

Simulasi Pengaruh penggunaan filter eleptic

by Stenly Tangkuman16

Submission date: 26-Jul-2018 12:31PM (UTC+0700)

Submission ID: 985336465

File name: 16_SimulasiPengaruh_penggunaan_filter_eleptic.pdf (303.92K)

Word count: 2593

Character count: 15260

SIMULASI PENGARUH PENGGUNAAN FILTER ELIPTIK PADA MASUKAN SINYAL GETARAN ACAK TERHADAP NILAI RATA-RATA MAGNITUDO

Michael Rembet, Stenly Tangkuman

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi, Manado

ABSTRAK

Dewasa ini pengukuran sinyal getaran dilakukan dengan bantuan perangkat akuisisi data digital. Pada perangkat akuisisi data tersebut digunakan rangkaian filter. Sayangnya penggunaan filter dapat mengakibatkan perubahan spektrum yang diperoleh.

Dalam penelitian ini, diungkapkan pengaruh penggunaan Filter Eliptik terhadap magnitudo. Pengungkapan tersebut dilakukan dengan bantuan simulasi. Selain itu, perlu terlebih dahulu ditentukan orde filter. Simulasi itu dilakukan dengan cara filter dieksitasi oleh sinyal acak. Mula-mula, eksitasi ini dilakukan sebanyak sepuluh kali. Sinyal acak tersebut, dibangkitkan dengan bantuan perangkat lunak Matlab versi 7.10.0.499. Setelah itu, respon filter dalam domain waktu ditransformasi ke domain frekuensi. Pada domain frekuensi, respon filter ditiap frekuensi kemudian dirataratakan. Namun selang frekuensi yang dirataratakan tersebut berada pada selang frekuensi di sekitar frekuensi potong (*cut off frequency*). Selanjutnya simulasi dilakukan untuk jumlah eksitasi hingga 150 kali dengan selang pertambahan sebesar sepuluh kali.

Berdasarkan simulasi yang dilakukan, disimpulkan bahwa persentase beda magnitudo tertinggi adalah sebesar 36,6 % pada jumlah eksitasi sebanyak sepuluh kali sedangkan persentase terendah adalah sebesar 8,6 % pada jumlah eksitasi sebanyak 150 kali. Selain itu, jumlah eksitasi sehingga frekuensi respon Filter Eliptik dianggap tidak dipengaruhi oleh sinyal acak adalah sebesar 150 kali.

Kata kunci: Filter Eliptik, Simulasi Eksitasi, Sinyal Acak

I. PENDAHULUAN

Mesin dan struktur mekanik pasti mempunyai massa dan elastisitas. Karena itu, mesin dan struktur tersebut mampu bergetar hingga derajat tertentu. Getaran tersebut dapat diukur dengan cara, sinyal gerak getaran itu diubah oleh sensor menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini kemudian dikirim ke alat analisa sinyal dinamis (*dynamic signal analyzer*). Alat ini sering disingkat sebagai DSA.

Sebelum spektrum sinyal masukan maupun keluaran diukur oleh DSA, sinyal tersebut terlebih dahulu perlu dikonversi dari domain waktu kontinu ke domain waktu diskrit. Proses konversi tersebut disebut sebagai proses pencuplikan sinyal. Proses pencuplikan pada DSA dilakukan dengan bantuan ADC (*Analog to Digital Converter*). Menurut teorema Shannon [Sturm dan Kirk (1994)], proses pencuplikan oleh ADC harus dilakukan dengan frekuensi cuplik lebih besar dari dua kali frekuensi tertinggi sinyal. Jika teorema ini tidak terpenuhi, maka akan terjadi fenomena *aliasing*. Salah satu cara untuk memastikan fenomena *aliasing* tidak terjadi adalah pada DSA tersebut, digunakan filter lalu rendah (*low pass filter*). Karena filter ini digunakan agar fenomena *aliasing* dapat dihilangkan, maka filter ini kemudian disebut sebagai Filter Anti *Aliasing* (*Anti Aliasing Filter*) [Sinha (1991), McConnell (1995), Ewins (2000)]. Filter ini berfungsi untuk membatasi lebar spektrum sinyal yang akan dicuplik. Filter tersebut digunakan

sebelum proses pencuplikan oleh ADC sehingga komponen frekuensi diatas frekuensi Nyquist dapat dieliminasi [McConnell (1995)].

Bentuk fisik filter di atas adalah merupakan rangkaian elektronik. Karena ini, walaupun penggunaan filter di satu sisi dapat mengatasi munculnya fenomena *aliasing* namun di sisi lain menimbulkan masalah. Masalah tersebut adalah, komponen sinyal dapat dipengaruhi baik pada besar (*magnitude*) maupun pada fasanya (*phase*). Ini berarti bahwa sinyal yang dianalisis oleh DSA dapat berbeda dengan sinyal yang seharusnya diukur [McConnell (1995)].

Hingga saat ini penelitian tentang pengaruh penggunaan filter terhadap pengukuran sinyal telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Diantaranya adalah Bregni dan Setti [1997]. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk simulasi. Pada penelitian ini terungkap bahwa penggunaan filter sangat besar pengaruhnya dalam menghilangkan derau (*noise*) pada spektrum. Namun untuk beberapa derau seperti WPM (*White Phase Modulation*) dan FPM (*Flicker Phase Modulation*), penggunaan filter justru mengubah nilai amplitudo TE (*Time Error*) dan MTIE (*Maximum Time Interval Error*). TE adalah amplitudo sinyal dalam domain waktu dan MTIE adalah *peak-to-peak* sinyal dalam domain waktu. Filter yang digunakan dalam penelitian ini adalah

filter ideal berorde satu dengan frekuensi potong (*cut-off frequency*) sebesar 10 Hz.

Peneliti lainnya [Cattaneo (2002a)] mengungkapkan bahwa kesalahan nilai amplitudo dalam domain waktu dari sinyal pengukuran dipengaruhi oleh orde dan frekuensi potong filter yang digunakan. Pada penelitian ini, sebelum hasil pengukuran ditampilkan, sinyal pengukuran mula-mula dilewatkan pada penguat awal (*preamplifier*) dan filter lolos rendah untuk selanjutnya dicuplik oleh ADC. Pada penelitian ini juga diperoleh hubungan grafis antara orde filter dengan frekuensi potong untuk beberapa tingkat kesalahan amplitudo.

Pada penelitian Cattaneo lainnya [2002b] terungkap bahwa orde dan frekuensi potong dari filter juga memengaruhi kesalahan pembacaan daerah dan waktu. Di sini daerah merujuk pada luas area sinyal keluaran dalam domain waktu dan waktu merujuk pada fasa sinyal keluaran. Pada penelitian ini juga diperoleh hubungan grafis antara orde filter dengan frekuensi potong untuk beberapa tingkat kesalahan daerah dan waktu sinyal keluaran. Kedua penelitian Cattaneo diatas menggunakan filter jenis *Multiple RC*, Bessel dan Butterworth.

Pengaruh filter pada kontrol otomatis juga menjadi perhatian para peneliti. Diantaranya adalah Blachuta dan Grygiel [2009] yang melakukan penelitian mengenai pengaruh filter terhadap data cuplik (*sampled data*). Dalam penelitian ini terungkap bahwa penggunaan filter pada kasus data cuplik sistem kontrol MV LQG, P, PI dan PID untuk pengukuran tanpa derau (*noise*) atau level derau rendah tidak dibenarkan. Pada penelitian ini juga terungkap bahwa jenis filter yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon kontrol. filter yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Butterworth dan Kalman dengan frekuensi potong sama dengan frekuensi Nyquist.

Dari beberapa penelitian diatas terungkap bahwa pengaruh penggunaan filter terhadap pengukuran sinyal tidak dapat diabaikan. Namun dalam penelitian-penelitian tersebut belum diungkapkan mengenai pengaruh penggunaan Filter Eliptik terhadap nilai rata-rata magnitudo. Akibat itu pada penelitian ini, persentase beda magnitudo tertinggi maksimum di jumlah eksitasi tertentu dapat diungkapkan. Selain itu, jumlah eksitasi sehingga frekuensi respon Filter Eliptik dianggap tidak dipengaruhi akibat eksitasi sinyal acak juga diperoleh. Namun persentase dan jumlah eksitasi di atas, dihitung pada selang frekuensi di sekitar frekuensi potong. Selain itu, eksitasi dilakukan dengan sinyal acak. Sinyal acak tersebut, dibangkitkan dengan bantuan Matlab versi 7.10.0. Demikian pula dengan frekuensi respon Filter Eliptik dianggap tidak dipengaruhi akibat eksitasi sinyal acak jika perbedaan antara frekuensi respon akibat eksitasi sinyal acak dan akibat eksitasi impak berada di bawah sepuluh persen. Jumlah kutub

Filter Eliptik yang disimulasikan adalah sebesar enam.

II. PENGARUH PENGGUNAAN FILTER ELIPTIK

Agar pengaruh penggunaan Filter Eliptik terhadap nilai rata-rata magnitudo dapat diketahui, maka persamaan matematik fungsi transfer Filter Eliptik harus diketahui terlebih dahulu. Fungsi transfer filter ini dapat diperoleh jika jenis dan orde filter telah diketahui.

Filter Eliptik adalah filter dengan lebar pita transisi paling sempit pada respon magnitudo. Ini berarti respon magnitudo Filter Eliptik adalah respon magnitudo yang paling mendekati filter ideal. Namun pada pita lolos dan pita hambat respon magnitudo filter tersebut terjadi gelombang (*ripple*) (Sinha, 1991). Filter ini pertama kali diperkenalkan oleh Wilhelm Cauer dan Yegor Zolotarev. Karena ini, maka Filter Eliptik juga sering disebut sebagai Filter Cauer atau Filter Zolotarev.

Jika ω adalah frekuensi, ω_0 adalah frekuensi potong, ξ adalah faktor selektifitas, cd adalah fungsi Jacobi eliptik cosinus, n adalah jumlah kutub (*pole*) filter, K adalah *complete elliptic integral of the first kind* dan L_n adalah faktor diskriminasi, maka fungsi rasional eliptik yang dilambangkan dengan R_n dapat ditulis sebagai berikut :

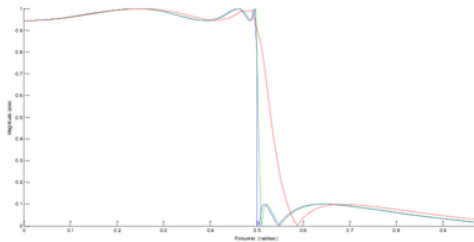
$$R_n \left(\xi, \frac{\omega}{\omega_0} \right) = cd \left\{ n \frac{K(\frac{\omega}{\omega_0})}{K(\xi)} cd^{-1} \left(\frac{\omega}{\omega_0}, \frac{1}{\xi} \right), \frac{1}{L_n} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

Selanjutnya, amplitudo Filter Eliptik yang dilambangkan dengan G dapat ditulis sebagai berikut (Valkenburg, 1982) :

$$G = \frac{1}{\sqrt{1+n^2 R_n^2}} \dots \dots \dots (2)$$

Grafik filter lolos bawah tipe Eliptik ditunjukkan dalam Gambar 1. Pada gambar tersebut, terdapat grafik frekuensi respon tiga Filter Eliptik. Jumlah kutub ketiga filter tersebut masing-masing adalah empat, enam dan delapan. Faktor gelombang pada ketiga filter tersebut adalah sebesar lima persen. Selain itu, frekuensi potong ketiga filter pada gambar itu adalah 0,5 radian per detik. Karena faktor gelombang adalah sebesar lima persen, maka nilai magnitudo frekuensi respon filter tersebut pada frekuensi potong adalah sebesar 0,95. Pada gambar itu juga terlihat bahwa gelombang terjadi pada pita lolos maupun pita hambat dari grafik frekuensi respon Filter Eliptik. Selain itu, respon frekuensi Filter Eliptik bergerak menuju nol pada selang frekuensi pita hambat. Selain itu, juga terlihat bahwa semakin tinggi orde filter semakin curam lereng pada pita transisi. Semakin curam lereng pada pita transmisi suatu filter berarti filter tersebut semakin mendekati filter ideal. Namun di lain pihak, semakin tinggi orde filter maka nilai fasa semakin bertambah dalam arah negatif. Ini berarti semakin tinggi orde filter, semakin terlambat pula sinyal yang melewati filter tersebut. Pada

beberapa kasus, analisis sinyal sangat dipengaruhi oleh fasa sinyal. Karena itu, pemilihan jenis dan jumlah kutub filter dilakukan berdasarkan kebutuhan dan prioritas. Sebagai contoh pada banyak kasus peralatan komunikasi, lebih dibutuhkan filter dengan nilai fasa kecil dibandingkan dengan besar riak dalam skala tertentu. Di lain pihak, keterlambatan sinyal akibat penggunaan filter pada pengukuran sinyal getaran tidak terlalu mempengaruhi analisa. Akibat ini, maka perhitungan fasa tidak dilakukan.

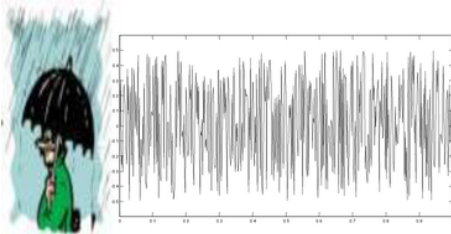


Gambar 1. Grafik frekuensi respon filter eliptik orde 4, 6 dan 8

1 III. SINYAL GETARAN ACAK

Getaran acak adalah getaran yang nilai amplitudo pada waktu tertentu tidak atau sulit diketahui. Getaran ini tidak memiliki sinyal periodik maupun harmonik. Salah satu cara agar sifat getaran acak dapat diketahui adalah dengan bantuan bidang ilmu statistik. Dengan bantuan bidang ilmu tersebut, kecenderungan nilai amplitudo sebagai salah satu sifat getaran acak dapat diketahui (Smith, 1999).

Getaran acak ditunjukkan dalam Gambar 2. Pada gambar tersebut, getaran pada struktur payung saat terjadi hujan adalah getaran acak. Sinyal getaran acak yang paling banyak ditemui adalah *white noise signal*. Sinyal ini adalah sinyal getaran dengan kerapatan frekuensi yang tinggi. Pada sinyal ini, hampir seluruh frekuensi dalam jangkauan di spektrum sinyal tersebut memiliki amplitudo yang hampir sama. Dengan kata lain, sinyal tersebut mengandung kekuatan yang hampir sama pada tiap selang frekuensi (Goldman, 1999).



Gambar 2. Getaran acak

IV. FREKUENSI RESPON FILTER ELIPTIK AKIBAT EKSITASI SINYAL ACAK

Frekuensi respon Filter Eliptik akibat eksitasi sinyal acak diperoleh dengan bantuan Matlab 7.10.0. Mula-mula, fungsi transfer Filter Eliptik dihitung dengan bantuan Persamaan (2). Jika s adalah bilangan imajiner, maka fungsi transfer Filter Eliptik yang dilambangkan dengan FT adalah sebagai berikut :

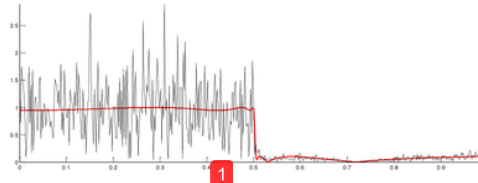
$$FT = \frac{0,1s^6 + 0,17s^4 + 0,07s^2 + 0,009}{s^6 + 0,56s^5 + 0,69s^4 + 0,27s^3 + 0,15s^2 + 0,03s + 0,01} \dots\dots\dots (3)$$

V. FREKUENSI RESPON FILTER AKIBAT EKSITASI SINYAL ACAK

Berdasarkan fungsi transfer pada Persamaan (3) di atas, Filter Eliptik kemudian dieksitasi dengan sinyal acak. Namun karena sinyal acak yang dibangkitkan dengan bantuan Matlab di atas adalah sinyal diskrit, maka fungsi transfer Filter Eliptik kemudian ditransformasi dalam domain diskrit pula. Jika z adalah bilangan imajiner dalam domain diskrit, maka fungsi transfer Filter Eliptik dalam domain diskrit yang dilambangkan dengan Fz dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Fz = \frac{0,22z^6 + 0,33z^5 + 0,74z^4 + 0,67z^3 + 0,74z^2 + 0,33z + 0,22}{z^6 - 0,34z^5 + 2,11z^4 - 0,6z^3 + 1,34z^2 - 0,26z + 0,22} \dots\dots\dots (4)$$

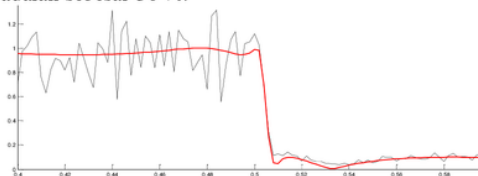
Akibat eksitasi sinyal acak, terjadi respon filter dalam domain waktu. Respon filter tersebut kemudian ditransformasi ke dalam domain frekuensi dengan bantuan Transformasi Fourier Diskrit. Grafik magnitudo frekuensi respon filter akibat eksitasi sinyal acak, digambarkan dalam Gambar 3. Pada gambar tersebut, magnitudo frekuensi respon akibat sinyal acak digambarkan dengan grafik warna hitam. Di lain pihak, magnitudo frekuensi respon akibat sinyal impact digambarkan dengan grafik warna merah. Magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal impact digambarkan dalam Gambar 3 sebagai pembandingan. Selain itu, pada gambar tersebut juga terlihat bahwa gelombang magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal acak, relatif sulit terlihat. Selanjutnya, pada gambar tersebut juga terlihat bahwa magnitudo frekuensi respon filter akibat eksitasi sinyal acak sangat berbeda dengan magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal impact. Karena itu, maka eksitasi pada filter dilakukan sebanyak 150 kali. Akibatnya, magnitudo frekuensi respon dapat dirataratakan. Rata-rata magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal acak diharapkan akan sama dengan magnitudo frekuensi respon filter akibat eksitasi impact.



Gambar 3. Frekuensi respon filter eliptik akibat eksitasi sinyal acak dan sinyal impact

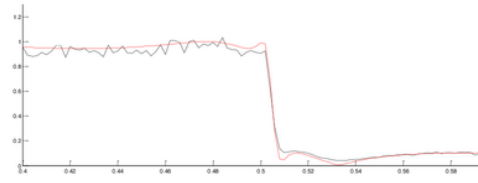
VI. RATA-RATA MAGNITUDO FREKUENSI RESPON FILTER AKIBAT EKSITASI SINYAL ACAK

Rata-rata magnitudo frekuensi respon filter akibat eksitasi sinyal acak diperoleh setelah simulasi dilakukan sebanyak 15 kali. Simulasi pertama dilakukan pada jumlah eksitasi sebanyak sepuluh kali. Grafik magnitudo frekuensi respon filter akibat eksitasi sinyal acak untuk simulasi pertama digambarkan dalam Gambar 4. Pada gambar tersebut, ditampilkan hanya pada selang frekuensi analisa. Analisa dilakukan pada selang frekuensi di sekitar frekuensi potong. Karena frekuensi potong adalah sebesar 0,5 Hz, maka diambil selang analisa sebesar 0,4 Hz hingga 0,6 Hz. Selain itu, pada gambar tersebut juga ditampilkan frekuensi respon filter akibat eksitasi sinyal impact sebagai pembanding. Frekuensi respon filter akibat eksitasi sinyal impact ditampilkan dalam warna merah. Pada Gambar 4 juga terlihat bahwa rata-rata magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal acak masih jauh dibandingkan dengan magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal impact. Simpangan terbesar adalah sebesar 36 %.



Gambar 4. Grafik magnitudo frekuensi respon filter eliptik akibat eksitasi sebanyak sepuluh kali dari sinyal acak

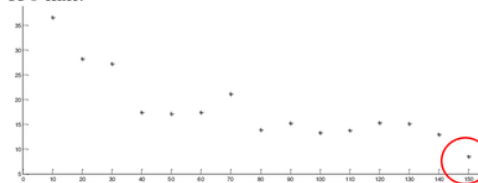
Grafik magnitudo frekuensi respon filter akibat eksitasi sinyal acak untuk simulasi kelima belas digambarkan dalam Gambar 5. Pada gambar tersebut, terlihat bahwa rata-rata magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal acak mendekati magnitudo frekuensi respon akibat eksitasi sinyal impact. Simpangan terbesar adalah sebesar 8,62 %.



Gambar 5. Grafik magnitudo frekuensi respon filter eliptik akibat eksitasi sebanyak 150 kali dari sinyal acak

VII. PERSENTASE BEDA MAGNITUDO

Persentase beda magnitudo tertinggi maksimum pada eksitasi tertentu digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 6. Pada gambar tersebut terlihat adanya penurunan persentase beda magnitudo. Namun nilai persentase berada di bawah sepuluh persen tercapai pada jumlah eksitasi sebanyak 150 kali. Ini berarti jumlah eksitasi sehingga frekuensi respon Filter Eliptik dianggap tidak dipengaruhi oleh sinyal acak adalah sebesar 150 kali.



Gambar 6. Persentase beda magnitudo tertinggi terhadap jumlah eksitasi

VIII. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah, persentase beda magnitudo tertinggi pada jumlah eksitasi tertentu ditabelkan dalam Tabel 1. Selain itu, jumlah eksitasi sehingga frekuensi respon Filter Eliptik dianggap tidak dipengaruhi oleh sinyal acak adalah sebesar 150 kali.

Tabel 1. Persentase beda magnitudo tertinggi pada jumlah eksitasi tertentu

No.	Jumlah Eksitasi	Persentase Beda Magnitudo Tertinggi
1.	10	36,6
2.	20	28,2
3.	30	27,2
4.	40	17,5
5.	50	17,2
6.	60	17,5
7.	70	21,2
8.	80	14,0
9.	90	15,3
10.	100	13,4
11.	110	13,8
12.	120	15,4
13.	130	15,2
14.	140	13,0
15.	150	8,6

1

DAFTAR PUSTAKA

- Goldman, Steve, 1999 : *Vibration Spectrum Analysis, A Practical Approach, Second Edition*, Industrial Press Inc., New York.
- Kreyszig, Erwin, 1999 : *Advanced Engineering Mathematics*, John Wiley & Sons, Inc. Singapore.
- Sinha, Naresh K., 1991 : *Linear Systems*, John Wiley & Sons, Inc. Singapore.

1

- Smith, Steven W., 1999 : *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, Second Edition*, California Technical Publishing, California.
- Strum, Robert D., 1994 : *Contemporary Linear Systems Using MATLAB*, PWS Publishing Company, Boston.
- Valkenburg, M. E. Van, 1982 : *Analog Filter Design*, Holt, Rinehart and Winston, Holt-Saunders Japan, Tokyo.

Simulasi Pengaruh penggunaan filter eleptic

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.undana.ac.id

Internet Source

9%

2

repo.unsrat.ac.id

Internet Source

1%

3

Inge Rahmawati, Brady Rikumahu, Vaya
Juliana Dillak. JAE (JURNAL AKUNTANSI DAN
EKONOMI), 2017

Publication

<1%

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On