



**ANALISIS PERFORMA DESAIN *LOW HEAD TURBINE*
MENGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT***

PROYEK AKHIR

MOHAMAD IQBAL FIRMANSYAH

40040221650020

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2025**



**ANALISIS PERFORMA DESAIN *LOW HEAD TURBINE*
MENGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT***

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

MOHAMAD IQBAL FIRMANSYAH

40040221650020

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2025**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Mohamad Iqbal Firmansyah
NIM : 40040221650020
Tanda Tangan :



Tanggal : 22 September 2025



SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 461/PA/RPM/V/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Mohamad Iqbal Firmansyah
NIM : 40040221650020
Judul Proyek Akhir : Analisis Performa Desain *Low Head Turbine*
Menggunakan *Software Ansys Fluent*
Dosen Pembimbing 1 : Prof. Ir. Eflita Yohana M.T., Ph.D.
NIP : 196204281990012001
Dosen Pembimbing 2 : Ridwan Arief Subekti, S.T., M.Si.
NIP : 1976110720050210002

Isi Tugas:

1. Membuat gambar *low head turbine* dalam berbagai variasi sudut *guidevane*.
2. Simulasi *low head turbine* menggunakan *software ansys fluent*.
3. Menganalisis efisiensi *low head turbine* dalam berbagai skenario variasi sudut *guidevane* dan parameter kinerja turbin.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 27 Mei 2025
a.n. Ketua Program Studi,
S.Ter. Rekayasa Perancangan Mekanik
Sekretaris Program Studi,
S.Ter. Rekayasa Perancangan Mekanik


Alaya Fadllu Hadi Mukhammad ST, M.Eng.
NIP. 198509272012121002

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mohamad Iqbal Firmansyah
NIM : 40040221650020
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Tugas Akhir : Analisis Performa Desain *Low Head Turbine*
Menggunakan *Software Ansys Fluent*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Prof. Ir. Eflita Yohana M.T., Ph.D. ()
Pembimbing 2 : Ridwan Arief Subekti, S.T., M.Si. ()
Penguji 1 : Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T. ()

Semarang, 22 September 2025

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohamad Iqbal Firmansyah
NIM : 40040221650020
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Performa Desain *Low Head Turbine* Menggunakan *Software Ansys Fluent*”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 22 September 2025

Yang menyatakan



Mohamad Iqbal Firmansyah

MOTTO

"Aku terlahir dengan taruhan nyawa seorang ibu.
Sejak itu, aku tahu, hidupku adalah hutang yang takkan pernah terbayar.
Maka setiap langkahku hanyalah upaya kecil untuk tidak menyia-nyiakan
pengorbanannya."

(penulis)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul "*Analisis Performa Desain Low Head Turbine Menggunakan Software Ansys Fluent*" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penyusunan laporan proyek akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan.
2. Ibu Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik, yang telah memberikan arahan serta kesempatan kepada penulis dalam melaksanakan tugas akhir.
3. Ibu Prof. Ir. Eflita Yohana, M.T., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan laporan ini.
4. Bapak Ridwan Arief Subekti, S.T., M.Si, selaku Dosen Pembimbing II sekaligus pembimbing selama kegiatan magang, yang telah memberikan ilmu, masukan, serta pengalaman yang sangat berharga.

5. Kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moral maupun material tanpa henti selama proses perkuliahan hingga penyusunan proyek akhir ini.
6. Seluruh dosen dan teknisi di Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama masa studi di bangku kuliah.
7. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2021 Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik, yang telah menjadi teman berdiskusi, berbagi pengalaman, dan berjuang bersama sejak awal perkuliahan hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri, pihak akademis, maupun pembaca secara umum. Semoga segala bentuk bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT. Aamiin.

Semarang, 22 September 2025



Mohamad Iqbal Firmansyah

ABSTRAK

Krisis energi global menuntut pengembangan sumber energi terbarukan yang berkelanjutan, salah satunya melalui pemanfaatan tenaga hidroelektrik skala kecil. *Low head turbine* menjadi teknologi yang potensial karena mampu memanfaatkan aliran air dengan ketinggian rendah, sehingga sesuai untuk pembangkit listrik di wilayah dengan keterbatasan sumber energi konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa desain *low head turbine* dengan memfokuskan pada pengaruh sudut *guide vane* (5° – 60°), kecepatan putar *runner* (1200–1700 RPM), tinggi jatuh atau *head* (2,09 m, 6,09 m, dan 10,09 m), serta laju aliran massa atau *mass flow* (34,937 kg/s, 39,928 kg/s, dan 44,919 kg/s) terhadap efisiensi dan karakteristik aliran. Metode penelitian dilakukan melalui simulasi berbasis *Computational Fluid Dynamics (CFD)* menggunakan perangkat lunak *ANSYS Fluent* pada kondisi *steady-state* dengan model turbulensi *k-omega SST*. Validasi hasil simulasi terhadap data acuan menunjukkan deviasi torsi sebesar 2,04%, yang menegaskan tingkat akurasi model yang tinggi. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sudut *guide vane* merupakan salah satu parameter paling dominan dalam memengaruhi performa turbin. Konfigurasi optimal diperoleh pada sudut 45° , dengan efisiensi maksimum 92,81% pada 1700 RPM, 89,86% pada *head* 2,09 m (1500 RPM), serta 92,94% pada *mass flow* 34,937 kg/s (1500 RPM). Sudut *guide vane* 45° terbukti mampu menciptakan kondisi aliran yang stabil dengan meminimalkan kerugian hidrolis, sehingga efektif dalam mengonversi energi air menjadi energi mekanik pada berbagai kondisi operasi.

Kata Kunci: Turbin *Head* Rendah, CFD, ANSYS Fluent, Sudut *Guide Vane*, Efisiensi, Kecepatan Putaran.

ABSTRACT

The global energy crisis demands the development of sustainable renewable energy sources, one of which is small-scale hydroelectric power utilization. Low head turbine technology offers significant potential, as it harnesses energy from low water levels, making it suitable for power generation in regions with limited access to conventional energy sources. This study aims to evaluate the performance of a low head turbine design by focusing on the effects of guide vane angle (5° – 60°), runner rotational speed (1200–1700 RPM), water head (2.09 m, 6.09 m, and 10.09 m), and mass flow rate (34.937 kg/s, 39.928 kg/s, and 44.919 kg/s) on efficiency and flow characteristics. The research method was conducted through Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations using ANSYS Fluent under steady-state conditions with the k- ω SST turbulence model. Validation against reference data indicated a torque deviation of 2.04%, confirming the high accuracy of the model. The results reveal that the guide vane angle is the most dominant parameter affecting turbine performance. The optimal configuration was achieved at a 45° angle, producing maximum efficiency of 92.81% at 1700 RPM, 89.86% at a head of 2.09 m (1500 RPM), and 92.94% at a mass flow of 34.937 kg/s (1500 RPM). The 45° guide vane angle proved effective in creating stable flow conditions by minimizing hydraulic losses, thereby enhancing the conversion of water energy into mechanical work under various operating conditions.

Keywords: *Low Head Turbine, CFD, ANSYS Fluent, Guide Vane Angle, Efficiency, Rotational Speed.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
SURAT TUGAS	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Luaran.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Turbin Air.....	5
2.1.1 Prinsip Kerja Turbin Air	5
2.1.2 Klasifikasi Turbin Air	12
2.1.3 Pemilihan Jenis Turbin	14
2.1.4 <i>Low Head Turbine</i>	15
2.2 Computational Fluid Dynamics (CFD).....	15
2.2.1 Identifikasi masalah	17
2.2.2 Pre-processing.....	18
2.2.3 Solving	19
2.2.4 Post-processing	20
2.3 Alur Kerja dalam <i>Computational Fluid Dynamics</i>	21

2.3.1 Sifat Fisika pada Fluida	22
2.3.2 Persamaan Umum Computational Fluid Dynamics.....	24
2.3.3 Metode Penyelesaian Masalah	27
2.3.4 Metode Finite Volume	29
2.3.5 <i>Mesh</i>	33
2.3.6 Kondisi Batas (Boundary Condition).....	37
2.3.7 Wall Function.....	38
2.3.8 Model Turbulen <i>K-omega</i>	41
2.3.9 Nilai Y^+	43
2.3.10 Parametric	46
BAB III METODOLOGI.....	48
3.1 Diagram Alir	48
3.2 Studi Literatur	50
3.3 Tahapan Simulasi	51
3.3.1 Validasi	51
3.3.2 Pre-Processing.....	59
3.3.3 Solving	66
3.3.4 Post-Processing	68
3.4 <i>Grid Independence Test</i>	69
3.5 Analisis Performa Desain pada Beberapa Variasi.....	70
3.5.1 Variasi Sudut Sudu Pengarah (<i>Guide vane</i>).....	71
3.5.2 Variasi Putaran.....	71
3.5.3 Variasi <i>Head</i>	72
3.5.4 Variasi Debit (<i>Massflow</i>)	72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	73
4.1 Grid Independence Test Simulasi	73
4.1.1 Set-up Mesh Grid Independence Test Simulasi.....	73
4.1.2 Post Processing Grid Independence Test Simulasi.....	74
4.2 Variasi Sudut Sudu Pengarah (<i>Guide vane</i>).....	76
4.3 Variasi Putaran	80
4.3.1 Set-up Parametric Variasi Putaran	80
4.3.2 Post Processing <i>Variasi Putaran</i>	80

4.4 Variasi <i>Head</i>	91
4.4.1 Set-up Parametric Variasi <i>Head</i>	91
4.4.2 Post Processing Variasi <i>Head</i>	91
4.5 Variasi Debit (<i>Massflow</i>)	100
4.5.1 Set-up Parametric <i>Variasi Debit (Massflow)</i>	100
4.5.2 Post Processing Variasi Debit (<i>Massflow</i>).....	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	109
5.1 Kesimpulan.....	109
5.2 Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA	xx
LAMPIRAN.....	xxiv
Lampiran 1. Gambar <i>Assembly</i>	xxiv
Lampiran 2. Data Perhitungan Exel	xxi
Lampiran 3. Data <i>Post Processing</i> Simulasi	xlvi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air	5
Gambar 2. 2 Skema Aliran Turbin Air.....	6
Gambar 2. 3 Definisi Head Turbin.....	7
Gambar 2. 4 Gaya Gaya pada Bejana	8
Gambar 2. 5 Segitiga Kecepatan pada Turbin Kaplan.....	10
Gambar 2. 6 Prinsip Kerja Turbin Impuls dan Turbin Reaksi	12
Gambar 2. 7 Grafik Pemilihan Tipe Turbin Berdasarkan Head dan Debit.....	14
Gambar 2. 8 Grafik Klasifikasi Turbin Berdasarkan Kecepatan Spesifik	14
Gambar 2. 9 Proses dari Computational Fluid Dynamic	21
Gambar 2. 10 2D Structured Grid Domain	31
Gambar 2. 11 Type Mesh.....	34
Gambar 2. 12 Perbandingan Struktur Ideal Skewness dan non-Ideal.....	35
Gambar 2. 13 Boundary Condition of Pipe Flow	37
Gambar 2. 14 Pembagian Zona Turbulensi pada Boundary Layer.....	39
Gambar 2. 15 Nilai Y^+ pada Boundary Condition	40
Gambar 2. 16 Pendekatan Wall Function dan Near-wall Model	41
Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian.....	50
Gambar 3. 2 Data Geometri Paper Validasi.....	52
Gambar 3. 3 Geometri Simulasi Validasi	53
Gambar 3. 4 Meshing Simulasi Validasi	55
Gambar 3. 5 Konvergensi Simulasi Validasi	57
Gambar 3. 6 Grafik Grid Independence Test Validasi.....	58
Gambar 3. 7 Geometri Simulasi dan Domain Fluida.....	60
Gambar 3. 8 Boundary Condition Simulasi	63
Gambar 3. 9 Geometri Variasi Sudut Guide vane.....	71
Gambar 4. 1 Grid Independence Simulasi	75
Gambar 4. 2 Grafik Efisiensi Variasi Sudut Guide vane pada Variasi Putaran....	76
Gambar 4. 3 Grafik Efisiensi Variasi Sudut Guide vane pada Variasi Head.....	77
Gambar 4. 4 Grafik Efisiensi Variasi Sudut Guide vane pada Variasi Putaran Massflow	78
Gambar 4. 5 Diagram Vektor Kecepatan dan Gaya Sudu Turbin Kaplan	79

Gambar 4. 6 Grafik Efisiensi Variasi Putaran.....	81
Gambar 4. 7 Grafik Efisiensi Variasi Putaran pada Sudut Guide vane 5°-25°	82
Gambar 4. 8 Grafik Efisiensi Variasi Putaran pada Sudut Guide vane 30°-60° ...	83
Gambar 4. 9 Grafik Efisiensi Variasi Putaran 1500RPM	84
Gambar 4. 10 Contour Pressure Variasi Putaran pada Sudut Guide vane 45°	86
Gambar 4. 11 Contour Velocity Variasi Putaran pada Sudut Guide vane 45°	88
Gambar 4. 12 Streamline Velocity Variasi Putaran pada Sudut Guide vane 45° .	89
Gambar 4. 13 Vector Velocity Variasi Putaran pada Sudut Guide vane 45°	90
Gambar 4. 14 Grafik Efisiensi Variasi Head	92
Gambar 4. 15 Grafik Efisiensi Variasi Head pada Sudut Guide vane 5°-25°	93
Gambar 4. 16 Grafik Efisiensi Variasi Head pada Sudut Guide vane 30°-60°	93
Gambar 4. 17 Contour Pressure Variasi Head pada Sudut Guide vane 45°	96
Gambar 4. 18 Contour Velocity Variasi Head pada Sudut Guide vane 45°	97
Gambar 4. 19 Streamline Velocity Variasi Head pada Sudut Guide vane 45°	98
Gambar 4. 20 Vector Velocity Variasi Head pada Sudut Guide vane 45°	99
Gambar 4. 21 Grafik Efisiensi Variasi Massflow	101
Gambar 4. 22 Grafik Efisiensi Variasi Massflow pada Sudut Guide vane 5°-25°	102
Gambar 4. 23 Grafik Efisiensi Variasi Massflow pada Sudut Guide vane 30°-60°	103
Gambar 4. 24 Contour Pressure Variasi Massflow pada Sudut Guide vane 45°	105
Gambar 4. 25 Contour Velocity Variasi Massflow pada Sudut Guide vane 45°	106
Gambar 4. 26 Streamline Velocity Variasi Massflow pada Sudut Guide vane 45°	107
Gambar 4. 27 Vector Velocity Variasi Massflow pada Sudut Guide vane 45°	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kalsifikasi turbin berdasarkan Head	15
Tabel 2. 2 Properti Densitas dan Viskositas dari Udara, Air dan Madu	23
Tabel 2. 3 Skewness dan Orthogonal Quality	36
Tabel 2. 4 Standar Nilai Y^+	44
Tabel 3. 1 Quality Meshing.....	55
Tabel 3. 2 Boundary Condition Validasi	56
Tabel 3. 3 Grid Independence Test Validasi.....	58
Tabel 3. 4 Boundary Condition Simulasi.....	62
Tabel 3. 5 Solver Simulasi	66
Tabel 3. 6 Parameter Variasi	70
Tabel 4. 1 Set-up Mesh Grid Independence Test Simulasi.....	74
Tabel 4. 2 Set-up Parametric Variasi Putaran	80
Tabel 4. 3 Efisiensi Variasi Putaran	84
Tabel 4. 4 Set-up Parametric Variasi <i>Head</i>	91
Tabel 4. 5 Efisiensi Vriasi <i>Head</i>	94
Tabel 4. 6 Set-up Parametric Variasi <i>Head</i>	100
Tabel 4. 7 Efisiensi Variasi <i>Massflow</i>	103

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
Q	Flow atau aliran/debit	5
H	<i>Head</i> atau ketinggian jatuh air	5
W	Energi mekanis air	6
m	Massa fluida	6
g	Gaya gravitasi	6
z	Ketinggian potensial	6
P	Tekanan (Pressure)	6
ρ	Massa jenis fluida	6
c	Kecepatan	6
w	Energi spesifik air	6
P	Daya	7
$\dot{V}$	Kapasitas air (laju aliran volume)	7
η_T	Efisiensi Turbin	7
$\dot{m}$	Laju aliran massa	7
F	Gaya	8
t	Interval waktu	8
c_1	Kecepatan pada penampang masuk	6
α_1	Sudut arah kecepatan masuk	8
c_2	Kecepatan pada penampang keluar	6
α_2	Sudut arah kecepatan keluar	8
F_x	Komponen gaya arah x	8
F_y	Komponen gaya arah y	8
$\vec{c}$	Kecepatan mutlak air	9
$\vec{\omega}$	Kecepatan relatif terhadap sudu	9
$\vec{u}$	Kecepatan keliling sudu	9
c_u	Komponen kecepatan tangensial	10
F_u	Gaya tangensial	10
w_u	Komponen kecepatan relatif tangensial	10
F_a	Gaya aksial	10
u	Kecepatan keliling (tangensial) sudu	10
c	Kecepatan mutlak fluida terhadap kerangka diam	10
w	Kecepatan relatif fluida terhadap sudu turbin	10
M_t	Momen puntir	10
n_q	Kecepatan spesifik turbin	11

n	Putaran turbin (rpm)	11
μ	Viskositas	23
M	Massa	23
V	Volume	23
$\dot{m}_{in}$	Laju massa masuk	24
$\dot{m}_{out}$	Laju massa keluar	24
U_i	Komponen kecepatan arah i	25
τ_{ij}	Tegangan viskos	25
g_j	Komponen gravitasi arah j	25
c_p	Kalor jenis	25
T	Temperatur	25
λ	Konduktivitas termal	25
ϕ	Besaran yang ditransportasikan	26
Γ_ϕ	Koefisien difusi	26
q_ϕ	Sumber atau hilang dari ϕ	26
V	Volume (dalam integral)	30
S	Permukaan (dalam integral)	30
k	Energi kinetik turbulen	42
ω	Laju disipasi spesifik	42
P_k	Produksi energi kinetik turbulen	42
β^*	Konstanta empiris dalam model k-omega	42
σ_k	Konstanta empiris dalam model k-omega	42
μ_t	Viskositas pusaran turbulen	42
Y^+	Y plus (jarak dinding non-dimensi)	45
v	Kecepatan geser	45
Y	Tinggi lapisan pertama	45