

Sistem Kendali Digital

Hasnawiya Hasan
 NIM D053201003
 S3-Teknik Elektro
 Universitas Hasanuddin
 email:hasnahasan@unhas.ac.id

Abstract—Sistem Kontrol Digital (Digital Control System) adalah cabang sistem kontrol dengan proses dalam kawasan waktu kontinyu yang dihubungkan dengan kontroler berupa kontroler digital sebagai elemen kontrol yang mengendalikan sistem dan melakukan komputasi waktu diskrit.

Tergantung pada persyaratan, kontroler digital dapat berbentuk mikrokontroler dan ASIC (Application-specific Integrated Circuit) untuk komputer desktop standar.

Index Terms—control,digital,kontroler,diskrit,mikrokontroler,ASIC

I. PENGENALAN

PERKEMBANGAN instrumentasi dan sistem kontrol yang dimulai tahun 1930 hingga saat ini, dipengaruhi dua faktor, yaitu ; kebutuhan pemakai dan kemajuan teknologi.

Kebutuhan pemakai dalam menangani proses yang semakin rumit dan besar ini menuntut peningkatan teknologi sistem kontrol.

Pemilik pabrik (owner) berusaha lebih meningkatkan sistem otomatisasi pada pabrik untuk tujuan optimasi pengoperasian pabrik.

Sesuai dengan kebutuhan pemakai, maka para pemasok (vendor) peralatan instrumentasi dan kontrol menawarkan sistem yang terintegrasi antara pemantauan, pengontrolan, serta sistem penyimpanan dan pengambilan data.

Berbagai peralatan rumah tangga sekarang sudah berbasis otomatis (penanak nasi, mesin cuci, dsb). Sistem otomatis dalam keseharian juga banyak di pergunakan misalnya dalam bidang komunikasi, transportasi, industri jasa, industri kimia dan lain lain.

Beberapa produk otomatis ini sudah menjadi kebutuhan dasar dalam suatu rumah tangga misalnya suatu perangkat televisi yang dilengkapi dengan remote control. Dengan mudah kita dapat beralih dari saluran satu stasiun televisi ke stasiun lainnya, mengatur besar kecilnya volume, contrast nya gambar, dan sebagainya. Teknik kendali memegang peranan penting dalam perkembangan industri ini. Dalam hal ini, sistem kendali digital merupakan salah satu teknik kendali yang dapat diandalkan dalam dunia produk otomatis.

Sistem kendali dapat dikatakan sebagai hubungan antara komponen yang membentuk sebuah konfigurasi sistem, yang akan menghasilkan tanggapan sistem yang diharapkan. Jadi harus ada yang dikendalikan, yang merupakan suatu sistem fisis, yang biasa disebut dengan kendalian (plant). Pada sistem

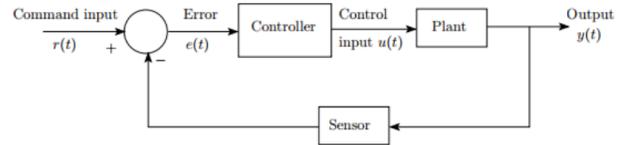


Fig. 1. Sistem Kendali Kontinyu

kendali kontinyu, semua variable sistem berupa sinyal kontinyu, dalam bentuk linear maupun nonlinear, semua variabelnya secara kontinyu hadir dan olehkarena itu dikenal tersedia sepanjang waktu. Blok sistem kendali kontinyu terlihat pada gambar 1.

Pada sistem kendali digital, algoritma kendali diimplementasikan pada komputer digital. Sinyal error didiskritkan dan umpankan ke komputer menggunakan konverter A/D (analog ke digital). Keluaran dari pengendali adalah berupa sinyal diskrit dimana diaplikasikan pada plant setelah menggunakan konverter D/A (digital to analog). Blok diagram yang umum digunakan adalah sistem kendali digital seperti terlihat pada gambar 2, $e(t)$ disampel pada interval T .

Pada persoalan kendali dan komunikasi, sampling adalah proses dimana sinyal kontinyu dikonversikan kedalam bentuk deretan angka pada interval waktu diskrit. Ini merupakan adalah properti fundamental pada sistem kendali digital karena alam diskrit dari operasi komputer digital.

Gambar 3 memperlihatkan struktur dan operasi dari finite pulse width sampler, yang menyajikan dasar blok diagram dan mengilustrasikan fungsi yang sama. T adalah periode sampling dan p adalah durasi sampel.

Operasi sampling pada sampel data dan sistem kendali digital digunakan untuk memodelkan sampel atau operasi hold. Jika sampler digunakan untuk menyajikan S/H (Sampel dan Hold) dan operasi A/D (Analog to Digital), mungkin akan melibatkan waktu tunda, durasi sampling finit, dan kesalahan kwantisasi. Dengan kata lain, dalam menggunakan data code digital, model ini akan lebih mudah.

II. PEMODELAN SISTEM KENDALI DIGITAL

Pengendali Digital, terdapat tiga macam yaitu konverter A/D, konverter D/A, dan *microcontroller*. Sedangkan dalam sistem kendali digital, terkenal tiga istilah, yaitu;

- 1) *Computer controlled system* atau sistem yang dikendalikan oleh komputer
- 2) *Computer Controlled System* atau Sistem Kendali Data Tercuplik

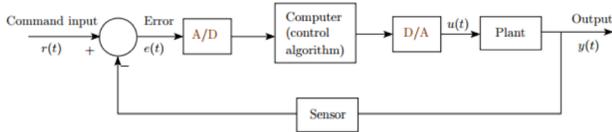


Fig. 2. Sistem Kendali Digital

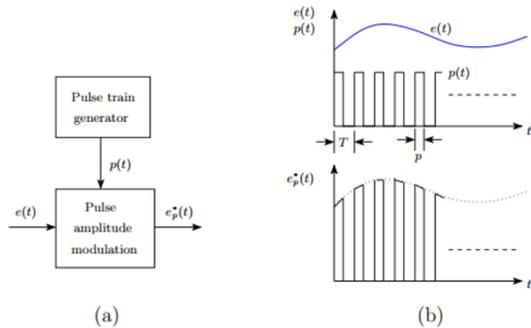


Fig. 3. Struktur dasar dan operasi dari finite pulse width sampler

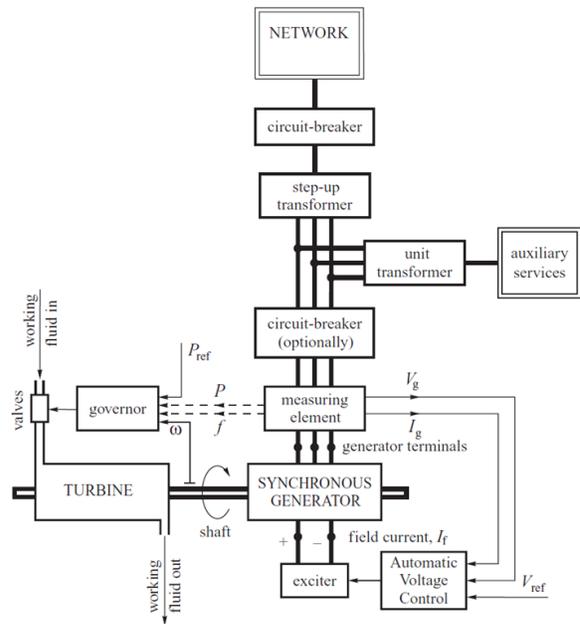


Fig. 4. Sistem kendali digital pada PLTA

3) *Discrete Time Control System* atau Sistem Kendali Waktu diskrit.

Sementara itu, terdapat tiga macam pengendali digital, antara lain;

- 1) Rangkaian Logika
- 2) *Hardware Definition Language (HDL)*
- 3) *Programmable Logic Control (PLC)*
- 4) *Distributed Control System (DCS)*
- 5) *PLC+DCS* dan *Artificial Intellengence* disebut juga *Advanced Control System*.

Piranti sistem digital yang bisa dimanfaatkan sebagai pengendali digital yaitu; Komputer, *Microcontroller*, *Network (Control Center dan SCADA)*, dan *Nano technology*.

III. PROSES SISTEM KENDALI DIGITAL

Model matematik yaitu fungsi transfer dibangun berdasarkan sistem fisiknya

Sementara itu, ada beberapa isyarat pada sistem kendali digital yaitu;

- 1) keluaran time continuous ($y(t)$), pada data digital menjadi $y(k)$
- 2) masukan acuan data digital $r(k)$
- 3) isyarat kendali data digital $u(k)$ yang dicuplik dan ditahan oleh ZOH (*Zero Order Hold*) menjadi isyarat *time continuous, non-diffrensiable*, $u(t)$.

Sinyal keluaran kontinyu ($y(t)$) dicuplik menjadi data digital oleh *virtual sample* sehingga semua sinyal menjadi data digital yaitu $r(k)$, $u(k)$, dan $y(k)$. Setelah itu dapat dilakukan transformasi Z

Terdapat 4 jenis sinyal dalam sistem kendali digital yaitu: sinyal analog, sinyal terkuantisasi, sinyal diskrit/data tercuplik dan sinyal digital. Jenis-jenis sinyal dalam sistem kendali

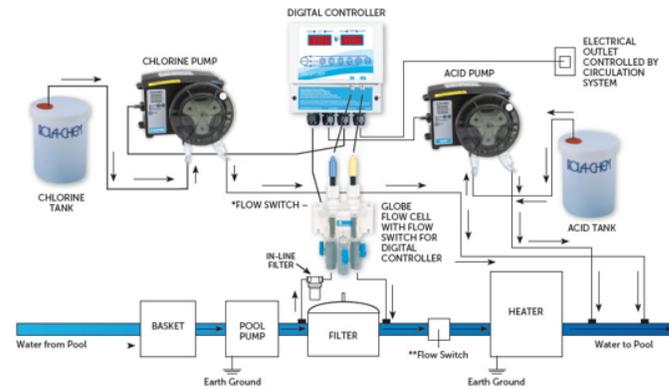


Fig. 5. Sistem kendali digital pada sistem liquid

digital tersebut memiliki pengertian atau didefinisikan sebagai berikut :

- 1) Sinyal analog, merupakan sinyal yang didefinisikan dalam suatu jangkauan batas waktu kontinyu yang amplitudonya mempunyai nilai yang kontinyu.
- 2) Sinyal diskrit, merupakan sinyal yang hanya didefinisikan dalam suatu saat waktu diskrit, amplitudonya mempunyai nilai hanya pada saat tertentu saja. Yang termasuk sinyal diskrit yaitu sinyal digital dan sinyal data tercuplik (*sampled data signal*).
- 3) Sinyal data tercuplik, merupakan sinyal diskrit yang mempunyai amplitudo yang kontinyu pada waktu cuplik (*sampling time*) tertentu.
- 4) Sinyal digital, merupakan suatu sinyal diskrit dengan amplitudo terkuantisasi, sinyal tersebut kemudian direpresentasi dengan sederet bilangan, umumnya bilangan biner.

Selain daripada itu, pada proses kontrol melibatkan beber-

apa elemen yang tersusun menjadi satu kesatuan. Elemen-elemen tersebut meliputi *controller*, proses, komponen sistem kontrol dan pengukuran.

A. Proses

Beberapa variabel dinamik tentu saja terlibat dalam suatu proses, dan mungkin digunakan untuk mengontrol semua variabel pada saat yang sama. Akan dijumpai proses-proses variabel tunggal dan proses-proses variabel banyak

B. Pengukuran

Pengukuran diartikan sebagai pengambilan data dari besaran fisik yang melibatkan beberapa variabel seperti tekanan pneumatic, tegangan listrik, dan arus

C. Evaluasi

Langkah yang diambil selanjutnya adalah mengamati pengukuran dan menentukan tindakan apa yang harus diambil. Langkah ini disebut sebagai evaluasi proses kontrol sekuensial.

D. Elemen Kontrol (Komponen Sistem Kontrol)

Tiga Elemen terakhir dari loop proses kontrol adalah komponen yang secara langsung mempengaruhi proses, merubah variable dinamik dan membawanya ke dalam kondisi set point

Beberapa aplikasi sistem kendali digital di industri terlihat pada gambar 4 yaitu Sistem Kendali Digital di PLTA dan gambar 5 yaitu sistem kendali digital pada sistem *liquid*.

IV. DAMPAK POSITIF DAN NEGATIF

Sebelum menguraikan dampak positif dan negatif dari aplikasi teknik kendali digital, sebaiknya kelebihan dan kelemahan dari teknik ini perlu diuraikan terlebih dahulu. Beberapa kelebihan dari teknik ini, antara lain sebagai berikut :

- 1) Kemudahan dalam pemrograman, sehingga sistem digital dapat digunakan pada berbagai macam aplikasi tanpa harus mengubah hardware.
- 2) Pengurangan pada biaya instalasi hardware, dengan cara menggunakan komponen digital yang telah didukung oleh teknologi IC.
- 3) Sistem pemrosesan sinyal yang telah cepat memastikan data berkecepatan tinggi olehkarena kemutakhiran dalam proses sinyal digital
- 4) Data processing yang telah sangat cepat memudahkan aplikasi Digital Signal Processing setingkat advances.
- 5) Sistem digital dengan reliabilitas tinggi adalah salah satu alasan untuk koreksi codes yang salah
- 6) Dalam mendesain sistem digital dimana menggunakan algebra Boolean dan teknik digital lainnya yang lebih mudah dibandingkan sistem analog.
- 7) Hasil dapat diproduksi secara mudah karena keluaran sistem digital tidak seperti sistem analog yang independent hasil lebih tinggi daripada sistem digital daripada sistem analog.

Sedangkan Kelemahan Sistem Kendali Digital, dapat diuraikan sebagai berikut :

- 1) Sistem digital juga mempunyai beberapa kerugian dibandingkan dengan sistem analog, bahwa sistem digital memerlukan bandwidth yang besar.
- 2) Misal: sebuah kanal suara tunggal dapat ditransmisikan menggunakan single sideband AM dengan bandwidth yang kurang dari 5 kHz. Dengan menggunakan sistem digital, untuk mentransmisikan sinyal yang sama, diperlukan bandwidth hingga empat kali dari sistem analog.
- 3) Kerugian yang lain adalah selalu harus tersedia sinkronisasi. Ini penting bagi sistem untuk mengetahui kapan setiap simbol yang terkirim mulai dan kapan berakhir, dan perlu meyakinkan apakah setiap simbol sudah terkirim dengan benar.

A. Dampak Positif

Dampak dari suatu industri yang menggunakan SKD adalah proses suatu pekerjaan menjadi lebih cepat, teliti, dan efisien. Segala proses telah di masukan ke dalam suatu komputer dan dapat di ulang sesuai kebutuhan hingga proses yang di lakukan selesai. Dan dengan adanya SKD akan mempermudah pekerjaan manusia karena kita hanya tinggal diam di ruang kontrol untuk memerintah seluruh proses yang diinginkan.

B. Dampak Negatif

Dampak negative dari suatu industri yang menggunakan SKD akan memerlukan suatu komponen yang mendukung sistem digital di mana komponen tersebut akan lebih banyak memakan biaya dan akan mengurangi lowongan kerja karena seluruh proses suatu industri hanya diperintah dari suatu ruang kontrol dengan bantuan computer.

V. KESIMPULAN

Penggunaan sistem kendali digital adalah kemajuan teknologi untuk mempermudah pekerjaan manusia sehingga menjadi lebih mudah dan cepat.

Walaupun masih ada kendala dalam sistem ini namun pengembangannya terus dilakukan demi mendapatkan kemudahan pada penggunaannya.

Sistem ini memiliki sisi negatif yakni mengurangi lowongan pekerjaan karena dengan adanya sistem ini hanya di butuhkan sedikit pekerja dalam suatu industri atau pabrik,