***LAPORAN PRAKTIKUM***

ANALISIS TANGGAPAN TRANSIEN DARI SISTEM WAKTU KONTINU

**Muhammad Fadhil Syahputra, Ismail Ragi Alfarugi** .

Universitas Lambung Mangkurat

Email korespondensi : syahputraf112@gmail.com

# PENDAHULUAN

Respons transien seperti respons terhadap input step, impuls, dan ramp umumnya digunakan untuk menganalisis karakteristik sistem kendali dalam domain waktu. Respons waktu sistem terdiri atas dua komponen utama: respons transien dan respons keadaan tunak (steady state). Respons transien menggambarkan perilaku sistem dari kondisi awal hingga mencapai kondisi akhir. Sementara itu, respons keadaan tunak menunjukkan perilaku keluaran sistem saat waktu mendekati tak hingga.

Respons transien mencerminkan bagaimana output sistem bereaksi terhadap input dalam domain waktu, yang mencakup parameter seperti waktu naik (rise time), waktu puncak (peak time), overshoot maksimum, waktu pemantapan (settling time), dan galat keadaan tunak (steady state error), yang umumnya diperoleh dari analisis respons terhadap input step

# TINJAUAN PUSTAKA

Sinyal adalah arus data dalam suatu sistem yang mengalir dari jalur transmisi berisi tegangan, arus, atau kuat medan listrik yang mengkodekan informasi. Sinyal sebagai besaran fisik yang berubah-ubah menurut waktu (t), ruang, atau variabel-variabel lainnya. Peranan sinyal salah satunya adalah mendukung kinerja alat komunikasi (Khairunnisa, 2019).

Jenis sinyal dengan nilai bilangan biner berbentuk digital disebut dengan sinyal digital atau sinyal waktu-diskrit. Pengiriman informasi dengan kecepatan tinggi, berulang, dan masih mempertahankan kualitas dan kuantitas informasi adalah kelebihan dari sinyal digital. Karakteristik dari sinyal ini adalah dapat mengalami perubahan atau modifikasi secara tiba-tiba dan mempunyai besaran antara 0 dan 1. Informasi sinyal digital dapat berupa arus listrik, intensitas, fase atau polarisasi medan optik, atau elektromagnetik lainnya. Sinyal digital memiliki jenis gelombang kotak putus-putus dan hanya memiliki dua nilai amplitudo seiring dengan bertambahnya waktu. Alat elektronik seperti komputasi dan transmisi data umumnya menggunakan sinyal digital (Cindy et al., 2025).

Pemrosesan sinyal digital (DSP) adalah kegiatan untuk modifikasi, menganalisis, dan interpretasi sinyal digital di berbagai hal seperti komunikasi dan pemrosesan audio. DSP melibatkan penggunaan teknik matematika dan komputasi untuk memproses sinyal. Teknik pemodelan sinyal seperti filter Wiener, estimasi spektrum daya, dan penyaringan adaptif berperan penting untuk menganalisis dan memprediksi sinyal. Filter sinyal digital dalam perangkat lunak diimplementasikan dalam istilah bahasa tingkat tinggi, seperti C ++ (Munir 2006). Sinyal digital dapat diaplikasikan untuk proses penyisipan informasi ke dalam data digital seperti citra, audio dan video. Discrete Wavelet Transform (DWT) adalah metode untuk menyisipkan informasi ke dalam citra, sedangkan Haar Wavelet adalah teknik pemrosesan sinyal digital menggunakan konsep citra yang

ditransformasi terlebih dulu didekomposisi sub-sub citra sesuai dengan tujuan level transformasi (Utami et al., 2022).

# 

# METODE PENELITIAN

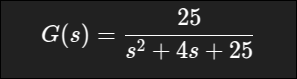
## Alat dan Bahan

1. PC atau Laptop
2. Python 3.x
3. Pustaka python

## Respons Unit Step

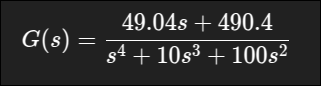
### Sistem Orde Dua

memiliki fungsi transfer yang merupakan bentuk standar dari sistem orde dua dengan frekuensi natural ωn=5\omega\_n = 5ωn​=5 dan faktor redaman ζ=0,4\zeta = 0{,}4ζ=0,4. Sistem ini menunjukkan karakteristik respons yang khas seperti waktu naik, waktu puncak, dan overshoot, yang dapat diamati dari kurva tanggapan terhadap masukan unit step. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menganalisis bagaimana sistem dengan orde dua merespons perubahan mendadak pada input dan bagaimana karakteristik tersebut memengaruhi kestabilan dan kinerja sistem.



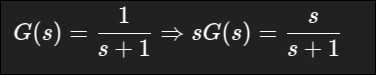
### Sistem Orde Banyak

memiliki fungsi transfer, yang merupakan sistem orde empat dengan dinamika yang lebih kompleks dibanding sistem orde dua. Responsnya terhadap input unit step cenderung lebih lambat, dapat menunjukkan osilasi atau respons multistage yang sulit dianalisis secara intuitif. Percobaan ini bertujuan untuk mengamati dampak dari tingginya orde sistem terhadap bentuk dan kecepatan respons waktu sistem terhadap perubahan masukan.



### Respons Impuls

dianalisis menggunakan sistem orde satu dengan fungsi transferdi mana respons impulsnya diperoleh dari karena respons impuls merupakan turunan dari respons step. Dalam domain waktu, ini menghasilkan respons eksponensial yang langsung dimulai dari nilai tertentu dan menurun seiring waktu, mencerminkan bagaimana sistem merespons gangguan sesaat pada waktu awal. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk memahami bagaimana sistem mengatasi input impuls yang bersifat sangat cepat dan sesaat, serta melihat dinamika awal sistem tanpa pengaruh kondisi awal lainnya.



## Karakterisasi Sistem Orde Dua

Pada bagian ini analisis dilakukan terhadap karakteristik sistem orde dua dengan berbagai bentuk input (step) menggunakan parameter domain waktu seperti waktu naik(rise time), waktu puncak(peak time), overshoot, dan waktu delay(delay time) Analisis dilakukan berdasarkan bentuk kurva respons sistem yang dihasilkan dari simulasi Python.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Respons Unit Step

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Fungsi Alih | Time | | | | | Gambar |
| Tr | Tp | Ts | %OS | Td |
| 1 |  | 0.31 | 0.70 | 1.71 | 25.34 | - |  |

Tabel 2. Respons Unit Impuls

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Fungsi Alih | Time | | | | | Gambar |
| Tr | Tp | Ts | %OS | Td |
| 1 |  | 2.16 | 6.91 | 3.98 | 0.00 | - |  |

Tabel 3. Karakterisasi Sistem Orde 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Fungsi Alih | Time | | | | | Gambar |
| Tr | Tp | Ts | %OS | Td |
| 1 | Overdamped | 1.95 | 6.03 | 3.57 | 0.00 | - |  |
| 2 | Underdamped | 0.42 | 1.12 | 3.77 | 32.92 | - |  |
| 3 | Undamped | 0.34 | 1.01 | - | 99.21 | - |  |
| 4 | Critically Damped | 1.12 | 2.30 | 1.95 | 0.00 | - |  |

# PEMBAHASAN

Gambar pertama memperlihatkan respons terhadap input unit step dari empat jenis sistem orde dua, yaitu overdamped, underdamped, undamped, dan critically damped. Keempat sistem tersebut menunjukkan perilaku dinamis yang berbeda-beda tergantung pada tingkat redaman yang dimilikinya. Pada sistem overdamped, respons yang dihasilkan cenderung lambat dan tidak menunjukkan adanya overshoot karena sistem tersebut sangat teredam. Sementara itu, sistem underdamped menunjukkan adanya osilasi serta overshoot sebelum akhirnya mencapai keadaan tunak, yang menandakan bahwa redaman yang diberikan tidak cukup kuat. Sistem undamped memiliki perilaku yang sangat berbeda, di mana responsnya berosilasi terus-menerus tanpa adanya redaman sama sekali, sehingga tidak pernah benar-benar mencapai kestabilan. Berbeda dari ketiga sistem sebelumnya, sistem critically damped justru mampu mencapai keadaan tunak secepat mungkin tanpa adanya overshoot, menjadikannya sebagai bentuk redaman yang paling optimal. Evaluasi terhadap kinerja masing-masing sistem ini dilakukan dengan melihat parameter-parameter penting seperti rise time (Tr), peak time (Tp), settling time (Ts), dan overshoot (OS), yang kesemuanya merepresentasikan kecepatan dan kestabilan sistem dalam merespons sinyal masukan.

Pada gambar kedua ditampilkan respons dari dua jenis masukan pada sistem orde dua, yakni respons terhadap unit step dan unit impulse. Keduanya sama-sama menunjukkan bahwa sistem yang digunakan bersifat stabil dan mampu menuju keadaan tunak, meskipun dengan karakteristik yang berbeda. Respons terhadap unit step memperlihatkan adanya redaman ringan dengan sedikit overshoot yang kemudian stabil di steady-state. Sedangkan pada respons terhadap unit impulse, sistem tidak menunjukkan overshoot namun membutuhkan waktu yang relatif lebih lama untuk mencapai keadaan tunak. Perbedaan ini menunjukkan bagaimana jenis masukan mempengaruhi karakteristik transien sistem, meskipun hasil akhirnya tetap menuju kestabilan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Cindy, Ulfah, N. N., Saragih, E., Sinaga, R. S. F., & Irwan. (2025). Pengolahan dan Pemrosesan Sinyal Digital. Jurnal Media Informatika [JUMIN], 6(2), 1339-1344.

Khairunnisa. (2019). Pengolahan Sinyal. Poliban Press,Yogyakarta.

Munir, R. (2006). Sekilas Image

Watermarking untuk Memproteksi

Citra Digital. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Utami, M., Rismawan,T., & Ristian, U. (2022). Implementasi Metode Discrete Wavelet Transform

(DWT) pada Watermarking Citra Digital Keaslian Karya Berbasis WEB. Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi, 10(1), 124-135.