

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : UJI KESTABILAN SISTEM PENGENDALIAN UMPAN  
BALIK DENGAN ANALISIS NYQUIST  
N a m a : Agus Praptomo  
N I M : J 101 87 6716

Telah diujikan pada Ujian Sarjana pada :

Tanggal : 03 Maret 1994

Dan dinyatakan Lulus.

Semarang, 03 Maret 1994

Mengetahui,

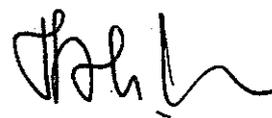
Pembimbing Utama



Drs. Djuwandi, SU  
NIP. 130 810 140

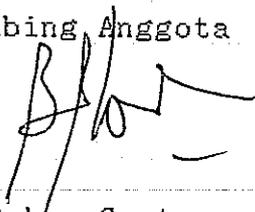
Panitia Ujian

Ketua



Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D  
NIP. 130 877 409

Pembimbing Anggota



Drs. Rukun Santoso  
NIP. 131 974 319

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : UJI KESTABILAN SISTEM PENGENDALIAN UMPAN  
BALIK DENGAN ANALISIS NYQUIST  
N a m a : Agus Praptomo  
N I M : J 101 87 6716  
Tanggal Lulus : 03 Maret 1994



Semarang, 03 Maret 1994

Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam

Jurusan Matematika

Ketua,



Drs. Koen Praseno, SU  
NIP. 131 675 284

Drs. Djuwandi, SU  
NIP. 130 810 140

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas rahmat dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S 1.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Drs. Djuwandi, SU dan Bapak Drs. Rukun Santoso selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Anggota dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan pula kepada :

1. Bapak Drs. Koen Praseno, SU selaku Ketua Badan Pengelola Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Diponegoro.
2. Bapak Drs. Djuwandi, SU selaku Ketua Jurusan Matematika MIPA Universitas Diponegoro.
3. Staf Pengajar Jurusan Matematika dan Bagian Pengajaran MIPA Universitas Diponegoro.
4. Semua pihak yang telah membantu dan memberi semangat atas terselesainya Tugas Akhir ini.

Penulis berharap mudah-mudahan tulisan yang sederhana ini akan memberikan manfaat, khususnya bagi perkembangan dan kemajuan disiplin Ilmu Matematika.

Akhirnya, segala kritik dan saran akan penulis terima dengan hati lapang dan tangan terbuka.

Semarang, Pebruari 1994

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
A B S T R A K .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR SIMBOL .....	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. PENGERTIAN .....	1
1.2. PERMASALAHAN .....	4
1.3. SISTEMATIKA PEMBAHASAN .....	4
<b>BAB II. MATERI PENUNJANG</b> .....	<b>5</b>
2.1. LIMIT SUATU FUNGSI .....	5
2.2. DIFFERENSIAL DAN INTEGRAL .....	5
2.3. PERSAMAAN DIFFERENSIAL .....	7
2.3.1. Persamaan Differensial Biasa ...	7
2.3.2. Persamaan-persamaan Differensial Berubah Waktu dan Tak Berubah Waktu .....	7
2.3.3. Persamaan-persamaan Differensial Linier dan Tak Linier .....	8
2.3.4. Operator Differensial D dan Persamaan Karakteristik .....	9
2.4. FUNGSI VARIABEL KOMPLEKS .....	10
2.5. PERLUASAN PECAHAN PARSIAL .....	12
2.6. TRANSFORMASI LAPLACE .....	13
2.6.1. Transformasi Laplace Invers ....	14
2.6.2. Transformasi Laplace Invers Dengan Menggunakan Perluasan Pecahan Parsial .....	15

	2.7. PENERAPAN TRANSFORMASI LAPLACE UNTUK PENYELESAIAN PERSAMAAN DIFFERENSIAL BIASA LINIER DENGAN KOEFISIEN KONSTANTA .....	16
	2.8. PETA KUTUB NOL .....	20
BAB III	KESTABILAN SISTEM PENGENDALIAN DAN UMPAN BALIK	23
	3.1. BEBERAPA DEFINISI .....	23
	3.2. PENGGOLONGAN SISTEM PENGENDALIAN .....	24
	3.3. UMPAN BALIK .....	25
	3.4. KESTABILAN .....	26
	3.5. FUNGSI ALIH .....	26
	3.5.1. Sifat-sifat Fungsi Alih .....	29
	3.5.2. Tanggapan Waktu Sistem .....	31
	3.5.3. Tanggapan Frekuensi Sistem .....	32
	3.6. ALJABAR DIAGRAM BLOK .....	35
	3.6.1. Diagram Blok .....	35
	3.6.2. Diagram Blok Untuk Sistem Pengendalian Umpan Balik .....	37
	3.7. BENTUK KANONIK SEBUAH SISTEM PENGENDALIAN UMPAN BALIK .....	38
BAB IV	ANALISIS NYQUIST .....	42
	4.1. MENGGAMBAR FUNGSI KOMPLEKS DARI BILANGAN KOMPLEKS .....	42
	4.2. DEFINISI - DEFINISI .....	44
	4.3. SIFAT-SIFAT PEMETAAN .....	48
	4.4. PENERAPAN THEOREMA PEMETAAN PADA ANALISIS KESTABILAN .....	55
	4.5. METODE ANALISIS NYQUIST .....	55
	4.6. LINTASAN NYQUIST .....	61
	4.7. GAMBAR KESTABILAN NYQUIST .....	64
	4.8. PERSYARATAN KESTABILAN NYQUIST .....	72
	4.9. KESTABILAN RELATIF .....	77
BAB V.	KESIMPULAN .....	80
	DAFTAR PUSTAKA .....	81

## DAFTAR SIMBOL

$\Sigma$	: hasil jumlah, $\sum_{i=0}^n a_i = a_0 + a_1 + a_2 + \dots + a_n$
$\Pi$	: hasil kali, $\prod_{i=1}^n (s+p_i) = (s+p_1)(s+p_2) \dots (s+p_n)$
$  \quad  $	: harga mutlak
$\Delta$	: partisi atau besarnya perubahan harga
$\  \Delta \ $	: panjang terbesar dari partisi $\Delta$
$\int$	: lambang untuk integral
$\mathcal{L}$	: lambang Transformasi Laplace
$\mathcal{L}^{-1}$	: lambang Transformasi Laplace Invers
$\text{Re}(s)$	: bagian riil dari variabel kompleks $s$
$\text{Im}(s)$	: bagian imajiner dari variabel kompleks $s$
$\text{Arg } P(s)$	: argumen $P(s)$ atau besarnya sudut $P(s)$
$D$	: operator differensial
$K$	: faktor gain (faktor penguat)