UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis Dinamika Proses dan Perancangan Pengendalian Level Rerata Berbasis SIMC pada Proses Tangki
Penyangga Umpan**
Farrly Sheva Rahmawan, Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana, S.T., M.T., M.Sc., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALISIS DINAMIKA PROSES DAN PERANCANGAN PENGENDALIAN LEVEL RERATA BERBASIS SIMC PADA PROSES TANGKI PENYANGGA UMPAN

oleh

Farrly Sheva Rahmawan
22/494112/TK/54179

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 16 Juli 2026
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Tangki penyangga umpan kilang PT Pertamina RU IV Cilacap beroperasi sebagai penyangga hidrolik aliran minyak gas berat. Kontroler PI eksisting menerapkan kendali level ketat, bertentangan dengan desain penyangga yang menuntut kendali level rerata. Larangan uji langkah kalang terbuka demi keselamatan menjadi kendala utama pembaruan penalaan.

Guna mengatasi limitasi data, pendekatan hibrida diterapkan. Identifikasi kotak abu-abu via L-BFGS-B dieksekusi pada data kalang tertutup untuk mendiagnosis bias identifikasi. Validasi silang dilakukan melalui metode kemiringan, uji Ljung-Box, dan interval kepercayaan Bootstrap. Sebagai solusi fisis, parameter dinamika diturunkan dari pemodelan kotak putih berbasis prinsip dasar fisika. Kontroler kendali level rerata dirancang menggunakan metode kendali model internal Skogestad (SIMC) dan dievaluasi melalui diagram Bode serta simulasi gangguan empiris.

Identifikasi kotak abu-abu mengonfirmasi bias kalang tertutup melalui penguatan proses negatif ($K_{p,\text{grey}} = -0{,}001096$), menyimpang $235{,}98\%$ (79σ) dari fisika aktualnya ($K_{p,\text{fisika}} = +0{,}000806$). Berlandaskan pemodelan kotak putih, kontroler disintesis ($K_c = 3{,}447$, $T_i = 1440$ s) dan terbukti stabil secara frekuensi (margin fasa $66{,}5°$, margin penguatan $19{,}3$ dB). Dibandingkan DCS eksisting, kendali usulan mereduksi keausan aktuator (TV) sebesar $24{,}8\%$ dan menyuplai aliran hilir yang jauh lebih halus.

Kata Kunci: tangki penyangga umpan, kendali level rerata, SIMC, bias identifikasi kalang tertutup,

Pembimbing Utama	:	Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana, S.T., M.T., M.Sc., IPM.
Pembimbing Pendamping	:	Ir. Yakub Fahim Luckyarno, S.T., M.Eng., Ph.D.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Dinamika Proses dan Perancangan Pengendalian Level Rerata Berbasis SIMC pada Proses Tangki Penyangga Umpan
Farrly Sheva Rahmawan, Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana, S.T., M.T., M.Sc., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALYSIS OF PROCESS DYNAMICS AND DESIGN OF SIMC-BASED AVERAGING LEVEL CONTROL IN A FEED SURGE DRUM PROCESS

by

Farrly Sheva Rahmawan
22/494112/TK/54179

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 16th 2026
in partial fulfillment of the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Feed Surge Drum at PT Pertamina RU IV Cilacap operates as a hydraulic *buffer* for the *Heavy Gas Oil* stream. The existing PI controller utilizes *Tight Level Control*, contradicting the *buffer* design philosophy that requires *Averaging Level Control* (ALC). Safety prohibitions on *open-loop step tests* pose a primary challenge in updating controller parameters.

To overcome data limitations, a hybrid approach is employed. *Grey-Box* identification via L-BFGS-B is executed on *closed-loop* data to diagnose *closed-loop identification bias*. Cross-validation is performed via *Slope Method*, Ljung-Box test, and *Bootstrap Confidence Interval*. As a physical resolution, dynamic parameters are derived from P&ID-based *White-Box first-principles* modeling. The proposed ALC controller is designed using the Skogestad *Internal Model Control* (SIMC) method and evaluated via *Bode plot* and empirical stress-testing.

Grey-Box identification confirms *closed-loop bias* through an anomalous negative *process gain* ($K_{p,\text{grey}} = -0{,}001096$), deviating 235.98% ($79\sigma$) from physical reality ($K_{p,\text{fisika}} = +0{,}000806$). Based on the *White-Box* model, the synthesized ALC controller ($K_c = 3{,}447$, $T_i = 1440$ s) demonstrates superior frequency stability (*Phase Margin* 66.5°, *Gain Margin* 19.3 dB). Compared to the existing DCS, the ALC reduces actuator wear (*Total Variation*) by 24.8% and provides significantly smoother downstream flow.

Keywords: *feed surge drum*, *averaging level control*, SIMC, *closed-loop identification bias*

Supervisor	:	Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana, S.T., M.T., M.Sc., IPM.
Co-supervisor	:	Ir. Yakub Fahim Luckyarno, S.T., M.Eng., Ph.D.