

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PENGARUH VARIASI JUMLAH ANAK TANGGA**  
**AMBANG BERTANGGA TERHADAP PANJANG LONCATAN**  
**AIR (UJI MODEL FISIK)**

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional*



**Disusun Oleh :**  
**IBNU ZAID NATA**  
**1821032**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**MALANG**  
**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI JUMLAH ANAK TANGGA  
AMBANG BERTANGGA TERHADAP PANJANG LONCATAN AIR  
(UJI MODEL FISIK)**

**Disusun Oleh:  
IBNU ZAID NATA  
1821032**

**Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan  
Pada Tanggal 6 Februari 2024**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

**Pembimbing I**



**Sriliani Surbakti, ST., MT.**  
NIP. P. 103 1500 509

**Pembimbing II**



**Nenny Roostrianawaty, ST., MT.**  
NIP. P. 103 1700 533

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**



**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**  
NIP. P. 1030300383

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI JUMLAH ANAK TANGGA  
AMBANG BERTANGGA TERHADAP PANJANG LONCATAN AIR  
(UJI MODEL FISIK)**

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir  
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 6 Februari 2024 Dan Diterima Untuk  
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)  
Teknik Sipil.

**Disusun Oleh:  
IBNU ZAID NATA  
1821032**

Dosen Penguji

Dosen Penguji I



**Dr. Ir. Lies Kurniawati, W., MT.**  
NIP. P. 103 1500 485

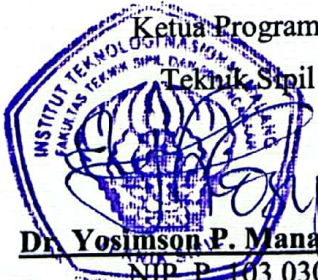
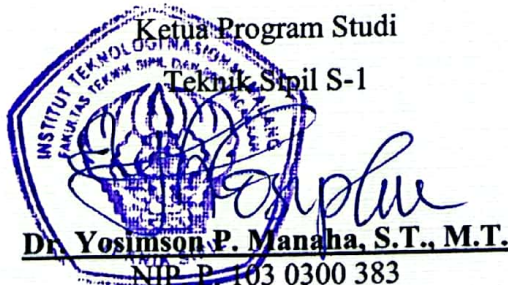
Dosen Penguji II



**Vega Aditama, ST., MT.**  
NIP. P. 103 1900 559

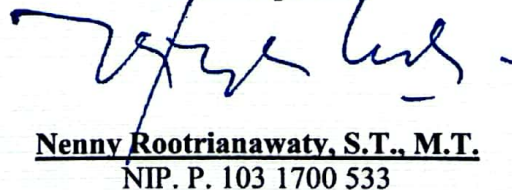
Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil S-1



**Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.**  
NIP. P. 103 0300 383

Sekretaris Program Studi  
Teknik Sipil S-1



**Nenny Rootrianawaty, S.T., M.T.**  
NIP. P. 103 1700 533

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibnu Zaid Nata

NIM : 1821032

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Anak Tangga Ambang Bertangga Terhadap Panjang Loncatan Air (Uji Model Fisik) ”**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Februari 2024  
Yang membuat pernyataan



Ibnu Zaid Nata  
1821032

## ABSTRAK

**“ANALISIS PENGARUH VARIASI JUMLAH ANAK TANGGA AMBANG BERTANGGA TERHADAP PANJANG LONCATAN AIR (UJI MODEL FISIK)”**, Oleh: Ibnu Zaid Nata (NIM: 1821032). Pembimbing I: Sriliani Surbakti, ST., MT. Pembimbing II: Nenny Roostrianawaty, ST., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Ambang adalah salah satu jenis bangunan air yang dapat digunakan untuk menaikkan tinggi muka air serta menentukan debit aliran. Ambang akan menyebabkan terjadinya terjunan air akibat beda tinggi hulu dan hilir saluran. Laju aliran yang terlalu besar dapat mengakibatkan loncatan hidrolik. Loncatan hidrolik pada saluran terjadi ketika aliran mengalir melalui permukaan yang curam atau kecepatan air yang sangat tinggi, dan terjadi penurunan tekanan yang signifikan pada aliran air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah anak tangga pada ambang tipe bertangga terhadap panjang loncatan air.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidraulika Dasar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini menggunakan alat *open flume* berukuran 7,9 cm x 29 cm x 800 cm. Penelitian ini menggunakan model ambang lebar berukuran 7,9 cm x 10 cm x 100 cm dan ambang bertangga yang dengan 3 jenis variasi jumlah anak tangga dengan ukuran peranak tangga pada ambang bertangga variasi 1 7,9 cm x 5 cm x 5 cm, ambang bertangga variasi 2 7,9 cm x 3,3 cm x 3,3 cm, ambang bertangga variasi 3 7,9 cm x 2,5 cm x 2,5 cm. Dilakukan running 5 kali pada setiap modelnya dengan variasi kedalaman aliran di hulu atas ambang yaitu 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5 cm. Kemudian dilakukan pengukuran kedalaman aliran air di atas ambang, sebelum terjunan, sebelum loncatan air, dan di hilir ambang.

Hasil penelitian menunjukkan kesimpulan, yaitu: Urutan variasi ambang yang memiliki nilai panjang loncatan air dari paling pendek adalah Ambang Bertangga Variasi 1 dengan panjang loncatan air ( $L_j$ ) rata-rata 51,12 cm, Ambang Lebar dengan panjang loncatan air ( $L_j$ ) rata-rata 57,60 cm, Ambang Bertangga Variasi 2 dengan panjang loncatan air ( $L_j$ ) rata-rata 57,72 cm, Ambang Bertangga Variasi 3 dengan panjang loncatan air ( $L_j$ ) rata-rata 58,40 cm.

*Kata Kunci : Ambang Bertangga, Panjang Loncatan Air, Uji Model Fisik*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Anak Tangga Ambang Bertangga Terhadap Panjang Loncatan Air (Uji Model Fisik)**”.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian Tugas akhir ini, penyusun menyampaikan terimakasih kepada :

- 1) Bapak Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
- 2) Ibu Sriliani Surbakti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I
- 3) Ibu Nenny Roostrianawaty, ST., MT. selaku Dosen pembimbing II
- 4) Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materi.
- 5) Rekan rekan di program studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang yang selalu memberikan dukungan selama menyusun Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Februari 2024

Ibnu Zaid Nata  
1821032

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Saluran Terbuka .....	8
2.2.1 Bilangan <i>Froude</i> .....	9
2.2.2 Bilangan <i>Reynolds</i> .....	10
2.2.3 Debit Aliran.....	11
2.3 Loncatan Air.....	12
2.4 Ambang .....	12
2.5 Ambang Bertangga.....	13
2.6 Regim Aliran pada Ambang Bertangga .....	14
2.7 Alat Ukur Debit <i>V-notch</i> .....	16
2.8 Alat Ukur Kecepatan <i>Pitot Tube</i> .....	17
2.9 Kalibrasi Alat Ukur Debit .....	18
2.10 Model Hidraulik .....	18

2.11	Macam Model Hidraulik .....	19
2.12	Prinsip Modelling .....	19
2.13	Prinsip Scalling .....	21
2.13.1	Sebangun Geometrik .....	21
2.13.2	Sebangun Kinematik .....	22
2.13.3	Sebangun Dinamik .....	23
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	25
3.2	Metode Pengambilan Data .....	25
3.3	Model Saluran .....	25
3.4	Model Ambang Lebar .....	26
3.5	Model Ambang Bertangga .....	26
3.6	Alat dan Bahan .....	27
3.7	Variabel Yang Digunakan .....	28
3.8	Prosedur Penelitian .....	29
3.8.1	Kalibrasi Alat Ukur Debit .....	29
3.8.2	Kalibrasi Alat Ukur Kecepatan .....	30
3.8.3	Rancangan Percobaan .....	30
3.8.4	Langkah Pengambilan Data .....	31
3.9	Metode Analisa Data .....	31
3.10	Flow Chart Penelitian .....	33
3.11	Kondisi Pengamatan di Laboratorium .....	34
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1	Kalibrasi Alat Ukur Debit <i>V-notch</i> .....	37
4.2	Penentuan Debit Yang Digunakan .....	40
4.3	Analisis Kecepatan Aliran dengan Variasi Debit .....	41
4.4	Analisis Kecepatan Dengan Bilangan <i>Froude</i> .....	46
4.5	Analisis Variasi Debit Dengan Bilangan <i>Reynold</i> .....	53
4.6	Analisis Panjangan Loncatan Air Dengan Variasi Debit .....	59
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
5.1	Kesimpulan .....	73
5.2	Saran .....	74



<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bangunan Dam Kadalpang Malang dengan pelimpah Bertangga	2
Gambar 2.1	Pola Perambatan Penjalaran Gelombang di Saluran Terbuka..	10
Gambar 2.2	Aliran Melalui Ambang Lebar .....	13
Gambar 2.3	Regim Aliran di Peluncur Ambang Bertangga.....	15
Gambar 2.4	Alat Ukur Debit <i>V-notch</i> .....	16
Gambar 2.5	Tabung Pitot (kiri) , Tabung statis Pitot (kanan).....	17
Gambar 2.6	Sket penyelesaian masalah lewat modelisasi .....	20
Gambar 3.1	Model flume berbentuk persegi panjang .....	25
Gambar 3.2	Model ambang lebar tampak samping.....	26
Gambar 3.3	Model ambang lebar tampak atas .....	26
Gambar 3.4	Model Ambang Bertangga Variasi 1 .....	27
Gambar 3.5	Model Ambang Bertangga Variasi 2 .....	27
Gambar 3.6	Model Ambang Bertangga Variasi 3 .....	27
Gambar 3.7	Bagan Alir Penelitian Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Anak Tangga Ambang Bertangga Terhadap Panjang Loncatan Air..	33
Gambar 3.8	Pengukuran Ambang Bertangga Variasi 1 .....	35
Gambar 3.9	Pengukuran Ambang Bertangga Variasi 2 .....	35
Gambar 3.10	Pengukuran Ambang Bertangga Variasi 3 .....	36
Gambar 3.11	<i>Flume</i> di Laboratorium Hidraulika Dasar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang.....	36
Gambar 4.1	Grafik Regresi (hubungan $y_v$ dan $Q_{\text{takar}}$ ).....	38
Gambar 4. 2	Letak kecepatan aliran di hulu atas ambang ( $y_o$ ), di atas ambang ( $y_c$ ), di hilir atas ambang ( $y_b$ ), di titik jatuh air ( $y_1$ ), dan di hilir ambang ( $y_2$ ) .....	42
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara Variasi Debit $Q$ ( $\text{cm}^3/\text{dtk}$ ) dengan Kecepatan Aliran $V$ ( $\text{cm}/\text{dtk}$ ) pada Ambang Lebar.....	44
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara Variasi Debit $Q$ ( $\text{cm}^3/\text{dtk}$ ) dengan Kecepatan Aliran $V$ ( $\text{cm}/\text{dtk}$ ) pada Ambang Bertangga Variasi 1	44

Gambar 4.5	Grafik hubungan antara Variasi Debit $Q$ ( $m^3/dt$ ) dengan Kecepatan Aliran $V$ ( $m/dt$ ) pada Ambang Bertangga Variasi 2.....	45
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara Variasi Debit $Q$ ( $m^3/dt$ ) dengan Kecepatan Aliran $V$ ( $m/dt$ ) pada Ambang Bertangga Variasi 3.....	45
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> di titik awal loncatan ( $y_1$ ) pada Ambang Lebar .....	51
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> di titik awal loncatan ( $y_1$ ) pada Ambang Bertangga Variasi 1 .	51
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> di titik awal loncatan ( $y_1$ ) pada Ambang Bertangga Variasi 2 .	52
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> di titik awal loncatan ( $y_1$ ) pada Ambang Bertangga Variasi 3 .	52
Gambar 4.11	Grafik Hubungan Variasi Debit ( $cm^3/dtk$ ) dengan nilai rata-rata <i>Reynold</i> setiap debit.....	59
Gambar 4.12	Hubungan Variasi Debit ( $cm^3/dtk$ ) dengan Panjang .....	61
Gambar 4.13	Grafik hubungan Variasi Debit ( $m^3/dtk$ ) dengan Panjang Loncatan Air (cm) .....	61
Gambar 4.14	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Lebar Debit Var. 1 ...	63
Gambar 4.15	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Lebar Debit Var. 2 ...	64
Gambar 4.16	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Lebar Debit Var. 3 ...	64
Gambar 4.17	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Lebar Debit Var. 4 ...	64
Gambar 4.18	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Lebar Debit Var. 5 ...	65
Gambar 4.19	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Lebar .....	65
Gambar 4.20	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 1 Debit Variasi 1.....	65
Gambar 4.21	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 1 Debit Variasi 2.....	66
Gambar 4.22	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 1 Debit Variasi 3.....	66
Gambar 4.23	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 1 Debit Variasi 4.....	66

Gambar 4.24	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 1 Debit Variasi 5.....	67
Gambar 4.25	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 1 .	67
Gambar 4.26	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 2 Debit Variasi 1.....	67
Gambar 4.27	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 2 Debit Variasi 2.....	68
Gambar 4.28	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 2 Debit Variasi 3.....	68
Gambar 4.29	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 2 Debit Variasi 4.....	69
Gambar 4.30	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 2 Debit Variasi 5.....	69
Gambar 4.31	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 2 .	69
Gambar 4.32	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 3 Debit Variasi 1.....	70
Gambar 4.33	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 3 Debit Variasi 2.....	70
Gambar 4.34	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 3 Debit Variasi 3.....	70
Gambar 4.35	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 3 Debit Variasi 4.....	71
Gambar 4.36	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 3 Debit Variasi 5.....	71
Gambar 4.37	Grafik Panjang Loncatan Pada Ambang Bertangga Variasi 3 .	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 3.1	Rancangan Percobaan.....	30
Tabel 4.1	Data Pengambilan $Q_{\text{takar}}$ .....	38
Tabel 4.2	Perhitungan Kesalahan Relatif Alat Ukur Debit <i>V-notch</i> .....	40
Tabel 4.3	Data debit pada penelitian .....	41
Tabel 4.4	Kecepatan Aliran Pada Ambang Lebar .....	43
Tabel 4.5	Kecepatan Aliran Pada Ambang Bertangga Variasi 1 .....	43
Tabel 4.6	Kecepatan Aliran Pada Ambang Bertangga Variasi 2 .....	43
Tabel 4.7	Kecepatan Aliran Pada Ambang Bertangga Variasi 3 .....	44
Tabel 4.8	Hubungan kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> pada Ambang Lebar.....	47
Tabel 4.9	Hubungan kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> pada Ambang Bertangga Variasi 1 .....	48
Tabel 4.10	Hubungan kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> pada Ambang Bertangga Variasi 2 .....	49
Tabel 4.11	Hubungan kecepatan aliran dengan bilangan <i>Froude</i> pada Ambang Bertangga Variasi 3 .....	50
Tabel 4.12	Viskositas kinematik sebagai hubungan fungsi suhu .....	54
Tabel 4.13	Hubungan variasi debit dengan bilangan <i>Reynold</i> pada Ambang Lebar.....	55
Tabel 4.14	Hubungan variasi debit dengan bilangan <i>Reynold</i> pada Ambang Bertangga Variasi 1 .....	56
Tabel 4.15	Hubungan variasi debit dengan bilangan <i>Reynold</i> pada Ambang Bertangga Variasi 2 .....	57
Tabel 4.16	Hubungan variasi debit dengan bilangan <i>Reynold</i> pada Ambang Bertangga Variasi 3 .....	58
Tabel 4.17	Panjang loncatan air pada Ambang Lebar.....	59
Tabel 4.18	Panjang loncatan air pada Ambang Bertangga Variasi 1 .....	60
Tabel 4.19	Panjang loncatan air pada Ambang Bertangga Variasi 2 .....	60
Tabel 4.20	Panjang loncatan air pada Ambang Bertangga Variasi 3 .....	60

Tabel 4.21	Data Kedalaman dan Jarak Aliran Pada Ambang Lebar .....	62
Tabel 4.22	Data Kedalaman dan Jarak Aliran Pada Ambang Bertangga Variasi 1.....	62
Tabel 4.23	Data Kedalaman dan Jarak Aliran Pada Ambang Bertangga Variasi 2.....	62
Tabel 4.24	Data Kedalaman dan Jarak Aliran Pada Ambang Bertangga Variasi 3.....	63

## DAFTAR NOTASI

Fr	=	bilangan <i>Froude</i>
Re	=	bilangan <i>Reynolds</i>
Q	=	Debit aliran (cm <sup>3</sup> /dtk)
A	=	Luas penampang aliran (cm <sup>2</sup> )
V	=	Kecepatan aliran (cm/dtk)
LJ	=	Loncatan air (cm)
H	=	Tinggi muka air terhadap ambang (cm)
b	=	Lebar penampang (cm)
L	=	Panjang penampang (cm)
g	=	Percepatan gravitasi (cm/dtk)
p <sub>s</sub>	=	Tekanan stagnasi
p	=	Tekanan statis
γ	=	Berat jenis udara
nL	=	Skala panjang
nh	=	Skala tinggi
nA	=	Skala luas
nV	=	Skala volume
na	=	Skala percepatan aliran
nv	=	Skala kecepatan aliran
nQ	=	Skala debit
F <sub>i</sub>	=	Gaya Inersia
F <sub>p</sub>	=	Gaya Tekanan
F <sub>w</sub>	=	Gaya Berat
F <sub>v</sub>	=	Gaya gesek
F <sub>e</sub>	=	Gaya Kenyal
F <sub>s</sub>	=	Gaya Tegangan Permukaan