

PERANCANGAN KONTROL ADAPTIF MRAC DAN OPTIMISASI STRUKTUR SISTEM NETRALISASI PH PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI BATIK

13320006 Muhammad Anwaril Firdaus

Pembimbing 1: Ir. Estiyanti Ekawati, M.T., Ph.D.

Pembimbing 2: Ashari Budi Nugraha, S.T., M.T.

Latar Belakang

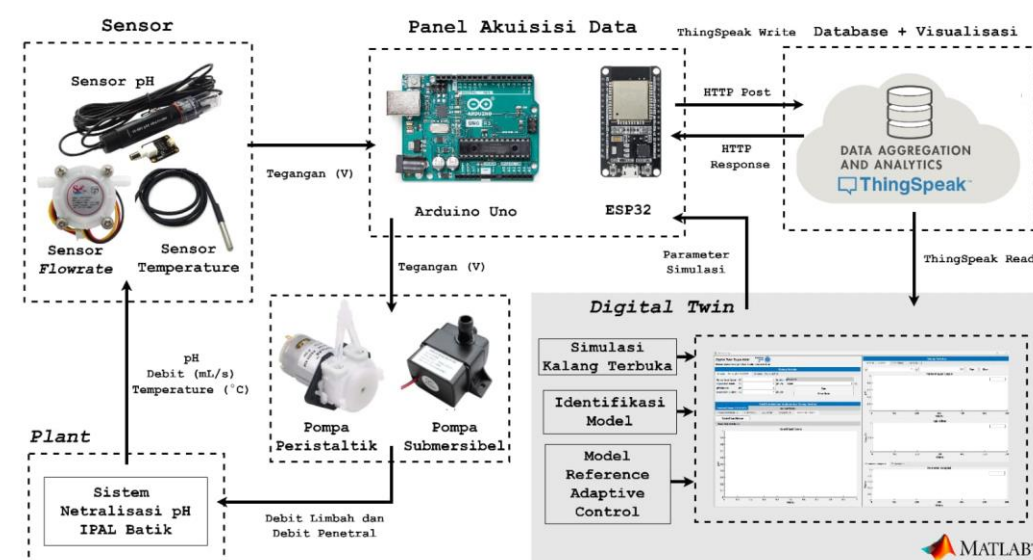
Nilai pH limbah industri batik yang dibuang pada lingkungan harus memenuhi baku mutu air limbah yang sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Berdasarkan hal tersebut, telah ditetapkan pH yang sesuai baku mutu air limbah industri tekstil adalah 6-9. Limbah cair industri batik memiliki nilai pH pada rentang 9,32 sampai 10,1. Rentang pH tersebut tidak memenuhi standar baku mutu air limbah yang diperbolehkan. Salah satu pendekatan dalam mengontrol proses netralisasi pH digunakan *Model Reference Adaptive Control* (MRAC). Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan sistem kontrol adaptif MRAC dengan parameter yang teroptimisasi berdasarkan optimisasi konsentrasi larutan penetral, jumlah tangki netralisasi yang digunakan, dan jenis penetral yang digunakan menggunakan optimisasi *mixed integer nonlinear programming* (MINLP).

Tujuan

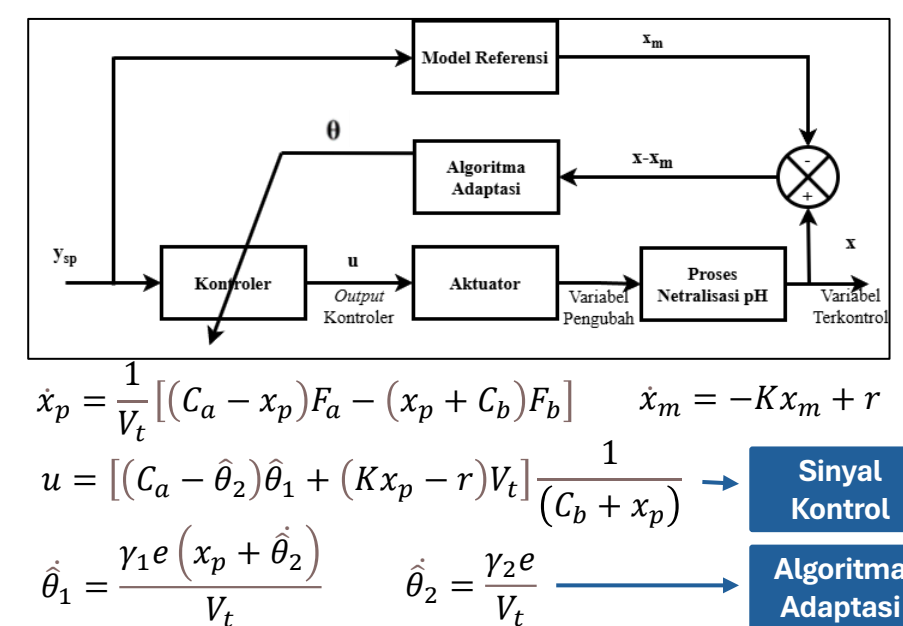
1. Mengidentifikasi karakteristik dinamik proses netralisasi pH pada sistem skala laboratorium.
2. Merancang sistem kontrol adaptif MRAC untuk sistem netralisasi limbah batik.
3. Merancang optimisasi konsentrasi penetral, jumlah tangki penetral, dan jenis penetral yang digunakan pada proses netralisasi pH pada sistem skala laboratorium dengan batasan-batasan yang ada.

Metodologi Penelitian

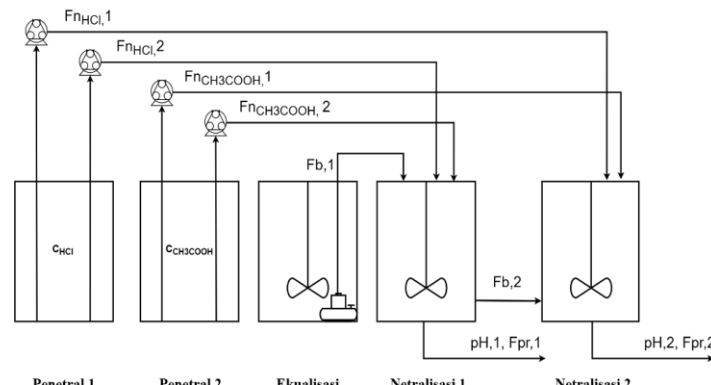
Arsitektur Sistem Netralisasi pH



Perancangan Kontrol MRAC



Perancangan Optimisasi Struktur

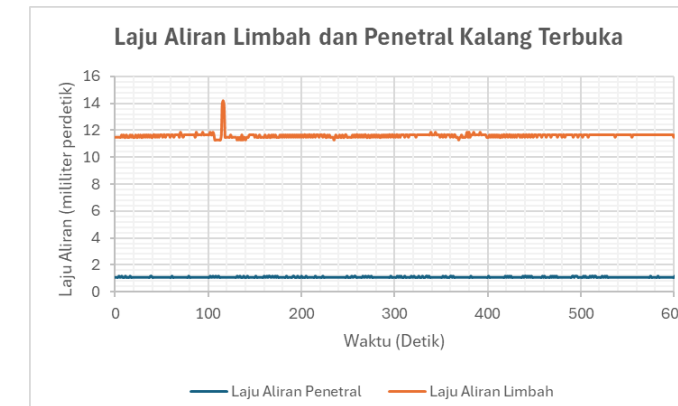
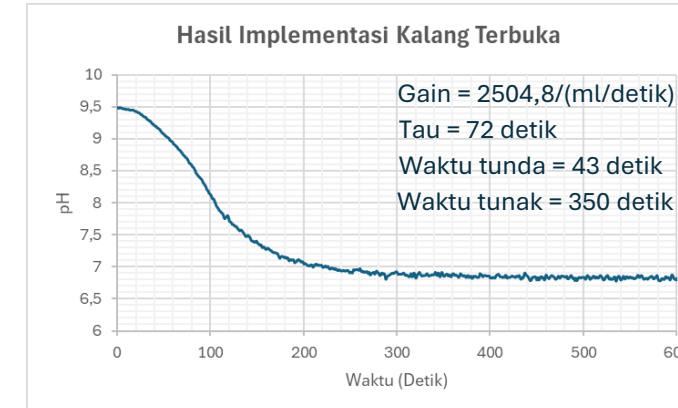


Pada diagram *superstructure* tersebut terdapat pemilihan untuk menggunakan dua tangki secara seri atau satu tangki yang akan digunakan. Optimisasi struktur penting karena digunakan untuk mencapai proses netralisasi dengan sumber daya yang optimal. Pada diagram *superstructure* tersebut, terlihat bahwa jumlah tangki yang digunakan sebanding dengan jumlah pompa yang digunakan. Hal tersebut mempengaruhi banyaknya jumlah penetral yang akan digunakan.

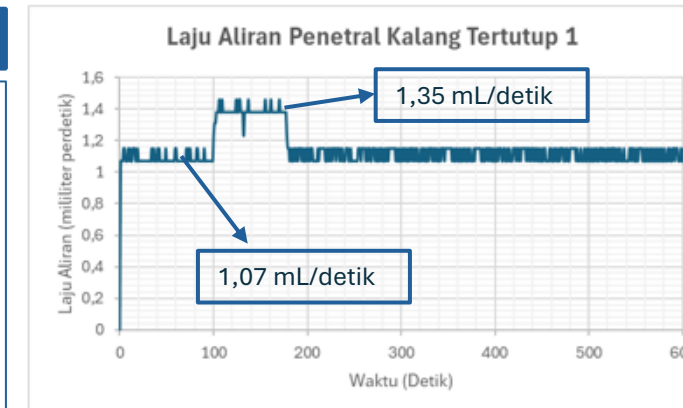
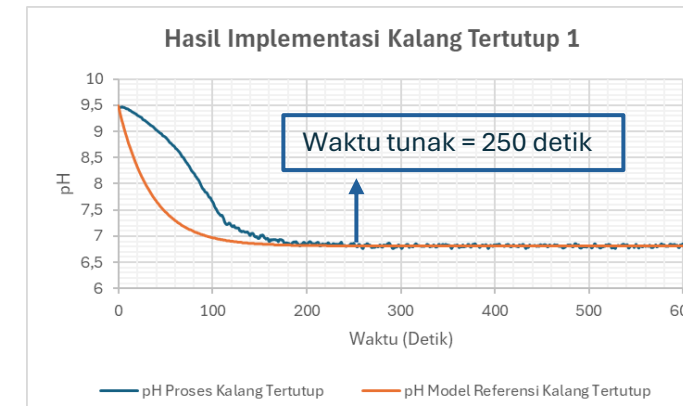
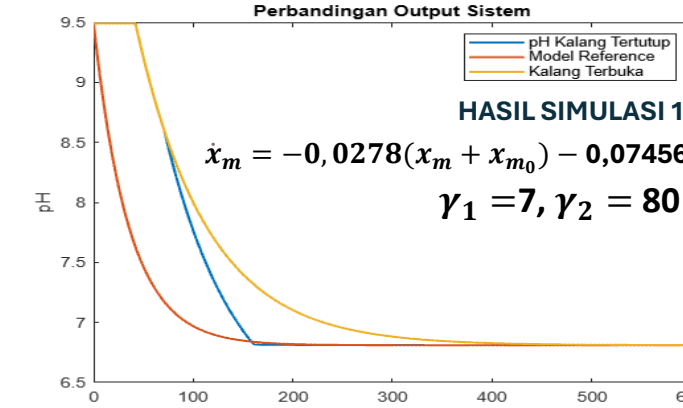
Optimisasi struktur digunakan untuk menentukan konsentrasi penetral, jumlah tangki netralisasi yang optimal, dan jenis penetral yang optimal. Pilihan jenis penetral adalah penetral asam asetat dan asam klorida.

Hasil dan Analisis Kontrol

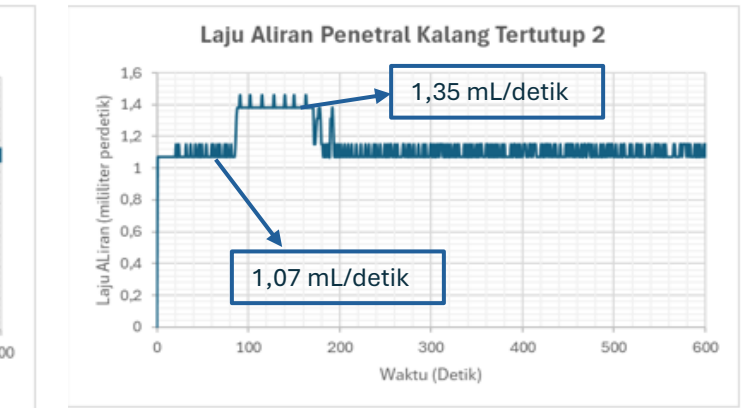
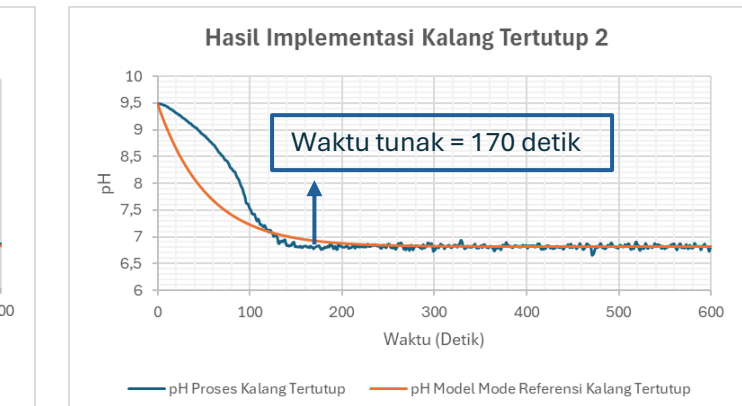
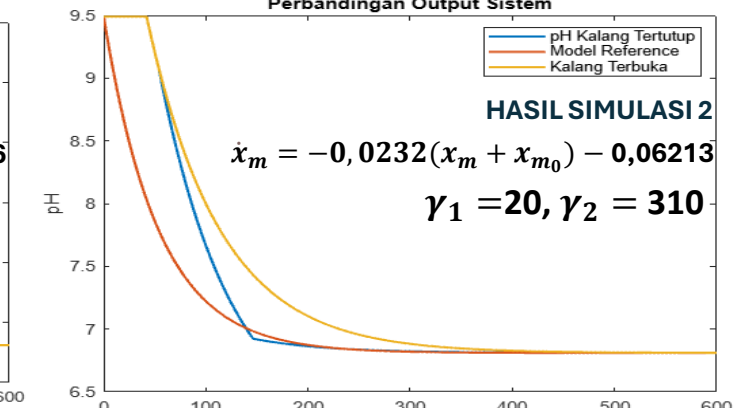
Kalang Terbuka



Kalang Tertutup Satu



Kalang Tertutup Dua

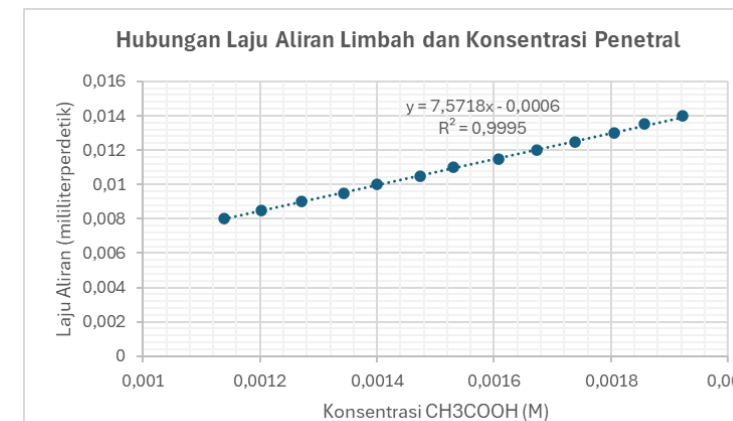


Analisis

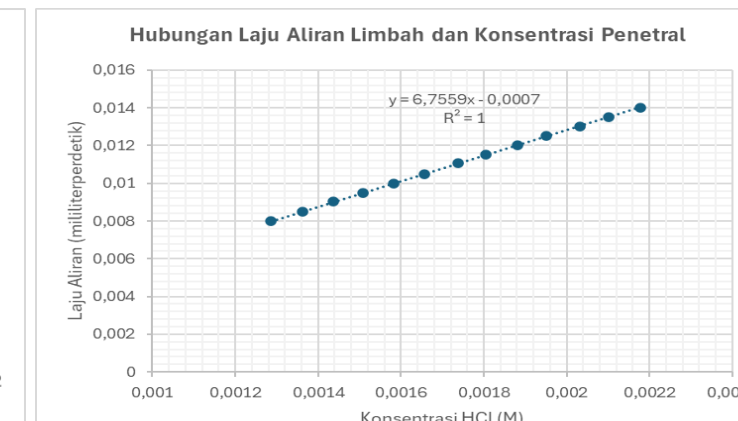
Didapatkan bahwa control MRAC memiliki performa yang lebih baik daripada kalang terbuka jika ditinjau dari nilai waktu tunak. Hasil paling baik didapatkan pada kalang tertutup dua. Hal tersebut dikarenakan memiliki waktu tunak 51% lebih cepat dari kalang terbuka.

Hasil dan Analisis Optimisasi

Hasil Optimisasi pH Limbah 9,5



Hasil Optimisasi pH Limbah 10



Analisis

Berdasarkan optimisasi yang dilakukan, untuk menangani limbah dengan pH 9,5 diperlukan penetral asam asetat dengan rentang konsentrasi 0,0011 M sampai dengan 0,0019 M. Sementara itu, untuk menangani limbah dengan pH 10 diperlukan penetral asam klorida dengan rentang konsentrasi 0,0013 M sampai dengan 0,0022 M. Untuk menangani limbah dengan pH 9,5 dan 10 hanya memerlukan satu tangki proses netralisasi.

Kesimpulan

1. Didapatkan parameter kalang terbuka hasil identifikasi menggunakan model orde satu dengan waktu tunda berupa *gain* (K) sebesar 2504,8/(mililiter/detik), nilai waktu tunda (t_d) sebesar 43 detik, dan konstanta waktu (τ) sebesar 72 detik.
2. Implementasi kalang tertutup satu didapatkan bahwa sistem memiliki waktu tunak 28,6% lebih kecil daripada kalang terbuka, dan implementasi kalang tertutup dua didapatkan bahwa sistem memiliki waktu tunak 51,4% lebih kecil daripada kalang terbuka.
3. Telah dilakukan perancangan optimisasi struktur sistem netralisasi pH batik menggunakan MINLP dan didapatkan hasil bahwa pada limbah dengan pH 9,5 konsentrasi penetral asam asetat optimal berada pada rentang 0,0011 M sampai dengan 0,0019 M dan hanya memerlukan satu tangki proses netralisasi pH, sedangkan pada limbah dengan pH 10 didapatkan hasil bahwa konsentrasi penetral asam klorida optimal berada pada rentang 0,0013 M sampai dengan 0,0022 M dan hanya memerlukan satu tangki proses netralisasi pH.