

SIMULASI KENDALI ADAPTIF MENGGUNAKAN ALGORITMA LMS UNTUK IDENTIFIKASI PLANT ORDE-2

SUKARMAN

*Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, DIY 55010
Telp. 0274.489716, Faks.489715*

Abstrak

Kendali Adaptif dapat mengatasi masalah seperti non linieritas dan time varying. Dalam tulisan ini akan dilakukan simulasi Kendali adaptif menggunakan algoritma LMS (least Mean Square) untuk mengidentifikasi plant orde-2. Plant sudah diketahui parameter modelnya. Algoritma LMS digunakan untuk mengidentifikasi parameter dari plant. Plant tidak mengalami gangguan sinyal noise. Berdasarkan hasil identifikasi maka algoritma LMS dari widrow dapat menentukan besarnya parameter plant dengan tepat. Langkah konvergensi (μ) sebesar 0.06 dengan waktu yang diperlukan untuk mengidentifikasi tercapai setelah iterasi ke-600.

Kata kunci Adaptive, algoritma LMS, Noise

Abstract

Adaptive control system can be solved like as non linier and time varying problem. This project has done simulate of adaptive control using LMS algorithm which goal to identifying second order plant/process. The plant known it model parameter. LMS algorithm used to identify model parameters. Capabilities of LMS Algorithm tested both the plant is disturbance with noise and without noise. The result show that LMS algorithm which has developed by Widrow, the plant without noise can accurately estimate model parameter, while the reverse it can not accurate estimate. The step of convergent (μ) used 0.06, which time was get identification achieved after 600 iterations.

Keywords: adaptive, LMS algorithm, Step of Convergent

PENDAHULUAN

Sistem kendali adaptif merupakan sistem kendali yang mempunyai parameter-parameter kendali yang dapat beradaptasi. Parameter-parameter kendali tersebut beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan disekitarnya, seperti adanya gangguan, serta perubahan karakter internal dari sistem yang dikendalikan. Penggunaan sistem kendali adaptif menunjukkan peningkatan kinerja sistem karena suatu sistem umumnya berada dalam situasi yang mengandung derau dan gangguan serta kondisi internal dan eksternalnya mengandung ketidakpastian.

Dalam tulisan ini akan dibuktikan bahwa algoritma kendali adaptif dapat menjamin ketegaran kinerja dan ketegaran stabilitas sistem tak linier dan dapat diimplementasikan pada perangkat elektronis secara ekonomis misalnya dengan sebuah mikrokontroler. Sistem kendali adaptif telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang industri pengolahan bahan kimia, sistem penerbangan, serta sistem otomotif^[6]. Dalam bidang pengolahan hasil bumi, Sistem Kendali Adaptif banyak digunakan dalam industri pengolahan bubur kertas dan kertas (*pulp and paper*).

Sistem kendali adaptif merupakan salah satu metodologi kendali yang modern yang telah sukses digunakan dalam bidang industri pengolahan bahan kimia, industri pengolahan

produk-produk hasil bumi seperti pengolahan kertas dan bubur kertas, pengolahan bahan dasar minyak CPO, industri otomotif, kedokteran, dan bidang industri dirgantara baik untuk pengendalian penerbangan pesawat komersil maupun pesawat militer^[6].

Kesuksesan aplikasi tersebut diikuti juga oleh perkembangan produk-produk elektronika yang dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan elektronik, yang khusus menangani pengolahan algoritma kendali adaptif.

Kendali adaptif memungkinkan cara untuk mengatasi sistem yang mempunyai tingkat non-linearitas dan tingkat time-varying yang tinggi. Implementasi system ini membutuhkan kecepatan perhitungan yang lebih tinggi dari pada pesat pencuplikan dari sebuah DSP^[7]. Berbagai penelitian tentang sistem adaptif sudah dilakukan. Widrow^[5] mencapai pesat pencuplikan 0,2 Hz dan Tzou^[4] mencapai 1kHz, Lin^[1] mengimplementasikan secara hardware menghabiskan 35 opamp dan 2 ICL-8031 Seung^[2] meneliti kendali adaptif dengan simulasi.

Salah satu implementasi dari sistem adaptif adalah struktur transversal yang menggunakan penggabung linier adaptif^[5]. Sinyal keluaran sistem adaptif orde N untuk masukan dan keluaran tunggal adalah

$$y(k) = W_k^T X_k^T \quad (1)$$

Dengan

$y(k)$ = nilai keluaran sistem kendali

$W_k^T = [w_0(k) \ w_1(k) \ \dots \ w_{N-1}(k)]$ adalah vector bobot,

$X_k^T = [x(k) \ x(k-1) \ \dots \ x(k-N+1)]$ adalah vector masukan,

T = transpose

k = indeks waktu.

Dalam kendali adaptif, bobot W_k selalu diperbaiki agar nilai $y(k) = d(k)$, dengan $d(k)$ adalah nilai yang diharapkan. Nilai $x(k)$ diperoleh dari pencuplikan. Perbaikan bobot menurut algoritma LMS [5] adalah:

$$W_{k+1} = W_k + 2\mu e(k)x(k) \quad (2)$$

dengan

μ = konstanta yang nilainya >0 , dan

$e(k) = d(k) - y(k)$.

BLOK KENDALI SISTEM ADAPTIF

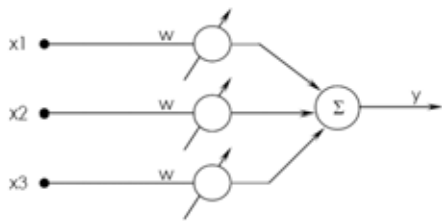
Salah satu tujuan perancangan sistem pengendalian adalah untuk mendapatkan keluaran proses yang sama dengan perintah atau referensi yang diberikan. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan suatu strategi pengendalian yang tepat yang akan menghasilkan sinyal kendali sebagai masukan proses yang dikendalikan sehingga didapatkan sinyal keluaran proses yang sesuai dengan sinyal referensi.

Adaptif berasal dari kata adaptasi yang mengacu pada kemampuan makhluk hidup dalam menyesuaikan diri terhadap lingkungan sekitarnya. Suatu makhluk hidup dikatakan bisa beradaptasi bila mampu mengubah dirinya sendiri agar sesuai dengan kondisi lingkungannya. Adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya adalah suatu proses yang membutuhkan waktu untuk berada pada kondisi yang optimal, yaitu pada kondisi yang paling sesuai dengan lingkungannya.

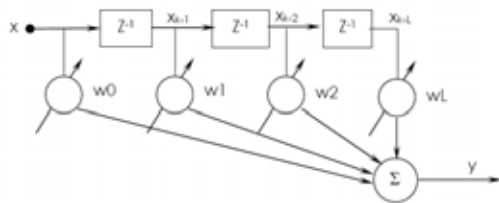
Mengacu pada proses adaptasi makhluk hidup pada lingkungan di sekitarnya, dalam teknik elektro, Sistem Adaptif pada dasarnya adalah suatu algoritma yang mampu membawa sistem adaptif tersebut pada kondisi yang diinginkan. Proses penyesuaian diri pada sistem adaptif dilakukan dengan mengubah nilai-nilai bobot yang ada pada dirinya. Sebagaimana makhluk hidup memerlukan waktu untuk proses adaptasi, sistem adaptif juga membutuhkan waktu untuk mengubah bobot-bobotnya. Perubahan ini dilakukan pada setiap iterasi. Sebelum proses iterasi dilakukan perlu ditentukan terlebih dahulu kondisi awal yang diinginkan, iterasi dilakukan terus sampai dicapai kondisi yang diinginkan. Penggunaan sistem adaptif sangat menguntungkan karena tidak diperlukan informasi tentang lingkungannya. Selain itu sistem adaptif juga dapat bekerja walaupun informasi tentang sinyal masukan tidak tersedia secara lengkap.

Terdapat dua struktur sistem adaptif yaitu penggabung linear adaptif untuk masukan tunggal (single input adaptif linear combiner) dan penggabung linear adaptif untuk masukan jamak (multiple input adaptif linear combiner).

Gambar 1. adalah struktur sistem adaptif dengan masukan tunggal dan jamak^[6].

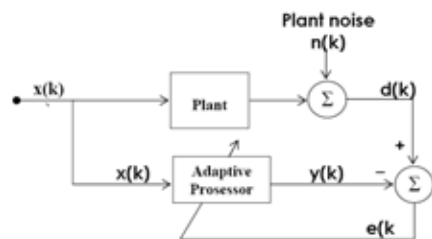


Gambar 1. a) Sistem Adaptif dengan Masukan Jamak



Gambar 1. b) Sistem Adaptif dengan Masukan Tunggal

Konfigurasi model system adaptif [5] disusun seperti pada Gambar 2.



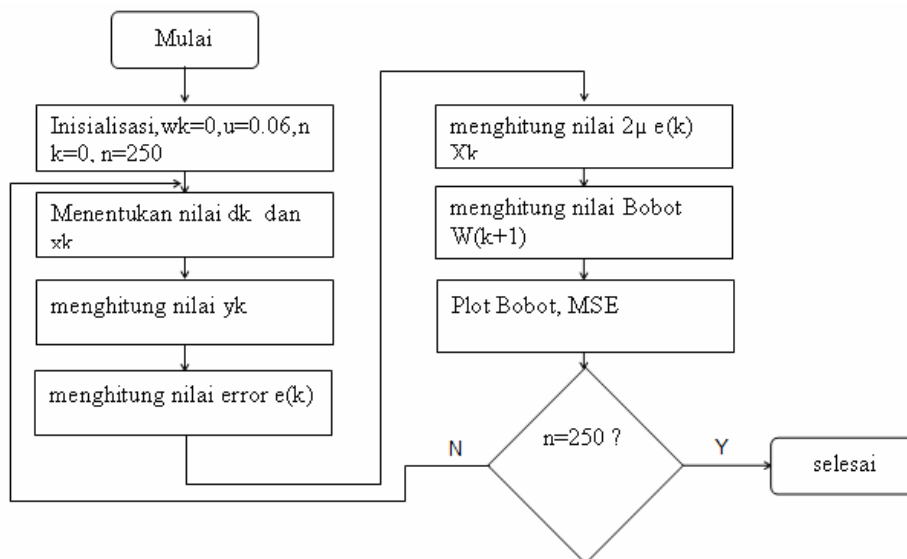
Gambar 2 Konfigurasi Model Sistem Adaptif

$X(k)$ adalah sinyal masukan
 $n(k)$ adalah gangguan derau
 $d(k)$ adalah sinyal yang diinginkan
 $y(k)$ adalah keluaran kendali adaptif
 $e(k)$ adalah galat (error)

Konfigurasi sistem adaptif untuk identifikasi sistem dapat dilihat pada Gambar 2. Identifikasi sistem digunakan untuk mengetahui fungsi alih suatu plant yang tidak diketahui. Konfigurasi ini dapat bekerja bila tersedia vektor masukan dan tanggapan yang diinginkan. Masukan, X_k dilewatkan melalui baik masukan dan tanggapan plant yang tidak diketahui fungsi alihnya. Tanggapan yang diinginkan adalah keluaran plant tersebut yang diberi masukan X_k . Seiring dengan waktu sistem adaptif akan berusaha untuk mengubah bobotnya sehingga didapatkan kesalahan (error) yang sekecil-kecilnya. Dengan kata lain sistem adaptif akan mengubah dirinya sendiri akan keluarannya sama dengan keluaran plant yang sudah diketahui.

Sistem adaptif dapat mengidentifikasi suatu plant dengan baik, jika sistem adaptif tersebut mempunyai cukup derajat kebebasan (jumlah bobot) untuk memodelkan plant yang tidak diketahui. Apabila jumlah bobot adaptif tidak mencukupi, sistem adaptif tidak dapat mengidentifikasi fungsi alih tersebut dengan benar [8].

Jika sistem adaptif konvergen maka akan didapatkan kesalahan (error) yang sekecil mungkin setelah sistem adaptif konvergen, kita dapat mengetahui fungsi alih plant yang tidak diketahui dengan melihat nilai-nilai bobot sistem adaptif.



Gambar 3. Diagram Alir Algoritma Adaptasi

Program adaptasi yang dikembangkan mempunyai diagram alir seperti Gambar 3.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah Personal komputer dan Bahan yang digunakan perangkat lunak Matlab.

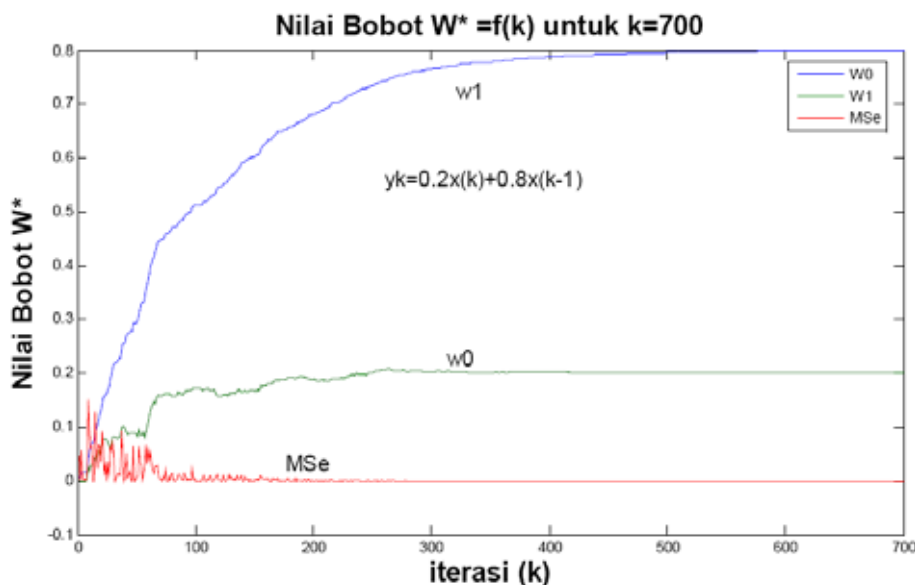
Jalannya Penelitian

1. Menentukan model plant yang sudah diketahui parameternya yaitu $H(z)=0.2X_k + 0.8X_{k-1}$

2. Menentukan sinyal masukan $X_k = \text{rand}(1,n+2)-0.5$.
3. Menentukan langkah konvergensi sebesar $\mu=0.06$
4. Membuat program kendali menggunakan algoritma LMS, ditunjukkan pada Gambar 3.
5. Langkah 2 diulangi, dengan memberikan noise $n_k=\text{rand}()$

HASIL DAN PEMBAHASAN.

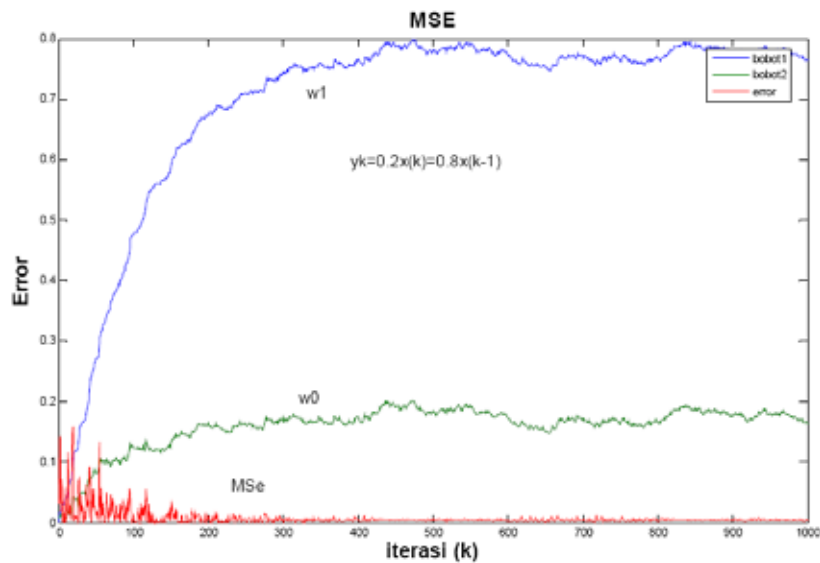
Pada Gambar 4 menunjukkan perubahan nilai bobot w_0 dan w_1 untuk nilai $\mu=0,06$. Nilai awal w_0 , w_1 , dan n_k (tanpa noise) adalah nol. Nilai yang diharapkan (w^*) tercapai pada iterasi sekitar 600.



Gambar 4 Adaptasi Nilai W Dengan Nilai $M=0,06$.
Konvergensi Tercapai Pada Sekitar Iterasi Ke 600

Berdasarkan Gambar 4, Kurva pembelajaran, MSE, Nampak bahwa MSE semakin mengecil dengan bertambahnya iterasi. Sementara nilai bobot juga mengalami

perubahan pada setiap iterasinya dan menuju konvergen. Nilai bobot w_0 adalah 0,2 sedangkan w_1 adalah 0,8, dicapai setelah iterasi ke 600.



Gambar 5. Adaptasi Nilai W Dengan Nilai $M=0,06$. Dengan Noise $N_k=\text{Rand}()$

Pada Gambar 5. System plant diberikan gangguan noise $n_k=\text{rand}()$, agar dapat diketahui dinamika plant dan proses identifikasinya.

Berdasarkan Gambar 5, Kurva pembelajaran, MSE, Nampak bahwa MSE semakin mengecil dengan bertambahnya iterasi. Sementara nilai bobot juga mengalami perubahan pada setiap iterasinya dan menuju konvergen. Nilai bobot w_0 adalah 0,172 sedangkan w_1 adalah 0,7744, dicapai setelah iterasi ke 600.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pertama program sistem adaptif algoritma LMS telah dapat digunakan untuk proses identifikasi. kedua program membutuhkan waktu proses 600 literasi untuk dapat konvergen mencapai bobot atau parameter plant. ketiga program dapat mengadaptasi dengan tepat sistem linear tanpa noise dibandingkan yang terkena noise. dan keempat adanya gangguan noise menyebabkan identifikasi parameter menjadi kurang tepat.

SARAN

Penelitian yang berkelanjutan dengan modal dasar ini perlu terus dikembangkan antara lain untuk mengimplementasikan algoritma adaptif pada mikrokontroler.

DAFTAR PUSTAKA

1. LIN F.J. LIAW C.M., 1993, "Reference Model Selection an Adaptive Control for Induction Motor Drives", IEEE Transaction on Automatic Control, vol 38, No 10 Oct 1993, hal 1594-1599.
2. SEUNG M. B., TAE Y.K., 1997, "An Adaptive PID Learning Control of DC Motors, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics", jilid 3, hal 2877-2882.
3. TEXAS INSTRUMENT, 1989, Second Generation of TMS320 user's guide, Dallas.
4. TZOU Y. Y., 1996, "DSP Based Robust Control of an AC Induction Servo Drive for Motion Control, IEEE Transaction on Automatic Control", vol 4, No 6 Nov 1996, hal 614-221.
5. WIDROW B., STEARNS S. D., 1985, "Adaptive Signal Processing", Prentice hall, hal 274, New Jersey.
6. RHIZA S. SADJAD, 2004, "Laporan Akhir Penelitian Research Grant", Teknik Elektro – Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
7. PRIYATMADI, 2002, "Thesis S-2 Teknik Elektro", UGM, Yogyakarta.
8. PURNOMO,J, 2001, "Skripsi S1 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada", Yogyakarta.

