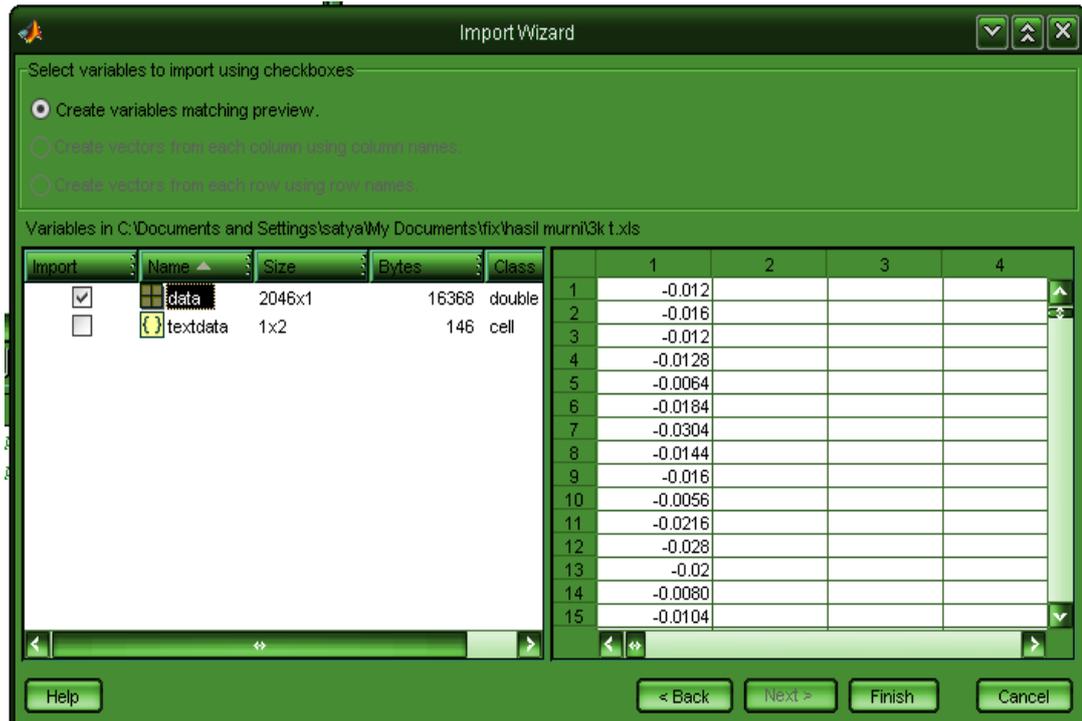
I. Metode Pengolahan Data

Data PD yang diperoleh selama pengujian yang telah diekspor ke dalam MS-*excel*, kemudian diolah dengan menggunakan *software matlab*. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

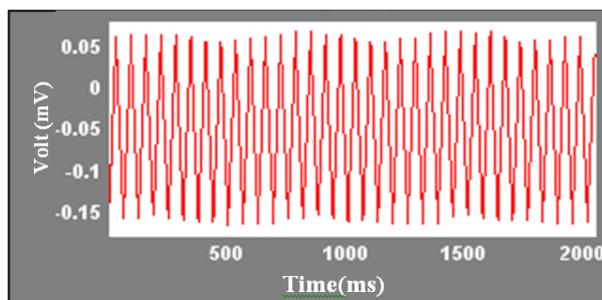
1. Meng-impor data PD kedalam *matlab* untuk mendapatkan data *matfile* yaitu dengan format (.mat) yang merupakan ekstension dari *software matlab*.
2. Menentukan nilai *threshold*.
3. Menghilangkan pengaruh frekuensi 50Hz yang ada pada sinyal PD yang diperoleh dengan menggunakan *wavelet coefficients selection* dan menyimpan hasil dengan format (.mat).
4. Mengolah data hasil yang telah dihilangkan pengaruh frekuensi 50Hz dengan menggunakan *wavelet de-noising*.
5. Menganalisa sinyal hasil dari pengolahan *de-noising*.

Langkah pertama yaitu meng-impor data PD yang telah disimpan dalam format *excel 2003* ke dalam *matlab* dan menyimpan dalam format (.mat) seperti terlihat pada gambar 15.

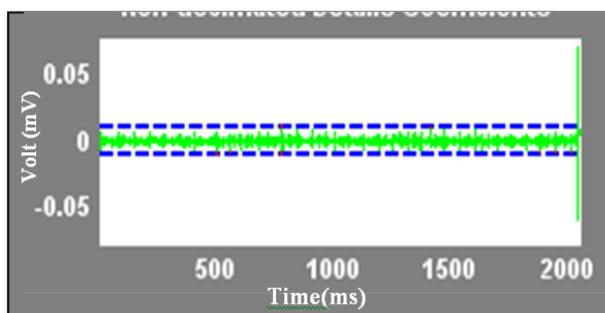
Untuk menentukan nilai *threshold* yang digunakan untuk men-*de-noising* sinyal PD yaitu data sinyal *threshold* yang telah diperoleh diimpor kedalam *software matlab* dan disimpan dalam format (.mat), data yang telah disimpan dalam format (.mat) kemudian diproses dengan *software SWT De-noising 1-D* seperti terlihat pada gambar 16.

Gambar 15 : Impor data PD pada *software matlab*Gambar 16 : *Software SWT De-noising 1-D*

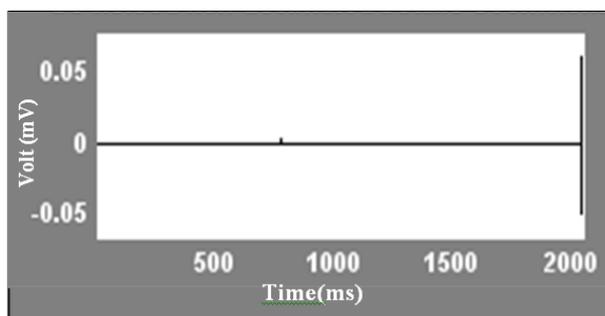
Dengan menggunakan metoda *try and error*, dicari nilai *threshold* hingga tidak terdapat sinyal *discharge* pada sinyal. Penentuan nilai *threshold* dimulai dari *threshold* 0,011 seperti pada gambar 17.



(a) Sinyal *threshold*



(b) Sinyal *threshold* yang *dide-noise*

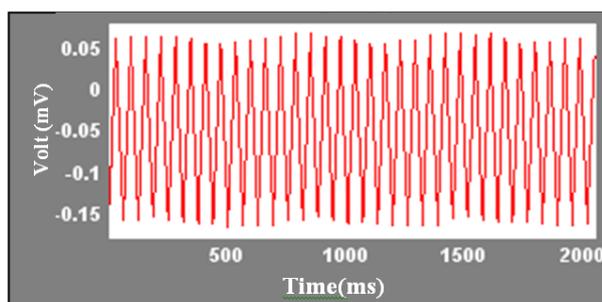


(c) Sinyal hasil *de-noise*

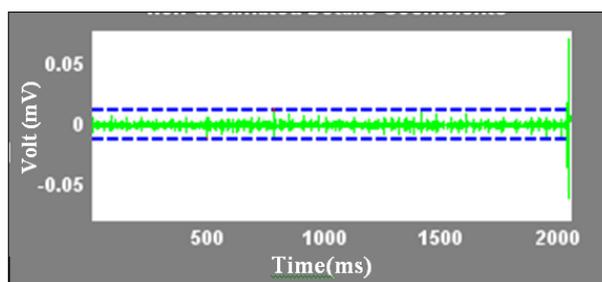
Gambar 17. *De-noising* sinyal *threshold* dengan *setting* 0,011

Gambar 17. (a) Adalah sinyal *threshold* sebelum *dide-noise*. (b) Adalah proses *de-noising* sinyal *threshold* dengan nilai *threshold* 0,011. (c) Adalah hasil sinyal *threshold* yang telah *dide-noise*.

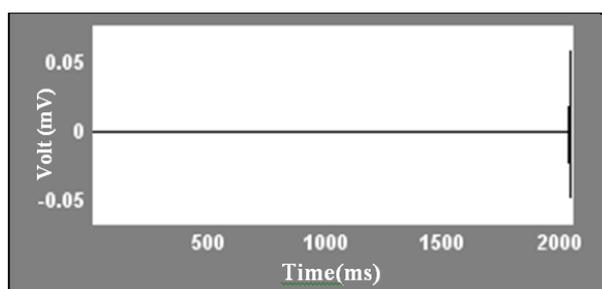
De-noise dengan nilai *threshold* 0,011 dinilai masih terlalu kecil, karena pada sinyal hasil masih terdapat sinyal discharge. Untuk itu nilai *threshold* perlu ditingkatkan lagi hingga 0,012 agar mendapatkan sinyal yang halus. *De-noise* dengan nilai *threshold* 0,012 dapat dilihat pada gambar 18.



(a) Sinyal *threshold*



(b) Sinyal *threshold* yang *dide-noise*



(c) Sinyal hasil *de-noise*

Gambar 18. *De-noising* sinyal *threshold* dengan *setting* 0,012

Gambar 18. (a) Adalah sinyal *threshold* sebelum *dide-noise*. (b) Adalah proses *de-noising* sinyal *threshold* dengan nilai *threshold* 0,012. (c) Adalah hasil sinyal *threshold* yang telah *dide-noise*.

De-noise dengan menggunakan nilai *threshold* 0,012 telah menunjukkan hasil sinyal yang halus. Oleh karena itu, nilai *threshold* ini akan digunakan untuk nilai setting *threshold* untuk men-*de-noise* sinyal PD hasil pengukuran.

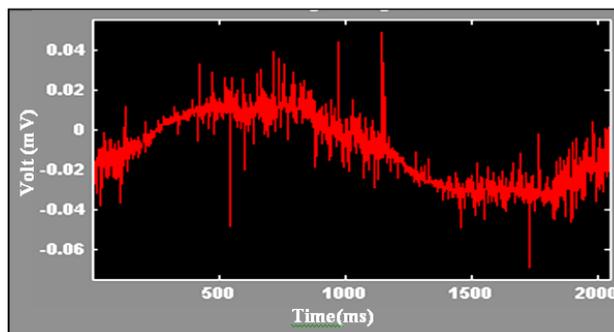
Setelah nilai *threshold* diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan hasil pengujian yang telah diimpor ke dalam *matlab*.

Setelah nilai *threshold* diperoleh, sebelum melakukan *de-noising* sinyal PD, terlebih dahulu dihilangkan pengaruh frekuensi rendah yang mempengaruhi sinyal PD. Penghilangan pengaruh frekuensi 50 Hz ini dilakukan dengan menggunakan *software wavelet coefficients selection* yang masih merupakan salah satu *tool* dari *wavelet* pada *software matlab*. Proses menghilangkan pengaruh frekuensi 50 Hz dengan menggunakan *software wavelet coefficients selection* seperti terlihat pada gambar 19.



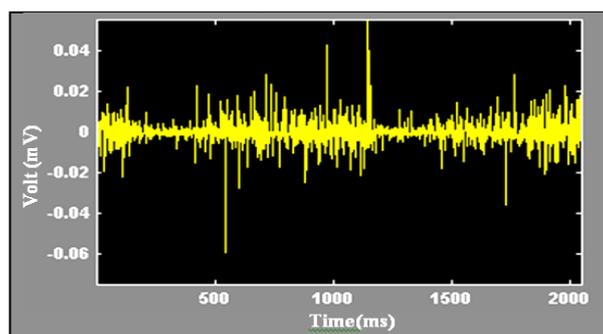
Gambar 19. *Software Wavelet Coefficients Selection*

Sinyal PD yang masih dipengaruhi frekuensi 50 Hz dengan format (.mat) diimpor ke dalam *software wavelet coefficients selection*. Gambar sinyal PD yang masih dipengaruhi frekuensi 50 Hz seperti pada gambar21.



Gambar 20. Sinyal PD yang masih di pengaruhi frekuensi 50 Hz

Untuk menghilangkan pengaruh sinyal 50 Hz, dilakukan dengan mengatur nilai *kept* pada A5 dengan nilai 0. Koefisien A5 merupakan koefisien pendekatan dari sinyal frekuensi rendah sedangkan koefisien D1 sampai D5 merupakan koefisien detail dari sinyal berfrekuensi tinggi. Sinyal PD yang dihilangkan dari pengaruh sinyal 50Hz, terlihat pada gambar 21.

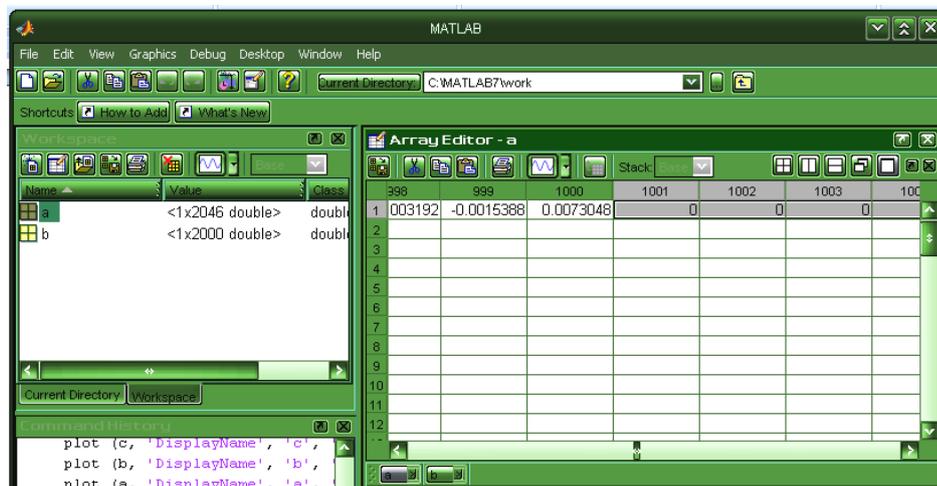


Gambar 21. Sinyal PD telah dihilangkan dari pengaruh sinyal 50Hz

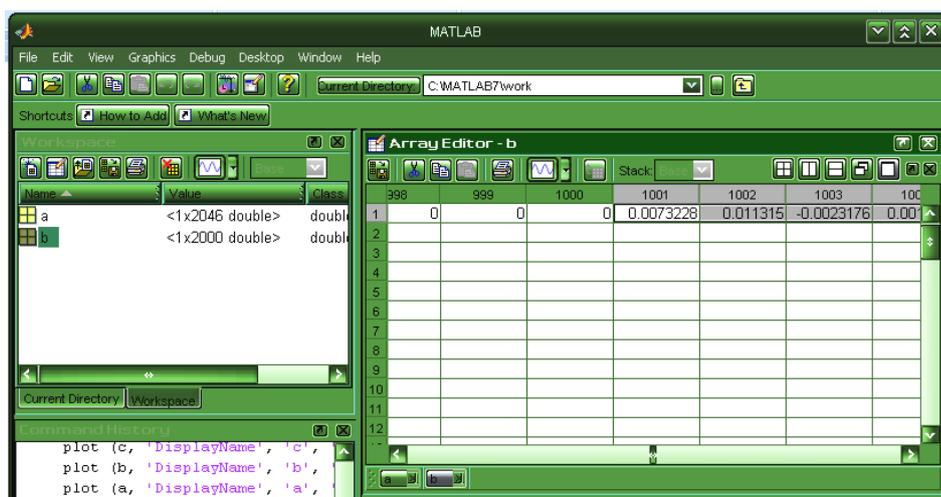
Sinyal PD hasil *coefficients selection* kemudian disimpan dalam dalam format (.mat) agar dapat diolah dengan menggunakan *software matlab* kembali untuk proses *de-noising* sinyal.

Proses *de-noising* ini dilakukan untuk memisahkan sinyal PD dengan sinyal yang dianggap dengan sinyal derau. Proses *de-noising* dilakukan dengan menggunakan *software wavelet De-noising* dengan menggunakan *listing program*.

Untuk memperoleh hasil sinyal PD yang telah dibedakan polaritasnya, terlebih dahulu data hasil dari *coefficients selection* diimpor kembali ke *workspace* pada *software matlab*. Data hasil dibagi menjadi dua bagian, yaitu 1-1000 data pada folder “a” dan 1001-2000 pada folder “b” seperti pada gambar 22 berikut:



(a) Data pada folder “a”



(b) Data pada folder “b”

Gambar 22. Pembagian data tabular pada *workspace matlab*

Setelah data dibagi, dilakukan *de-noising* sinyal dengan menggunakan *listing* program sebagai berikut:

```

m=abs(a)

thr=0.012; x= wthresh(m,'s',thr);

plot (m,'g')    % sinyal asli

hold on

plot (x,'r')    % sinyal De-noiseed

n=-1*abs(b)

thr=0.012; y= wthresh(n,'s',thr);

plot (n,'g')    % sinyal asli

hold on

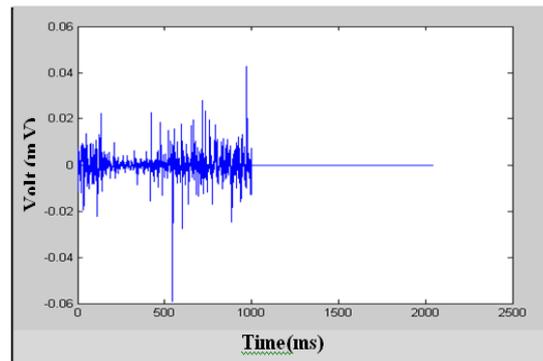
plot (y,'r')    % sinyal De-noiseed

```

Data “m” adalah nilai *absolute* dari data tabular “a” kemudian *dide-noise* dengan menggunakan *setting threshold* 0,012 dan jenis *threshold soft thresholding*. Data “x” adalah data hasil dari *de-noise* data “m”. Kemudian data hasil *de-noise* yaitu data “x” direpresentasikan dalam bentuk gelombang dengan perintah plot (x). Sedangkan data “n” adalah nilai *absolute minus* dari data tabular “b” kemudian *dide-noisee* dengan menggunakan *setting threshold* 0,012 dan jenis *threshold soft thresholding*. Data “y” merupakan hasil *de-noisee* dari data “n”. Data hasil *denoising* yaitu data “y” direpresentasikan bersamaan dengan data “x” dalam bentuk gelombang sehingga diperoleh gelombang hasil.

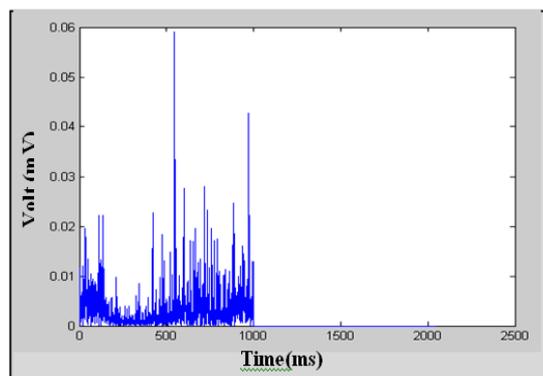
Langkah-langkah *de-noising* pada *listing program* di atas dapat direpresentasikan dalam bentuk sinyal seperti berikut:

1. Sinyal representasi dari data “a” yaitu data PD pada setengah gelombang positif, seperti ditunjukkan pada gambar 23.



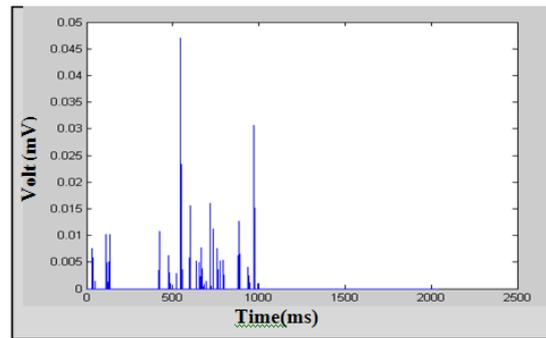
Gambar 23. Sinyal PD pada setengah gelombang positif

2. Sinyal representasi dari data “m” yang merupakan nilai *absolute* dari data “a” , seperti pada gambar 24.



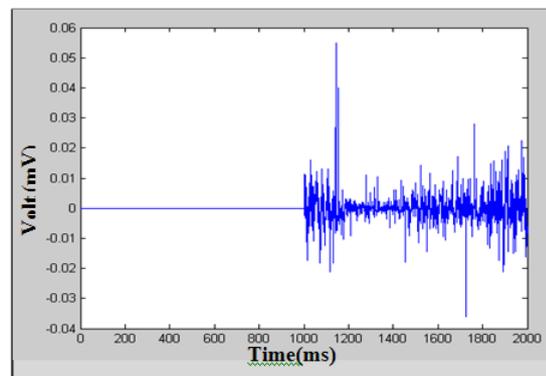
Gambar 24. Sinyal PD pada setengah gelombang positif dengan nilai *absolute*

3. Kemudian dilakukan *de-noising* sehingga dihasilkan sinyal “x” ,seperti tampak pada gambar 25.



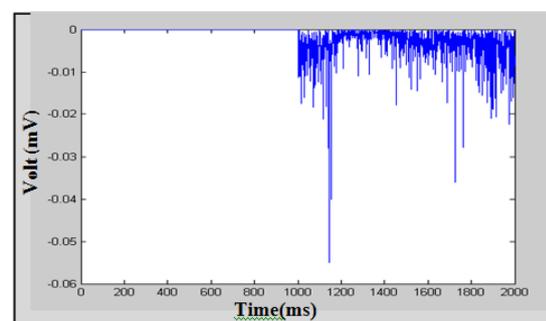
Gambar 25. Sinyal PD pada setengah gelombang positif setelah *dide-noising*

4. Sinyal representasi dari data “b” yaitu data PD pada setengah gelombang negatif, seperti ditunjukkan pada gambar 26.



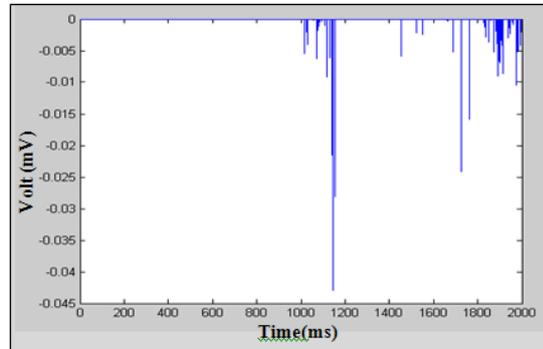
Gambar 26. Sinyal PD pada setengah gelombang negatif

5. Sinyal representasi dari data “n” yang merupakan nilai *absolute minus* dari data “b”, seperti pada gambar 27.



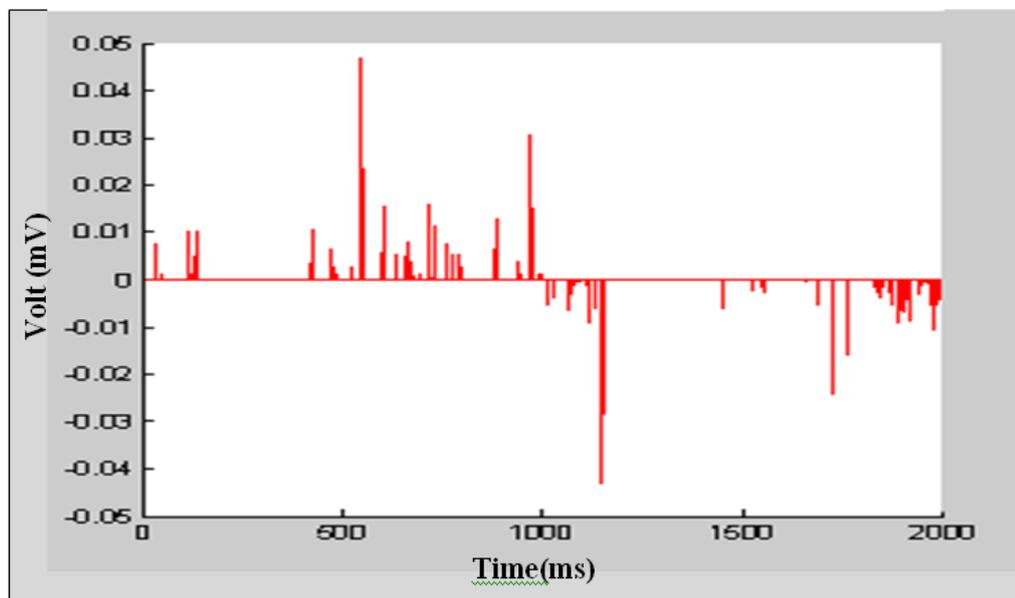
Gambar 27. Sinyal PD pada setengah gelombang negatif dengan nilai *absolute minus*

6. Kemudian dilakukan *de-noising* sehingga dihasilkan sinyal “y”, seperti tampak pada gambar 28.



Gambar 28. Sinyal PD pada setengah gelombang negatif setelah *dide-noising*

7. Sinyal dari data “x” dan “y” direpresentasikan secara bersamaan dengan perintah *plot* sehingga diperoleh sinyal hasil akhir yang terlihat pada gambar 29.

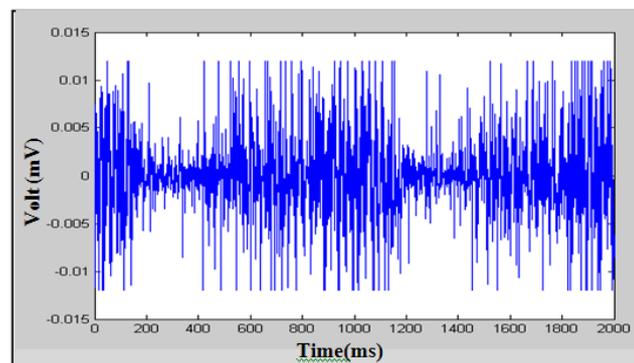


Gambar 29. Sinyal hasil akhir dari proses *de-noising* sinyal PD

Dari proses *de-noising* sinyal PD, terdapat sinyal residu. *Residu* adalah sinyal yang dipisahkan atau dibuang yang dianggap sebagai sinyal derau yang ada pada sinyal PD. Sinyal residu merupakan sinyal hasil pengurangan dari sinyal PD yang masih bercampur derau dengan sinyal hasil akhir. Sinyal residu dapat diketahui dengan menggunakan *listing program* sebagai berikut:

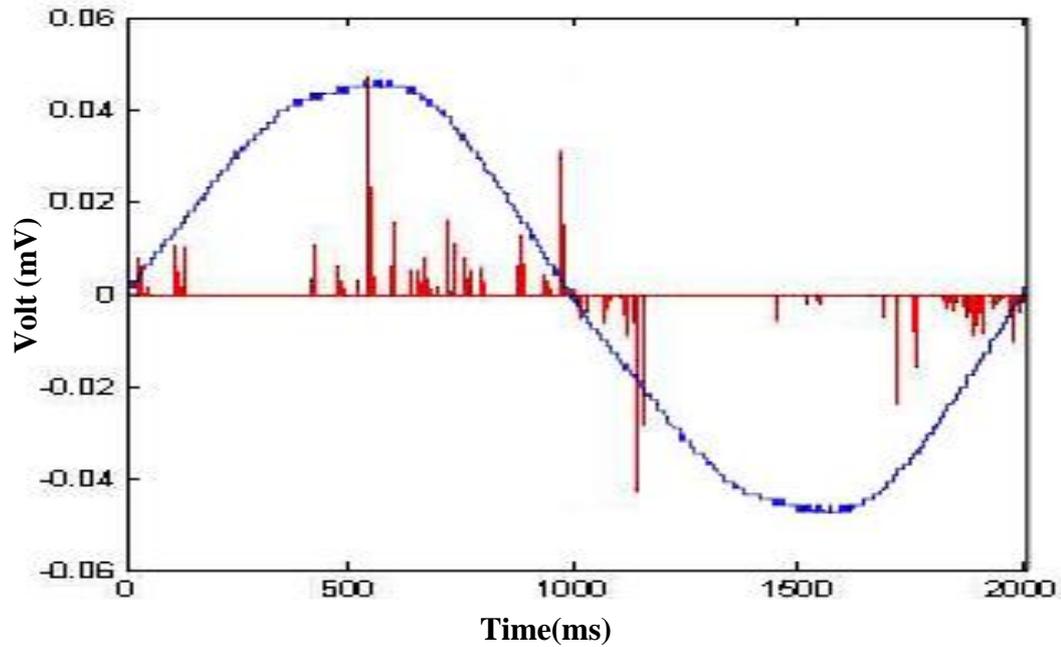
```
c = a + b;  
thr = 0.012; d = wthresh(c, 's', thr);  
residu = c - d;
```

Sinyal residu yang dibuang pada proses *de-noising* sinyal PD terlihat pada gambar 30.



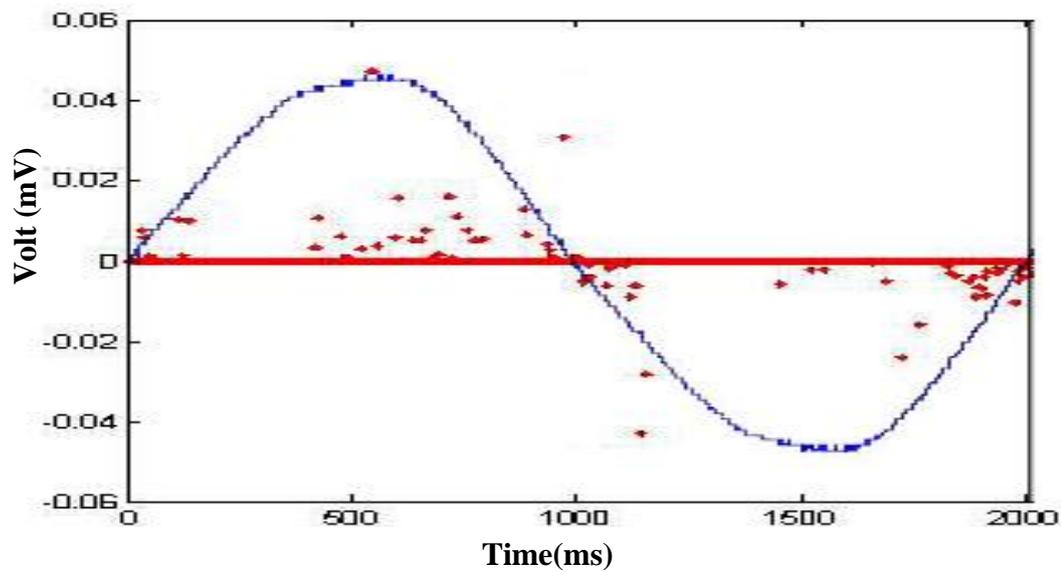
Gambar 30. Sinyal residu dari proses *de-noising* sinyal PD

Data hasil PD yang berbentuk garis-garis kemudian disimpan dalam bentuk gambar (.jpeg). Untuk memudahkan dalam menganalisa polanya, maka dilakukan penggabungan sinyal PD dengan sinyal referensi dengan bantuan *software adobe photoshop CS2*. Hasil penggabungan sinyal dapat dilihat pada gambar 32.



Gambar 31. Sinyal PD yang digabung dengan sinyal referensi

Dengan melihat gambar 31, maka pola PD dapat dilihat secara umum. Untuk memperjelas pola PD, sinyal PD dapat ditampilkan dalam bentuk titik yang diambil titik puncaknya. Pola sinyal PD dalam bentuk titik dapat dilihat pada gambar 33.

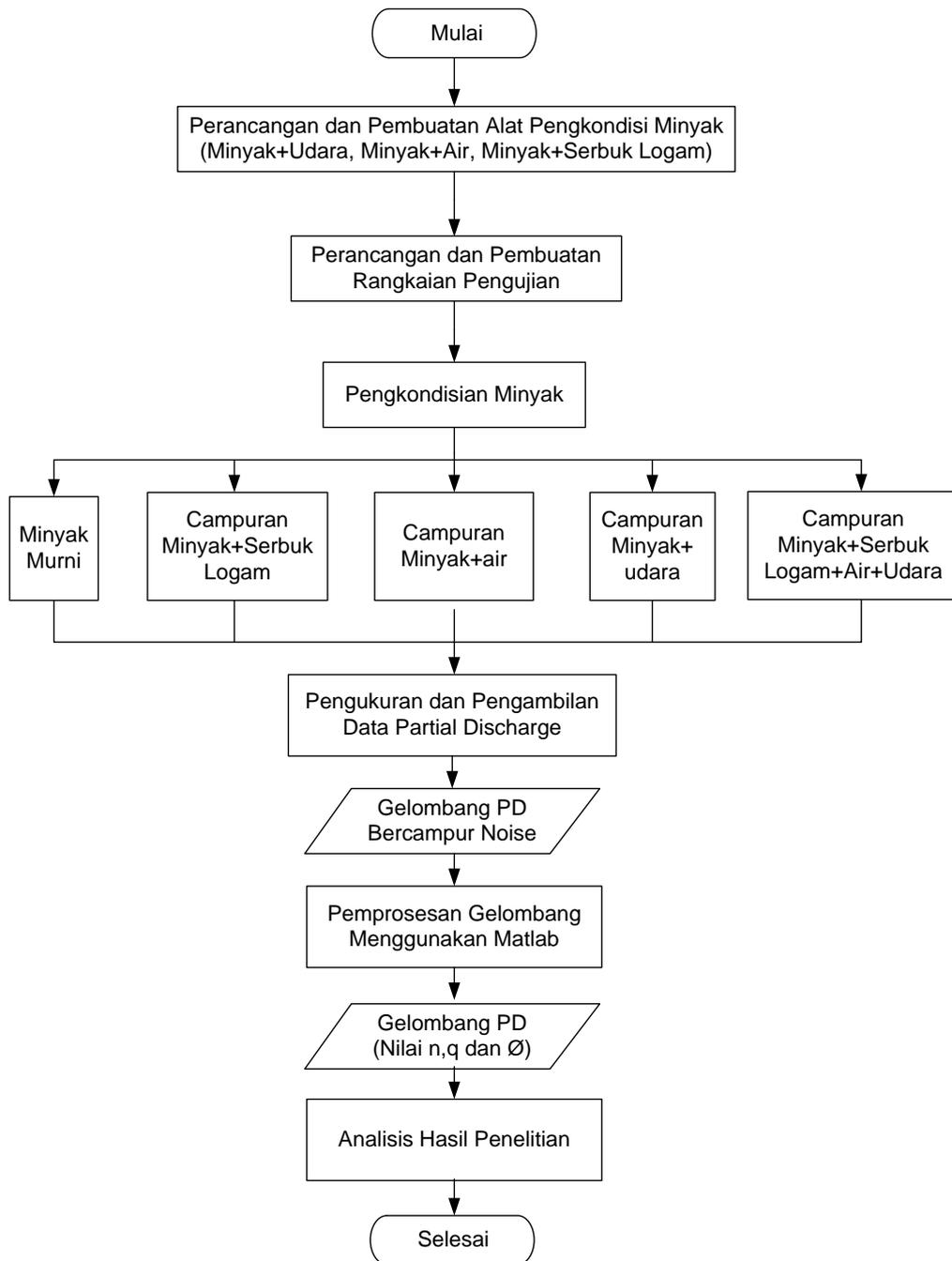


Gambar 32. Pola PD dalam bentuk titik-titik

Untuk dapat mengetahui jumlah PD dan sudut fasa terjadinya PD dilakukan dengan bantuan *software Microsoft excel*. Data hasil PD yang diperoleh dalam bentuk data tabular dalam *workplace* dicopy ke dalam *software Microsoft excel*. Kemudian dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan *sort and filter* pada MS *excel*. Jumlah PD diperoleh dengan menghitung data yang memiliki nilai lebih besar dari 0. Sedangkan sudut terjadinya PD diperoleh dengan melihat titik terjadinya PD. Sudut terjadinya PD atau sudut θ diperoleh dengan membagi titik terjadinya PD dengan jumlah titik pada osiloskop (2000) kemudian mengalikannya dengan jumlah sudut dalam satu gelombang sinusoidal (360 Derajat)

Sedangkan untuk mencari nilai kesetaraan antara tegangan dengan muatan PD digunakan rumus muatan pada kapasitor, yaitu $q = C.V$, di mana tegangan yang terukur pada multimeter saat percobaan merupakan tegangan yang timbul pada PD *detector* yang terdiri atas resistor dan kapasitor yang tersusun secara paralel. Misalkan tegangan yang terukur pada PD *detector* dengan nilai $C=1000$ pF adalah 15 mV, maka muatan PD-nya adalah $15 \text{ mV} \times 10^{-9} = 15 \text{ pC}$.

J. Diagram Alir Penelitian



Gambar 33. Diagram alir penelitian