

**SIMULASI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
DENGAN VARIASI AIRFOIL SERTA ANALISIS
KARAKTERISTIK AERODINAMIKA MENGGUNAKAN
APLIKASI Q-BLADE**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



HANIFHA NUR AZIZAH
18511286

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2022**

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

Nama : Hanifha Nur Azizah
NIM : 18511286
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Simulasi Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Variasi Airfoil Serta Analisis Karakteristik Aerodinamika Menggunakan Aplikasi Q-Blade.

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana pada Program
Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 01 Agustus 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D
NIK. 19870920 201204 12

Dosen Pembimbing II



Yoyok Winardi, ST., MT
NIK. 19860803 201909 13

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T
NIK. 1971026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik
Mesin



Yoyok Winardi, ST., MT
NIK. 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hanifha Nur Azizah

NIM : 18511286

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul : “Simulasi Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Variasi Airfoil Serta Analisis Karakteristik Aerodinamika Menggunakan Aplikasi Q-Blade” berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang atau teliti didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan serta diproses sesuai aturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 11 Juli 2022

Mahasiswa,



Hanifha Nur Azizah
NIM. 18511286

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Hanifha Nur Azizah
NIM : 18511286
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Simulasi Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Variasi Airfoil Serta Analisis Karakteristik Aerodinamika Menggunakan Aplikasi Q-Blade.

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 27 Juli 2022
Nilai :

Dosen Penguji

Dosen Penguji I



Ir. Fadelan, M.T
NIK. 19610509 199009 12

Dosen Penguji II



Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd
NIK. 19900421 201709 13

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik
Mesin



Edy Kurniawan, S.T., M.T
NIK. 1971026 200810 12











Yoyok Winardi, ST., MT
NIK. 19860803 201909 13

BERITA ACARA
BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Hanifha Nur Azizah
NIM : 18511286
Judul Skripsi : Simulasi Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Variasi Airfoil Serta Analisis Karakteristik Aerodinamika Menggunakan Aplikasi Q-Blade.
Dosen Pembimbing I : Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D








PROSES BIMBINGAN

No.	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / hasil	Tanda Tangan
1	02/03/2022	BAB I - II	Reverensi ditambahkan pada latar belakang. Melanjutkan latar belakang	
2	07/03/2022	BAB I-II	Menambahkan research gap pada latar belakang	
3	17/03/2022	BAB II-III	Penambahan sumber pada gambar	
4	23/03/2022	BAB I - III	Cek hasil revisi ACC Seminar Proposal	
5	13/04/2022	BAB IV	Proses validasi perhitungan	
6	30/06/2022	BAB IV	Pembahasan masih kurang dan merubah tabel	
7	5/07/2022	BAB IV	Merubah grafik hasil perhitungan dan menambah pembahasan	
8	12/07/2022	BAB IV-V	Cek hasil revisi ACC Sidang Skripsi	

**BERITA ACARA
BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Hanifha Nur Azizah
NIM : 18511286
Judul Skripsi : Simulasi Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Variasi Airfoil Serta Analisis Karakteristik Aerodinamika Menggunakan Aplikasi Q-Blade.
Dosen Pembimbing II : Yoyok Winardi, ST., MT

PROSES BIMBINGAN

No.	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / hasil	Tanda Tangan
1	17/03/2022	BAB I - II	Reverensi ditambahkan pada latar belakang. Penambahan jurnal Internasional	
2	21/03/2022	BAB III	Revisi Daftar Pustaka	
3	23/03/2022	BAB I - III	Cek hasil revisi ACC Seminar Proposal	
4	13/04/2022	BAB IV	Revisi pembahasan pada tabel	
5	30/06/2022	BAB IV	Cek hasil revisi Cek format penulisan tabel dan gambar	
6	5/07/2022	BAB IV - V	Pembahasan masih kurang dan merubah tabel	
7	12/07/2022	BAB IV-V	Cek hasil revisi ACC Sidang Skripsi	

HALAMAN MOTTO

“Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat.”

(Imam Syafi’i)

“Tidak mustahil bagi orang biasa untuk memutuskan menjadi luar biasa.”

(Elon Musk)

“Susah, tapi Bismillah”

(Fiersa Besari)

“Start now. Start where you are. Start with fear. Start with pain. Start with doubt, but start. Start and don’t stop. Start where you are, with what you have. Just start!”

(Unknown)



**SIMULASI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN VARIASI
AIRFOIL SERTA ANALISIS KARAKTERISTIK AERODINAMIKA
MENGUNAKAN APLIKASI Q-BLADE**

Hanifha Nur Azizah

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : hanifhanurazizah@gmail.com

Abstrak

Kecepatan angin di wilayah Indonesia hanya sekitar 3 m/s – 11 m/s, cukup sulit untuk menghasilkan listrik untuk skala besar. Hal ini juga yang membuat pemanfaatan energi angin masih sangat rendah, tetapi potensi angin di Indonesia tersedia hampir sepanjang tahun sehingga ada kemungkinan pengembangan teknologi untuk memanfaatkan energi angin tersebut. Modifikasi turbin angin perlu dilakukan yang disesuaikan dengan kondisi kecepatan angin yang rendah. Oleh karena itu, dibuat sebuah rancangan turbin angin jenis *Horizontal Axis Wind Turbine* menggunakan airfoil NACA yang memiliki nilai C_l/C_d yang tinggi untuk menghasilkan daya pada angin berkecepatan rendah. Penelitian dilakukan dalam 2 tahap. Pertama tahap perhitungan untuk menentukan jari – jari dan chord. Kedua tahap perancangan awal bilah dilakukan secara simulasi dengan menggunakan *software* QBlade untuk menentukan airfoil NACA yang digunakan serta mengetahui *coefficient performance* dan daya yang dihasilkan. Hasil perancangan menghasilkan bilah HAWT dengan airfoil NACA 4412, NACA 4712 dan NACA 6412 jenis taperless dengan jari – jari bilah 1 m dan lebar chord 0,12 m. Dari hasil analisa ketiga airfoil, NACA 4412 adalah geometri terbaik dari geometri yang lain karena memiliki nilai C_p tertinggi yaitu 0,43 atau 43% dengan daya yang dihasilkan 574,71 Watt.

Kata Kunci : Turbin angin horizontal, Q-Blade , airfoil, *tapperles*

**SIMULATION OF HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE WITH
AIRFOIL VARIATION AND AERODYNAMIC CHARACTERISTICS
ANALYSIS USING Q-BLADE APPLICATION**

Hanifha Nur Azizah

*Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of
Muhammadiyah Ponorogo*

e-mail : hanifhanurazizah@gmail.com

Abstrak

The wind speed in Indonesia is only about 3 m/s – 11 m/s, it is quite difficult to generate electricity on a large scale. This also makes the utilization of wind energy still very low, but the potential of wind in Indonesia is available almost all year round so there is the possibility of developing technology to utilize wind energy. Modifications of wind turbines need to be made that are adapted to low wind speed conditions. Therefore, a Horizontal Axis Wind Turbine type wind turbine was designed using a NACA airfoil which has a high C_l/C_d value to generate power in low-speed winds. The research was conducted in 2 stages. The first step is the calculation to determine the radius and chord. The two initial design stages of the blade are carried out in a simulation using QBlade software to determine the NACA airfoil used and determine the performance coefficient and the resulting power. The design results produce HAWT blades with NACA 4412, NACA 4712 and NACA 6412 taperless airfoils with a blade radius of 1 m and a chord width of 0.12 m. From the results of the analysis of the three airfoils, NACA 4412 is the best geometry from the other geometries because it has the highest C_p value of 0.43 or 43% with the resulting power of 574.71 Watts.

Keywords: Horizontal wind turbine, Q-Blade, airfoil, taperless

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Simulasi Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Variasi Airfoil Serta Analisis Karakteristik Aerodinamika Menggunakan Aplikasi Q-Blade.”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

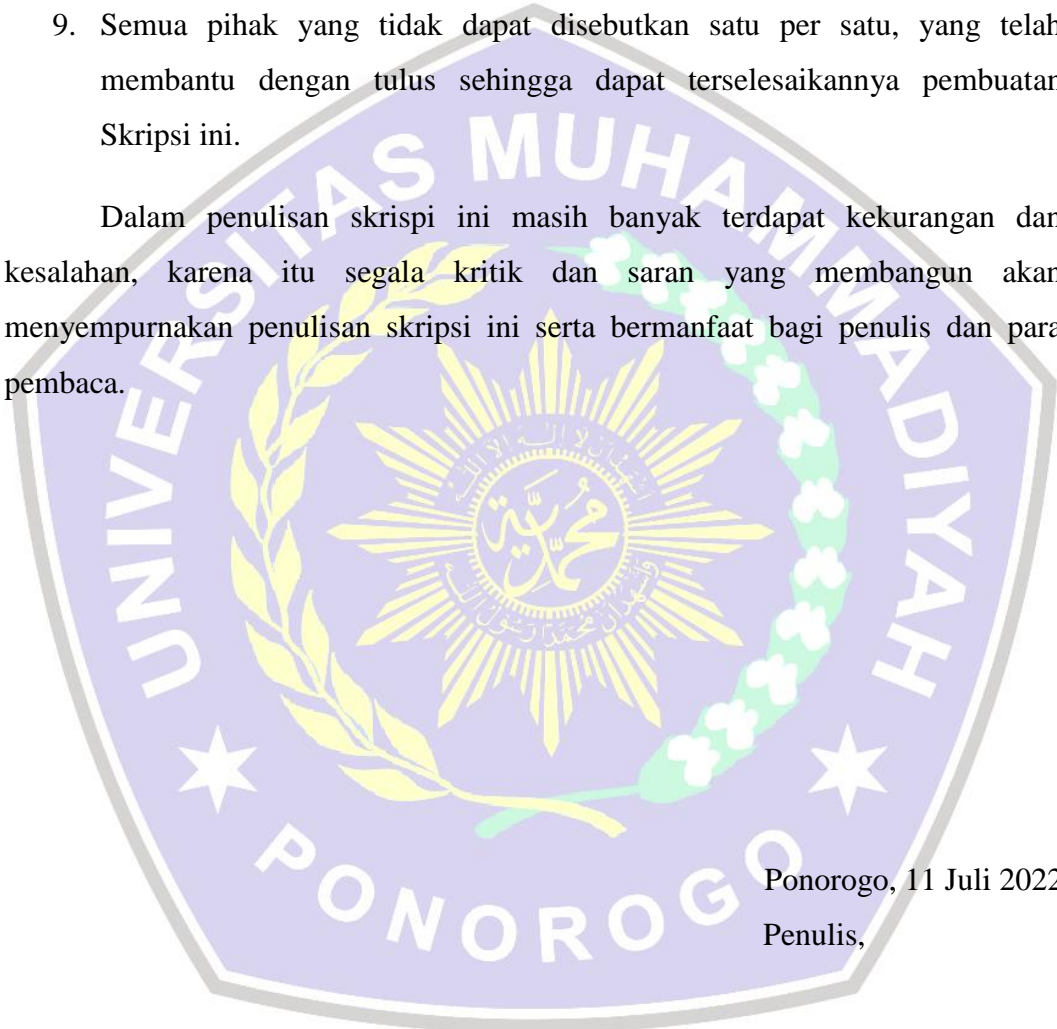
Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo
2. Bapak Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D, selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing 1 skripsi atas segala arahan, bimbingan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin sekaligus dosen pembimbing 2 skripsi atas segala arahan, bimbingan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Seluruh staff pengajar Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tidak ternilai selama penulis menempuh pendidikan.
5. Kedua orang tua penulis, Bapak Alm. Suparman dan Ibu Harmini, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat dan atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan.
6. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo angkatan 2018. Terima kasih telah menjadi keluarga baru bagi

penulis. *Special thanks to* Theo Putra Anangga *and* Galek Sujito. Terima kasih atas bantuan, saran, diskusi, kerjasama, canda tawa dan persahabatan selama ini.

7. Seluruh sahabat-sahabat penulis lintas program studi. Rika A., Hasna R., Domingga E., Anisa Dwi D. Terima kasih atas doa dan dukungannya.
8. Teman-teman kos Bu Sрни. Maulidia P. dan Fiki Ulya A. Terima kasih telah menjadi keluarga baru yang menyenangkan bagi penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dengan tulus sehingga dapat terselesaikannya pembuatan Skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.



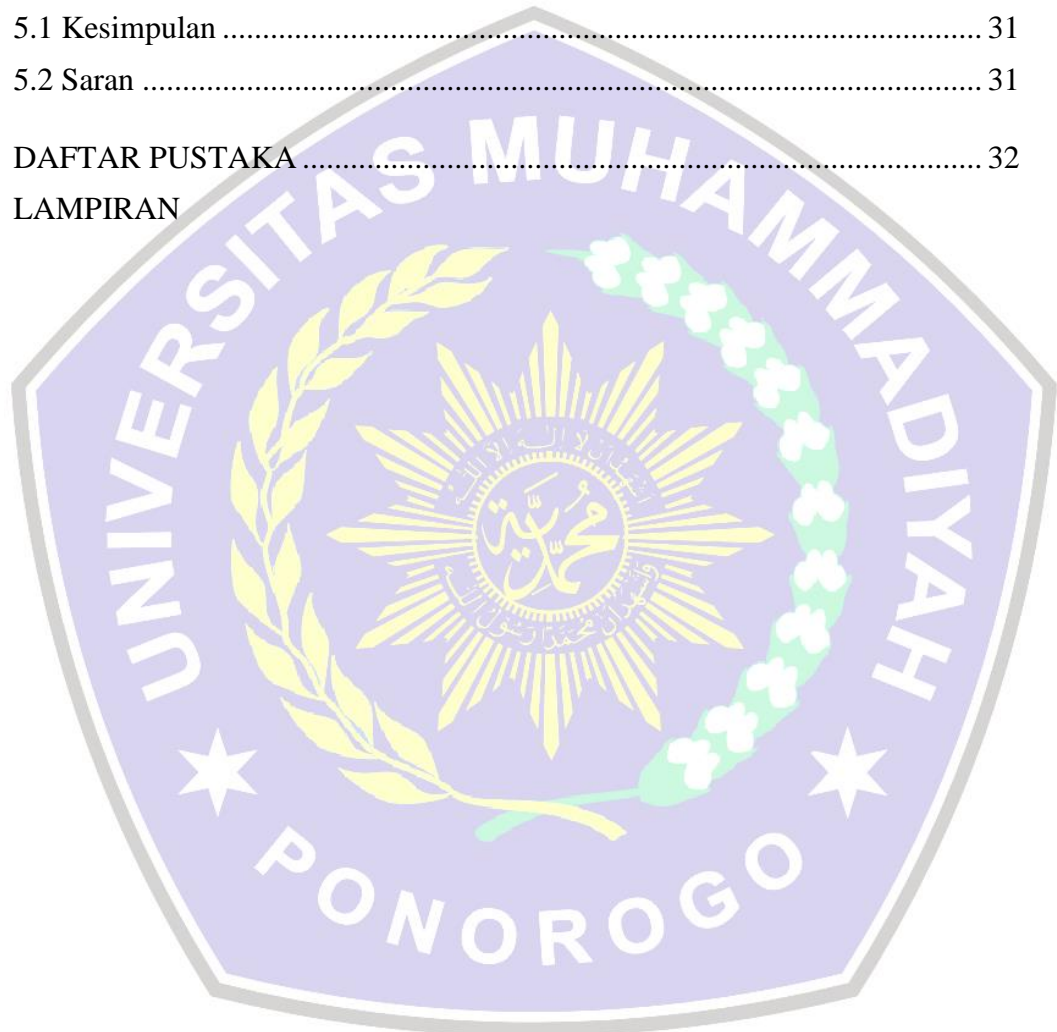
Ponorogo, 11 Juli 2022
Penulis,

Hanifha Nur Azizah

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan Skripsi	ii
Pernyataan Orisinalitas Skripsi	iii
Halaman Berita Acara Ujian	iv
Halaman Berita Acara Bimbingan Skripsi	v-vi
Halaman Motto.....	vii
Abstrak	viii
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Energi Angin.....	7
2.2.2 Turbin Angin.....	7
2.2.3 Jenis Turbin Angin.....	10
2.2.4 Komponen Turbin Angin.....	12
2.2.5 Airfoil.....	13
2.2.6 Software Q-Blade	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3. 1 Tempat Penelitian	16
3. 2 Alat Penelitian.....	16
3. 3 Metode Penelitian	16
3. 4 Prosedur Penelitian	16
3. 5 Metode Analisis Data.....	20
3. 6 Diagram Alur Penelitian	20

BAB IV ANALISIS DATA & PEMBAHASAN	21
4.1 Analisis Karakteristik Airfoil.....	21
4.1.1 Perancangan Parameter Bilah	23
4.1.2 Penentuan Geometri Bilah	25
4.2 Validasi Simulasi dengan Eksperimen.....	27
4.3 Simulasi dan Analisis.....	28
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
 DAFTAR PUSTAKA	 32
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan & Kekurangan HAWT.....	11
Tabel 2.2 Kelebihan & Kekurangan VAWT	11
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	21
Tabel 4.1 Nilai C_l/C_d yang dihasilkan pada variasi sudut serang $0^0,6^0,10^0$	22
Tabel 4.2 Parameter awal bilah turbin angin	25
Tabel 4.3 Geometri Bilah.....	25
Tabel 4.4 Data daya yang dihasilkan dari observasi lapangan	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Turbin Angin Horizontal.....	10
Gambar 2.2 Jenis Turbin Angin	12
Gambar 2.3 Komponen Turbin Angin	12
Gambar 2.4 Bagian Airfoil.....	13
Gambar 2.5 Software Q-Blade.....	14
Gambar 3.1 Desain Airfoil.....	17
Gambar 3.2 Analisis Xfoil	17
Gambar 3.3 Ekstrapolasi	18
Gambar 3.4 Desain Rotor.....	18
Gambar 3.5 Wield Field.....	19
Gambar 3.6 Simulasi Turbin Angin	19
Gambar 3.7 Diagram Alur Penelitian.....	20
Gambar 4.1 Gambar Airfoil NACA 6412.....	21
Gambar 4.2 Gambar Airfoil NACA 4412.....	21
Gambar 4.3 Gambar Airfoil NACA 4712.....	21
Gambar 4.4 Grafik Cl/Cd dari NACA 6412, NACA 4412, dan NACA 4712.	23
Gambar 4.5 Geometri bilah jenis Taperless	27
Gambar 4.6 Grafik Coefficient Power (Cp) terhadap TSR.....	28
Gambar 4.7 Grafik kecepatan putar bilah airfoil NACA 4412	29
Gambar 4.8 Grafik kecepatan putar bilah airfoil NACA 4712	29
Gambar 4.9 Grafik kecepatan putar bilah airfoil NACA 6412.....	30