



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**SIMULASI UTILITAS SISI UDARA SUATU
BANDARA TERHADAP KESESUAIAN DENGAN
DATA ARAH ANGIN RENCANA**

ARKOPUTRA
NRP. 3114100101

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, PhD.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**SIMULASI UTILISASI SISI UDARA SUATU BANDARA
TERHADAP KESESUAIAN DENGAN DATA ARAH
ANGIN RENCANA**

ArkoPutra
NRP 3114100101

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, PhD.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – RC14-1501

**Airport Air Side Utilitation Analysis On Simulation To
The Suitability Of the Designed Wind Data**

ArkoPutra
NRP 3114100101

Academic Advisor
Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, PhD.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty Of Civil Engineering, Environment And Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**Simulasi Utilisasi Sisi Udara Suatu Bandara Terhadap
Kesesuaian Dengan Data Arah Angin Rencana**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi S-1 Reguler Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ARKOPUTRA

NRP. 3114100101

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, PhD..... (Pembimbing)



**SURABAYA
JULI, 2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Simulasi Utilisasi Sisi Udara Suatu Bandara Terhadap Kesesuaian Dengan Data Arah Angin Rencana

Nama Mahasiswa : Arkoputra
NRP : 3114100101
Departemen : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ayudanari ME,PhD

Abstrak

Dalam pembangunan Runway atau landasan pacu suatu bandara hal yang sangat krusial adalah salah satunya mengenai arah angin. Karena arah angin adalah hal utama yang menentukan arah dari landasan pacu tersebut. Maka dari itu analisa utilisasi bandara khususnya di landasan pacu atau sisi udara sangat terpengaruh oleh data-data dari angin yang berlokasi di sekitar bandara tersebut.

Topik di Tugas Akhir ini adalah tentang utilisasi sisi udara suatu bandara ditinjau terhadap pengaruh oleh perbedaan data angin pada proses desain yang tidak sesuai dengan data angin baru, hal ini menyebabkan tidak maksimalnya arah runway untuk melayani pergerakan suatu pesawat. Pesawat rencana adalah pesawat yang telah diasumsikan menggunakan pesawat paling kecil karena semakin besar pesawat daya tahan terhadap gaya angin melintang dengan landasan pacu semakin tinggi. Keberadaan angin melintang mempengaruhi kinerja dari bandara karena dapat menyebabkan kecelakaan di landasan. Pesawat mendarat dengan kondisi powerless dan sangat berbahaya jika ada gaya lain yang bekerja pada pesawat tersebut.

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan studi literature tentang landasan pacu pesawat dan angin yang berpengaruh pada desain arah angin. Pengumpulan data angin untuk menunjang analisis arah angin agar menghasilkan utilisasi lebih dari persyaratan minimum yaitu 95% dengan cara menggunakan software windrose dan mengubah arah runway per 10° dan setelah di analisis untuk arah runway yang memenuhi syarat utilisasi telah dilakukan perbandingan utilisasi dengan bandara lain yang data arah angin nya sudah tidak ada masalah.

Hasil dari penulisan tugas akhir ini adalah mengetahui tingkat utilisasi landasan pacu di suatu bandara dengan mengetahui data arah angin baru yang digunakan untuk menganalisa arah dan orientasi runway.

Kata kunci: Bandara, Runway, Arah Runway, Utilisasi Sisi Udara Bandara

Airport Air Side Utilitation Analysis Simulation If The Latest Wind Data Is Not Suitable To Planning Wind Data

Name : Arkoputra
NRP : 3114100101
Department : Teknik Sipil
Supervisor : Ir. Ervina Ayudanari ME,PhD

Abstract

In the construction of runways the most crucial thing is wind direction. Because wind direction is the main thing that determines the direction of the runway. Therefore, the airport utilitation analysis, especially on the runway or the air side, is strongly influenced by data from the winds located around the airport.

In this Final Project the author discussing and reviewing about air side utilitation of an airport that influenced by the difference of wind plan data which is not in accordance with new wind data causing the direction of runway not maximal to be landed by a plane that has been plan. The plane itself be assumed with the smallest aircraft because the greater the aircraft resistance to the transverse wind force with the runway the higher then the smallest assumption plane taken. where it affects the performance of the airport because the main thing in the aircraft's aircraft is the wind. The aircraft landed with powerless conditions and is very dangerous if there are other forces that work on the plane.

The first step to do is to study the literature on the runway plane and then conducted data collection to support the analysis be conducted next be analyzed data on the direction of the runway to produce utilities more than the minimum

requirements of 95% by using windrose software and change the direction runway per 10 ° and after the analysis for the direction of the runway eligible utilisation be done comparison of utilisation with other airports whose wind direction data is no problem.

The result of this final assignment is to know the level of runway utilisation at an airport by knowing the new wind direction data used to analyze the direction and orientation of the runway

Keywords: Airport, Runway, Runway Direction, Airport Air Side Utilisation

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT karena Rahmat dan KaruniaNya-lah Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada S1 Teknik Sipil – Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Karena keterbatasan dalam menyusun Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Utilisasi Sisi Udara Suatu Bandara Apabila Data Angin Baru Tidak Sesuai Terhadap Data Arah Angin Rencana” maka penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun yang dapat dijadikan sebagai masukan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Dalam proses pengerjaannya, penulis menemui banyak kendala-kendala yang tidak dapat penulis selesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis, Bapak Dr. Ir. Kuntjoro MT dan Ibu Drs. Arma Setyowati serta Mas dan Mbak saya Jiworeno ST dan Fitriana Dyah Pratiwi ST yang telah memberikan dukungannya, dan selalu sabar membina penulis sejak lahir hingga detik ini.
2. Ibu Ir. Ervina Ayudanari ME,PhD selaku Dosen Pembimbing yang telah membagikan ilmunya kepada saya, Beliau bukan hanya sebagai pembimbing tapi juga sebagai teman dan inspirator serta pembimbing atas ilmu, motivasi, nasehat, dan bantuan yang membuat penulis lebih mudah dalam memahami Tugas Akhir ini bagi penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

3. Bapak Christiono Utomo PH.D Selaku Dosen Wali yang membantu selama perkuliahan.
4. Teman-teman S-57 yang tercinta yang telah berjuang Bersama dalam menyelesaikan tugas Teknik penulisan ilmiah ini di Jurusan Teknik Sipil ITS.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini .

Penulis berusaha menyelesaikan tugas teknik penulisan ilmiah ini dengan sebaik-baiknya dan menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna. Karena itu segala bentuk saran, koreksi, dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan.

Surabaya, 18 januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
Abstrak.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Arah Runway Existing.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Runway.....	8
2.2 Konfigurasi Runway.....	8
2.3 Panjang Runway.....	13
2.4 Lebar Runway.....	13
2.5 Lingkungan Lapangan Terbang.....	15
2.6 Metode Analisis Windrose.....	17
2.7 Orientasi <i>Runway</i>	18
2.8 Gaya Angin Yang Diterima Pesawat.....	21
2.9 Runway Occupancy Time (ROT).....	25
2.10 Metode Perhitungan Jam Puncak.....	26
2.11 Pengembangan Model untuk Kedatangan.....	26
2.12 Pengembangan Model untuk Keberangkatan.....	27
BAB III METODOLOGI.....	28
3.1 Studi Literatur.....	28
3.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	28
3.3 Analisa Data.....	29

3.4	Hasil Analisis	30
3.5	Pergerakan Pesawat	31
3.5	Diagram Alir Metode Penelitian.....	32
BAB 4		34
ANALISIS DATA		34
4.1	Tinjauan Umum.....	34
4.2	Data Angin	34
4.3	Pengolahan Data Angin.....	39
4.4	Hasil Analisa Data Angin	47
4.5	Analisa Akibat Perubahan Arah Runway	52
BAB 5		56
DAMPAK RESIKO KETIDAKSESUAIAN ARAH RUNWAY.....		56
5.1	Gambaran Umum	56
5.2	Dampak Angin Terhadap Keselamatan Penerbangan.....	56
5.3	Dampak Terhadap Jam Operasional Runway	59
5.4	Dampak Terhadap Utilisasi Runway	63
BAB 6		64
KESIMPULAN DAN SARAN		64
6.1	Kesimpulan	64
6.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : Arah Runway Existing 14-32 5 (FAA , 2010)..... 5 10	5
Gambar 2. 2 : Konfigurasi Runway Pararel..... 10 (ICAO, 1984) 10	10
Gambar 2. 3 : Konfigurasi Runway Dua Jalur..... 11 (ICAO, 1984) 11	11
Gambar 2. 4 : Konfigurasi Runway Berpotongan (<i>Intersecting</i>)..... 11 (ICAO, 1984) 11 12	11
Gambar 2. 5 : Konfigurasi Runway V terbuka 12 (ICAO, 1984) 12	12
Gambar 2. 6 : Contoh Gambar Perencanaan Runway pada Suatu bandara (ICAO)..... 12	12
Gambar 2. 7 : Contoh Windrose dengan template arah. 18 (Horonjeff, 2010) 18	18
Gambar 2.9 : Indikator arah angin pada board cabin pesawat Ditandai dengan kotak merah (IVAO, 2015)..... 21	21
Gambar 3. 1 Bagan Diagram Alir (<i>flowchart</i>) 32 (Halaman ini sengaja dikosongkan) 33	32
Gambar 4.1 Hasil Plot Chart Data Angin Cilacap 1 Hari 36 36	36
Gambar 4.2 Hasil Plot Chart data angin cilacap keseluruhan.36	36
Gambar 4.3 <i>Zoom in</i> Plot Data Cilacap Keseluruhan 37	37
Gambar 4.4 Hasil Plot Chart Data Angin Semarang 1 hari ... 39 39	39
Gambar 4.6 <i>Zoom in</i> Plot Data Angin Semarang Keseluruhan 39 41	39
Gambar 4.8 Laman Utama Windrose Pro 3..... 41	41
Gambar 4.10 Kotak Dialog Komponen Crosswind 43	43
Gambar 4.11 Kotak Dialog Circle draws 44	44

Gambar 4.12 Kotak Dialog <i>Circle draws</i>	45
Gambar 4.13 Hasil Plot Windrose bandara Cilacap	45
.....	46
Gambar 4.14 Hasil Perhitungan Data Angin Semarang.....	46
Gambar 5.1 Perumpamaan Headwind	57
Gambar 5.2 Perumpamaan Tailwind	58
Gambar 5.3 Perumpamaan Crosswind	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1: Penentuan Lebar Runway Berdasarkan Code.....	14
Gambar 2. 2: Panjang Runway Minimum Berdasar Berat Mendarat	14
(Horonjeff, 1998). ICAO.....	14
Tabel 2.2. Ketentuan batas <i>Cross-wind</i>	19
Tabel 2.3. Arah angin dan sudut pada <i>windrose</i>	20
Tabel 2.4 : Tabel Hitung Crosswind.....	25
Tabel 4.1 Data Angin Cilacap 2 Hari	35
Tabel 4.2 Data Angin Semarang 2 Hari.....	38
Tabel 4.3 Perhitungan Crosswind Cilacap/10°	47
Tabel 4.4 Perhitungan Crosswind Semarang/10°	48
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Data Above Average Cilacap ...	51
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Data Above Average Semarang	51
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Utilisasi Runway Bandara Cilacap Pada Setiap Arah	53
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Utilisasi Runway Bandara Semarang Pada Setiap Arah	55
Tabel 5.1 Hubungan Runway Dengan Jam Operasional Bandara Cilacap	60
Tabel 5.2 Hubungan Runway Dengan Jam Operasional Bandara Cilacap	61
Tabel 5.3 Hubungan Utilisasi Runway Dengan Jam Operasional Bandara Semarang	62
Tabel 5.4 Hubungan Utilisasi Runway Dengan Jam Operasional Bandara Semarang	63

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar udara atau biasa disebut Bandara adalah fasilitas tempat pesawat lepas landas maupun mendarat, semakin berkembangnya zaman, bandara menjadi salah satu fasilitas yang diminati karena transportasi udara dinilai lebih cepat dan banyaknya *low-cost airline* yang ditawarkan oleh berbagai macam maskapai penerbangan menjadi salah satu daya tarik tersendiri bagi konsumen. Bandar udara juga semakin diminati karena lebih unggul dari segi waktu dan jarak tempuh dari transportasi yang ada di-Indonesia, semakin banyaknya rute dan frekuensi penerbangan setiap tahun membuat transportasi udara mampu mencakup daerah-daerah terpencil yang hanya bisa dicapai dengan transportasi laut.

Bandar udara juga menjadi pendukung pertumbuhan perekonomian daerah karena semakin banyaknya aktivitas ekonomi yang terjadi. Dengan semakin berkembangnya industri maskapai penerbangan semakin besar pula frekuensi penggunaan moda transportasi udara tersebut hal tersebut mengakibatkan pula meningkatnya kesibukan pada bandara-bandara di Indonesia, terlebih lagi penerbangan yang dilayani oleh bandara-bandara di Indonesia kebanyakan sudah melayani rute internasional yang dimana semakin beragam jenis pesawat yang dilayani di bandara tersebut. Banyak frekuensi pesawat mendarat dan terbang di layani di fasilitas sisi udara suatu bandara, dimana fasilitas sisi udara mencakup landasan pacu, apron, dan taxiway. Dalam topik kali ini akan dibahas mengenai landasan pacu

Hal utama yang dipertimbangkan saat merencanakan landasan pacu adalah pemilihan lokasi dan arah yang dipengaruhi oleh kecepatan angin. Dimana data-data penunjang perencanaan tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk

merealisasikan landasan pacu tersebut sesuai dengan rencana serta pesawat yang akan mendarat di bandara tersebut. Kondisi ideal ini tidak selamanya dapat dipenuhi karena faktor topografi ataupun masalah keselamatan penerbangan. Lokasi terpilih cukup mempengaruhi perubahan arah dari hasil yang diperoleh tersebut dapat berbahaya apabila terjadi angin melintang. Kemungkinan lain adalah adanya perbedaan data arah angin saat rencana dengan data angin saat operasional. Berbeda nya data rencana dengan data baru akan mengakibatkan menurun nya utilisasi suatu bandara, hal tersebut diakibatkan oleh adanya crosswind pada landasan pacu yang dapat mereduksi tingkat utilisasi suatu landasan pacu.

Penurunan utilisasi suatu landasan pacu bisa terjadi karena adanya hambatan-hambatan yang dialami pesawat saat menggunakan landasan pacu tersebut seperti hal-nya crosswind, angin yang bergerak melintang melewati landasan pacu dapat menghambat proses mendaratnya pesawat karena membahayakan pesawat itu sendiri. Serta obstacle atau halangan di sekitar landasan pacu yang dapat menghambat proses mendarat atau terbang nyan pesawat hal tersebut dikarenakan halangan tersebut bisa saja berdampak pada zona bebas bandara ataupun berbeloknya arah angin menuju landasan pacu. Analisis utilisasi suatu runway akibat ketidaksesuaian antara data angin saat perencanaan dan data angin saat pelaksanaan perlu dilakukan mengingat ketidak sesuain tersebut dapat menyebabkan:

1. Berkurangnya utilisasi runway dari syarat minimal 95% (ICAO, 1984)
2. Kemungkinan besarnya crosswind yang terjadi untuk menjamin keselamatan operasional. (FAA, 2010)

Dari kedua masalah tersebut, Tugas Akhir ini perlu dilakukan untuk menambah pemahaman akan pentingnya

tingkat keakuratan data angin dalam perencanaan suatu bandara.

1.2 Rumusan Masalah

Landasan pacu tidak dapat dibangun begitu saja tanpa mempertimbangkan data arah angin, karena gerakan pesawat sangat dipengaruhi oleh gerakan angin, abalisa angin tersebut sangat dibutuhkan agar tidak terjadi crosswind pada landasan pacu. Crosswind maximum yang diizinkan oleh ICAO berdasarkan (ARFL) *Aeroplane Reference Field Length* dari pesawat rencana sedemikian rupa sehingga 95% dari waktu layan terpeuhi. Jika Kondisi data yang tidak tepat ini mengakibatkan ada beberapa masalah yang perlu di analisa.

Adapun permasalahan yang akan diselesaikan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh data angin baru terhadap orientasi *runway*?
2. Berapa besar crosswind yang diterima oleh pesawat rencana di *runway* suatu bandara setelah menggunakan data angin baru?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah agar Penulis memahami dan mampu menerapkan seluruh proses kegiatan analisa utilisasi landasan pacu dengan menggunakan data angin baru serta untuk menyelesaikan program studi di Jurusan Teknik Sipil ITS.

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan diantaranya adalah:

1. Menganalisis pengaruh data arah angin di suatu bandara ditinjau dari arah, besaran, dan frekuensi angin terhadap orientasi arah *runway*.

2. Menganalisis pengaruh data angin baru terhadap utilisasi suatu bandara.
3. Mengetahui besar crosswind yang diterima oleh pesawat rencana setelah menggunakan data angin baru.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang akan dibahas dalam analisa utilisasi suatu bandara dengan data angin baru adalah mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Pada tugas akhir ini tidak membahas tentang perkerasan runway.
2. Pada tugas akhir ini tidak merencanakan tentang drainase runway.
3. Pada tugas akhir ini tidak membahas tentang sisi darat.
4. Pada tugas akhir ini tidak merencanakan fasilitas sisi udara suatu bandara dan tidak membuat rute baru.

1.5 Manfaat

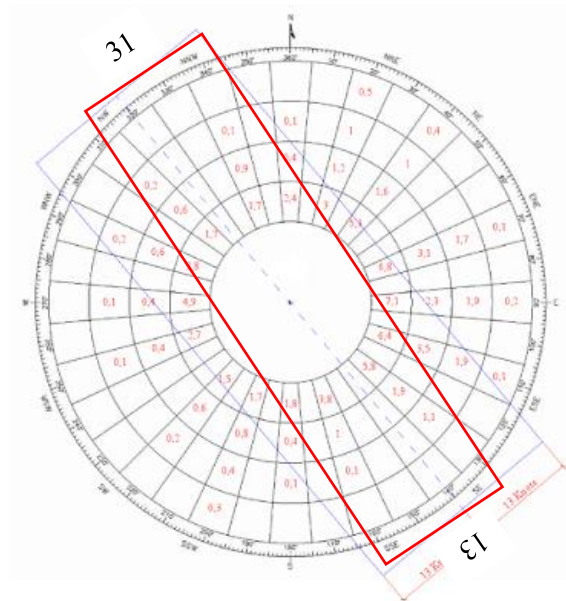
Hasil dari tugas akhir ini dapat dijadikan referensi dalam kasus perbedaan data arah dan kecepatan angin pada suatu bandara namun terdapat beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk dapat mengetahui tingkat utilisasi suatu bandara yang menggunakan data angin perencanaan dengan data angin baru yang berbeda.
2. Menjadi salah satu contoh analisa pada kasus serupa di bandara lain.

1.6 Arah Runway Existing dan Lokasi Studi

Pada suatu perencanaan landasan pacu atau *runway* pasti ada penentuan arah berdasar data angin, kali ini dengan menggunakan data angin awal disimulasikan dengan metode windrose berhasil didapatkan arah runway rencana tersebut. Dimana lokasi studi yang akan dilakukan analisa adalah

bandara Tunggul Wulung Cilacap dan bandara Ahmad Yani Semarang. Berikut adalah arah runway eksisting dari kedua bandara tersebut yang kebetulan arah runway-nya sama yaitu 13-31 baik dari bandara Ahmad Yani Semarang maupun bandara Tunggul Wulung Cilacap.



Gambar 1.1 : Merupakan Arah Runway Bandara Studi yang Diperoleh Dari Google Earth. Template Windrose Merupakan Template Dari FAA (2010)



Gambar 1.2 : Lokasi Kedua Bandara
(Google Earth)



Gambar 1.2 : Bandara Tunggul Wulung Cilacap
(Google Earth)



Gambar 1.3 : Bandara Ahmad Yani Semarang
(Google Earth)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka menyajikan teori-teori yang diperlukan dalam penyusunan metodologi dan analisis data. Beberapa studi terdahulu juga disajikan dalam bab ini sebagai dasar asumsi-asumsi yang diambil nantinya. Adapun teori yang disajikan dalam bab ini adalah :

- Persyaratan geometri/konfigurasi *Runway*.
- Faktor pemilihan lokasi
- Orientasi arah *runway* terhadap data arah angin.
- Teori Frekuensi Arah dan Kecepatan Angin
Menggunakan Metode Windrose

Pada bab ini pun diberikan ringkasan mengenai perencanaan *existing* yang diperlukan pada suatu bandara karena hal tersebut merupakan landasan sebagai literatur pada tugas akhir ini.

2.1 Runway

Runway adalah area persegi panjang di permukaan bandara yang dipersiapkan untuk proses *takeoff dan landing* pesawat (Horonjeff, 1994). Sebuah bandara bisa memiliki satu atau lebih runway tergantung pada kebutuhan kondisi. Serta orientasi runway sangat tergantung pada arah angin dan kecepatan angin dominan serta topografi lingkungan sekitar.

2.2 Konfigurasi Runway

Sistem Runway atau konfigurasi runway menurut Horonjeff (2010) mengacu pada jumlah dan arah dominan dari runway tersebut. Dalam hal system runway atau konfigurasi runway ini, topik utama penulis menjadi salah satu faktor adanya konfigurasi runway dimana faktor tersebut adalah arah angin dominan yang berhembus, Ada 5 bentuk wujud landasan terbang basis dasar dengan sisanya menjadi variasi pola teladan

yang asli, yaitu macam konfigurasi landas pacu, sebagian konfigurasi adalah kombinasi dari konfigurasi dasar.

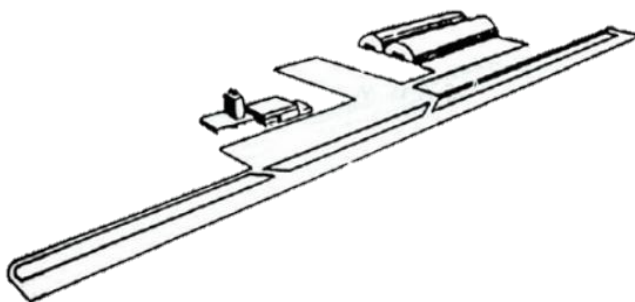
Konfigurasi dasar adalah :

- Landasan tunggal (Gambar 2.1)
- Landasan paralel (Gambar 2.2 , 2.3)
- Landasan berpotongan (Gambar 2.4 , 2.6)
- Landasan terbuka V (Gambar 2.4)

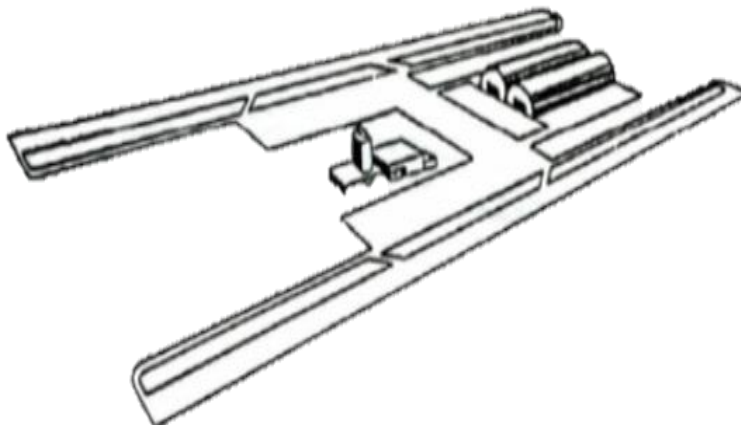
Namun tidak hanya faktor arah angin yang menyebabkan ada beberapa konfigurasi tersebut, juga ada beberapa faktor yang mempengaruhi konfigurasi yaitu :

- Perbedaan kapasitas maksimum
- Perbedaan arah dan kecepatan angin
- Kompleksitas pengendalian lalu-lintas udara
- Kelengkapan alat bantu navigasi

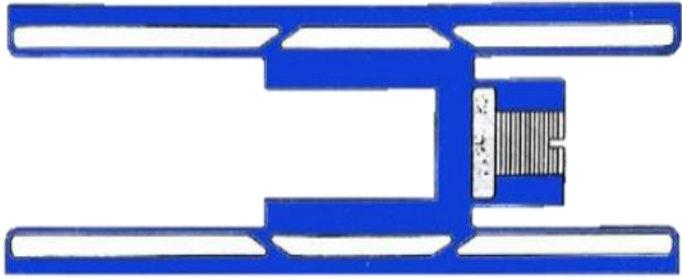
Contoh konfigurasi runway tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 hingga 2.5. serta akan diringkas dalam tabel 2.1.



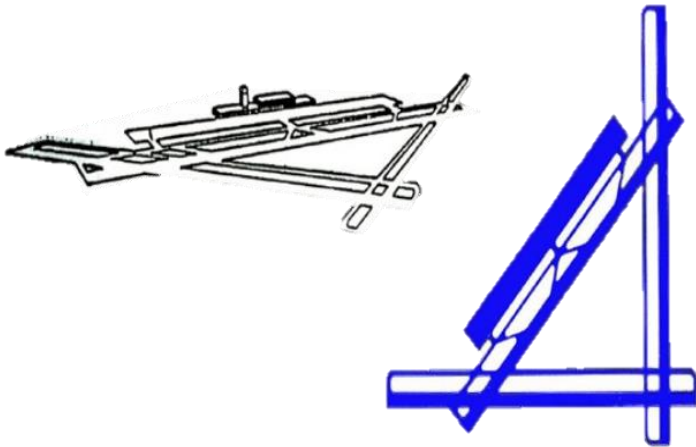
Gambar 2. 1 : Konfigurasi Runway Tunggal (Single)
(ICAO, 1984)



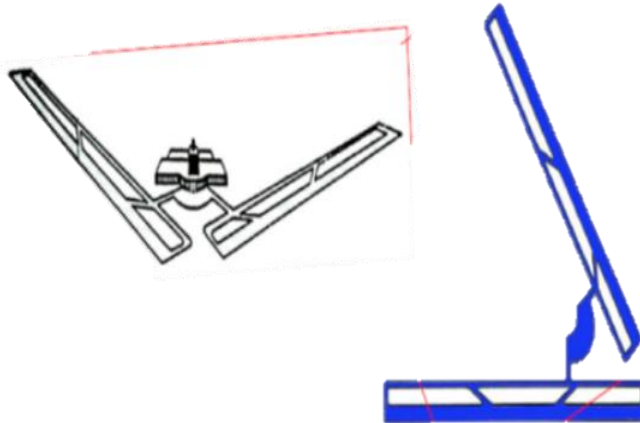
Gambar 2. 2 : Konfigurasi Runway Pararel
(ICAO, 1984)



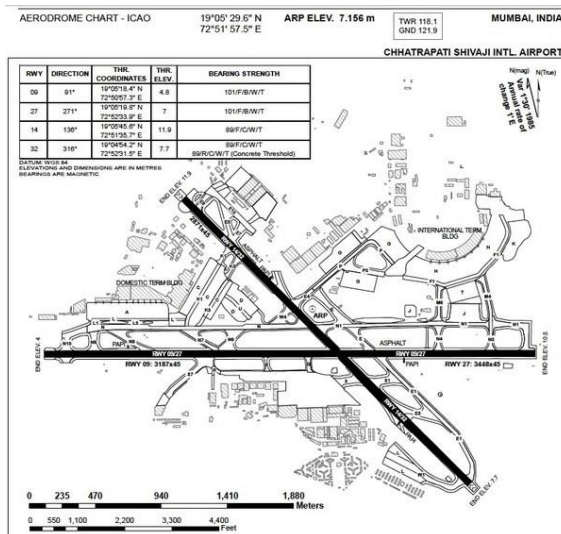
Gambar 2. 3 : Konfigurasi Runway Dua Jalur
(ICAO, 1984)



Gambar 2. 4 : Konfigurasi Runway Berpotongan
(*Intersecting*)
(ICAO, 1984)



Gambar 2. 5 : Konfigurasi Runway V terbuka (ICAO, 1984)



Gambar 2. 6 : Contoh Gambar Perencanaan Runway pada Suatu bandara (ICAO)

Menurut ICAO (1984), kapasitas single runway adalah 50 s/d 100 penerbangan setiap jam dalam kondisi VFR (Visual Flight Rules) yaitu keadaan dimana pilot mampu mengemudi dengan informasi visual. Sedangkan untuk IFR (Instrument Flight Rules) dimana pilot hanya mampu mengandalkan alat-alat untuk mengendalikan pesawat bisa 50 s.d 70 penerbangan setiap jam.

2.3 Panjang Runway

Bagian pertama dari perencanaan Runway bandara adalah penentuan panjang rencana. Menentukan panjang runway adalah pekerjaan penting dalam perencanaan runway secara keseluruhan. Sesungguhnya panjang runway merupakan elemen paling penting dalam runway. Ini disebabkan oleh bagaimana panjang runway menentukan pelayanan pada pesawat yang akan beroperasi di bandara tersebut. Pekerjaan dimulai dengan menentukan pesawat yang paling besar yang akan mendarat di bandara tersebut dimana pesawat ter-besar itu membutuhkan panjang runway terpanjang, dan juga pesawat yang memiliki rute penerbangan non stop minimal 500 operasi (Horonjeff, 2010). Panjang runway pun dapat diketahui dari membandingkan kebutuhan panjang runway pesawat kritis dari berat mendarat dan lepas landas manakah yang paling besar. Atau bisa juga disebut Aeroplane References Field Length.

2.4 Lebar Runway

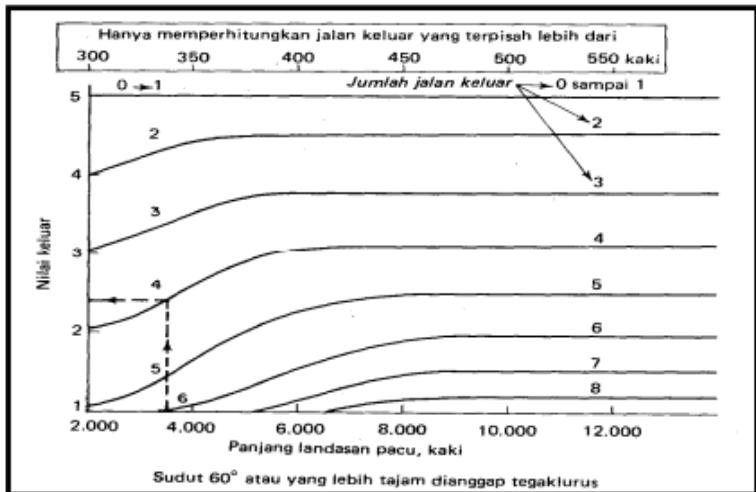
Lebar runway untuk perencanaan dapat diketahui dari tabel 2.1. Tabel tersebut didapatkan dari referensi ICAO dan Horonjeff.

Tabel 2. 1: Penentuan Lebar Runway Berdasarkan Code

No	A	B	C	D	E
1	18 m	18 m	23 m	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998), ICAO

Sumber (ICAO, Horonjeff 1998)



Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998), ICAO

Gambar 2. 2: Panjang Runway Minimum Berdasar Berat Mendarat (Horonjeff, 1998). ICAO

2.5 Lingkungan Lapangan Terbang

Lingkungan lapangan terbang yang berpengaruh pada spesifikasi runway adalah temperature, angin permukaan, kemiringan landasan, ketinggian lapangan terbang. Dalam perhitungan landasan pacu dipakai suatu standar yang disebut ARFL (Aeroplane Reference Field Length), yaitu jarak take off minimum suatu tipe pesawat pada masa maksimum, muka air laut, kondisi atmosfer, udara tenang dan kemiringan nol yang diperbolehkan pada peraturan yang berlaku maupun manual penerbangan pesawat (ICAO, 2015). ARFL disebut juga balanced field length sebab jarak yang di butuhkan untuk take off sama dengan jarak berhenti hingga akselerasi.

2.5.1 Temperatur

Pada temperature yang lebih tinggi atau panas dibutuhkan landasan yang lebih panjang, sebab kerapatan udara-nya rendah. Hal tersebut menghasilkan hasil daya dorong pesawat yang rendah. Sebagai standar temperatur di atas muka laut sebesar $59^{\circ}\text{F} = 15^{\circ}\text{C}$. Menurut ICAO panjang landasan harus berkorelasi terhadap temperature sebesar 1%. (Horonjeff & McKelvey, 2010)

$$F_t = 1 + 0.01 (T - (15 - 0.0065h)) \quad (2.1)$$

Dimana :

- F_t = Faktor terkoreksi temperature.
- T = Temperatur di lapangan terbang.
- H = Elevasi lapangan terbang.

2.5.2 Runway Gradient

Runway gradient atau kemiringan landasan pacu dapat menyebabkan meningkatnya konsumsi energy. Hal tersebut disebabkan mesin pesawat diharuskan mencapai kecepatan di darat yang sulit dicapai ketika kemiringan cukup besar. FAA menyebutkan *Effective Gradient* yaitu perbedaan tinggi antara titik terendah dari penampang memanjang landasan dibagi

dengan panjang landasan yang ada. Faktor koreksi kemiringan (Fs) sebesar 10% setiap kemiringan 1%. (Horonjeff & McKelvey, 2010)

$$F_s = 1 + 0.1 S \quad (2.2)$$

Dimana :

Fs = Faktor koreksi kemiringan

S = Gradien Efektif

(Sumber: ICAO, 2016)

2.5.3 Pemilihan Lokasi Lapangan Terbang

Penentuan lokasi untuk dilaksanakan pembangunan bandara sangat mempunyai faktir penting, karena ada bebrapa hal yang harus di perhatikna mengenai setiap penetapan lokasi tersebut. Menurut Keputusan Menteri nomor KM 48 tahun 2002 tentang Penyelenggaraan bandar udara penetapan lokasi dilakukan dengan memperhatikan :

1. Rencana induk nasional bandar udara
2. Keselamatan dan keamanan penerbangan
3. Keserasian dan keseimbangan dengan budaya setempat dan kegiatan lain terkaitdi lokasi bandar udara
4. Kelayakan ekonomis, finansial, sosial, pengembangan wilayah, teknispembangunan, dan pengoperasian
5. Kelayakan lingkungan.

2.6 Metode Analisis Windrose

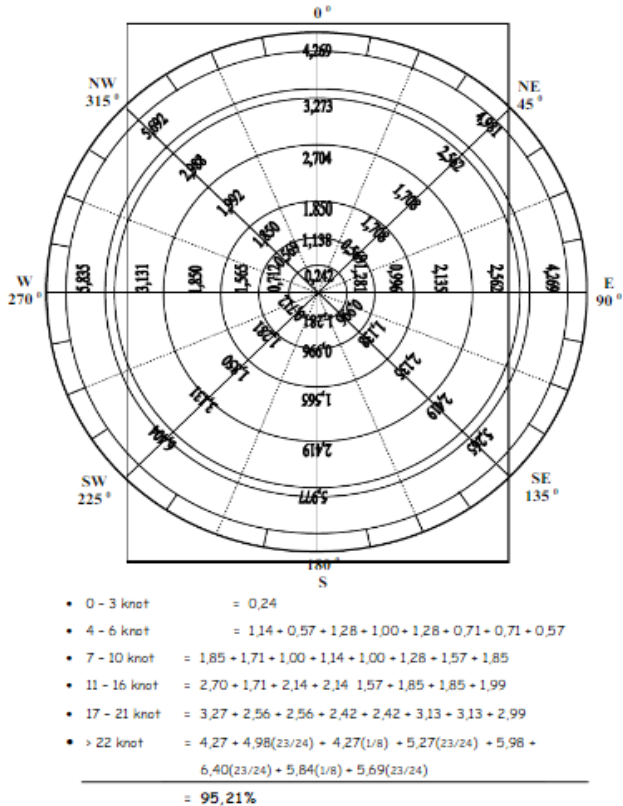
Data angin diolah menjadi prosentase masing-masing arah angin pada kecepatan tertentu dari semua kejadian. Prosentase tersebut disebar dalam bentuk windrose. Disebut juga mawar angin dalam Bahasa Indonesia karena bentuknya menyerupai mawar melingkar. Windrose adalah sebuah representasi diagram yang umum digunakan untuk analisis vector grafis data angin. Kecepatan dan prosentase nya pada arah derajat azimuth yang dibagi persepuluh derajat.

kecepatan ditulis pada jarak antara lingkaran sesuai sekala dengan besarnya menjauh dari pusat windrose dan prosentase di arah tertentu ditulis pada daerah didalam potongan garis dan lingkaran. Bentuk data seperti ini dapat memudahkan analisis kondisi angin dengan memberi angka prosentase kejadian pada masing-masing arah azimuth yang telah terbagi. Untuk mengetahui total prosentase kejadian angin pada satu bentang derajat azimuth tertentu dengan batas kecepatan crosswind yang diperbolehkan, dengan menarik garis lurus sepanjang bentang arah angin. Tarik juga dua garis arah bentang adalah skala dari kecepatan crosswind yang diperbolehkan pada bandara. Tiga garis penanda itu disebut juga template.

Untuk mengetahui coverage, atau cakupan angin pada suatu bentang arah cukup menjumlahkan semua angka kejadian yang berada dalam daerah template. Proses analisis tersebut adalah analisis windrose secara manual. Hasil dari analisis windrose adalah evaluasi apakah cakupan angin yang terjadi di arah tersebut mencapai 95% dari hembusan total kejadian. Metode ini dipilih disebabkan oleh tujuan kemudahan, akurasi dan kesah an analisis data angin yang di dapatkan dari lembaga yang sama (FAA).

2.7 Orientasi Runway

Dalam menentukan orientasi atau arah dari *runway*,



Gambar 2. 7 : Contoh Windrose dengan template arah.
(Horonjeff, 2010)

angin sangatlah berpengaruh. *Cross-wind* atau angin samping yang bertiup dapat mengganggu keselamatan pesawat saat melakukan *take-off* maupun *landing* dari pesawat apabila angin bertiup sangat kuat.

Pesawat terkecil menjadi pesawat paling kritis dalam merencanakan orientasi *runway* karena pesawat kecil lebih rentan mengalami gangguan apabila terjadi *cross-wind* saat beroperasi pada landasan pacu. ICAO telah mengatur batas *cross-wind* yang diizinkan pada pesawat dengan memperhatikan ARFL dari masing-masing pesawat sesuai pada tabel 2.4.

Tabel 2.2. Ketentuan batas *Cross-wind*

ARFL	<i>Permissible Cross-wind</i>
< 1200	10 <i>knots</i> (11,5 mph)
1200 – 1500	13 <i>knots</i> (15 mph)
≥ 1500	20 <i>knots</i> (23 mph)

(Sumber: ICAO, 2016)

Dimana orientasi atau arah *runway* akan ditentukan oleh *usability factor* atau persentase penggunaan *runway* harus dibawah batas maksimum *cross-wind*, ICAO menetapkan bahwa *runway* dapat digunakan apabila persentase dari *usability factor* atau distribusi arah angin yang bertiup pada *runway* mayoritas mengarah pada satu arah mencapai 95%. Persentase terbesar dari angin akan menjadi arah dari *runway*.

Arah *runway* dapat ditentukan dengan menggunakan *windrose*. *Windrose* menggambarkan banyaknya persentase angin tahunan yang melewati suatu area dari *runway*, untuk membuat *windrose* perlu data angin yang akurat pada lokasi rencana.

Berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat diagram *windrose*:

1. Buat lingkaran penuh 360° yang berpusat pada satu titik tengah. Jumlah lingkaran yang dibuat bergantung dari banyaknya jenis kecepatan terjadi pada lokasi rencana. Jari-

jari yang dibuat harus proporsional dan mewakili kecepatan yang ada.

2. Lingkaran tersebut dibagi sama rata sesuai arah angin yang terjadi. Lingkaran ditengah dibiarkan utuh dan tidak ikut terbagi. Nama mata angin mengikuti derajat *azimuth* mengikuti arah jarum jam. Tabel 2.5 menunjukkan derajat arah yang sesuai.

Tabel 2.3. Arah angin dan sudut pada *windrose*

Arah Angin	Sudut
N	340° - 020°
NE	025° - 065°
E	070° - 110°
SE	115° - 155°
S	160° - 200°
SW	205° - 245°
W	250° - 290°
NW	295° - 335°

(Horonjeff & McKelvey, 2010)

3. Buat *template* berbentuk persegi panjang dengan garis tengah sebagai garis bantu, panjang dari persegi panjang melebihi lingkaran dan lebar dari *template* disesuaikan dengan kecepatan *cross-wind* tiap sisi nya pada diagram *windrose*.
4. Bidang persegi atau *template* tersebut diputar pada porosnya secara konsisten dengan pada tiap sudutnya, persentase kecepatan angin yang terdapat didalam bidang persegi panjang dihitung, lakukan hal yang sama pada setiap sudut untuk mencari nilai persentasi angin yang terbesar.
5. Setelah mendapatkan sudut dengan persentase angin terbesar minimal 95%, maka arah dari *runway* dapat digunakan dalam perencanaan.

2.8 Gaya Angin Yang Diterima Pesawat

Saat terbang, angin menciptakan efek di pesawat. Lintasan angin mendorong pesawat di udara dan pilot akan mengimbangi efek seperti itu dalam rangka untuk mendarat, untuk melakukan navigasi, dan untuk mengikuti bantuan radio navigasi ke jalur landasan.

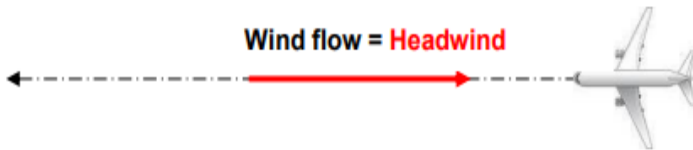


Gambar 2.9 : Indikator arah angin pada board cabin pesawat
Ditandai dengan kotak merah (IVAO, 2015)

2.8.1 Definisi Headwind Tailwind dan Crosswind

a. Headwind

Jika angin terdapat headwind murni , pesawat akan menghadapi angin di muka .maka komponen crosswind pada pesawat itu batal .Arah pergi pesawat adalah arah yang berlawanan angin



Sumber : (IVAO, PP ADC wind calculation)

Gambar diatas adalah konfigurasi terbaik untuk mendarat dan lepas landasa saat mengalami *headwind*.

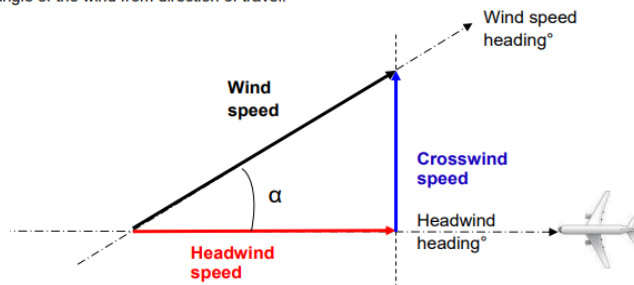
Berikut adalah konfigurasi arah angin yang dikategorikan sebagai *headwind* :

Headwind heading = Aircraft heading

The angle shall be: $-90^\circ < \alpha < +90^\circ$

Sumber : (IVAO, 2015)

α is the angle of the wind from direction of travel.

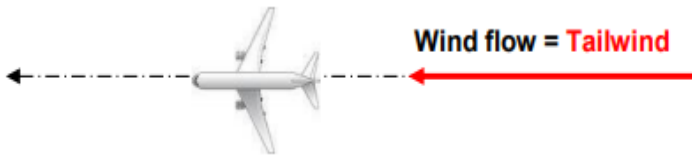


$$\alpha = (\text{Wind speed heading}^\circ - \text{Headwind Heading}^\circ)$$

Sumber : (IVAO, 2015)

b. Tailwind

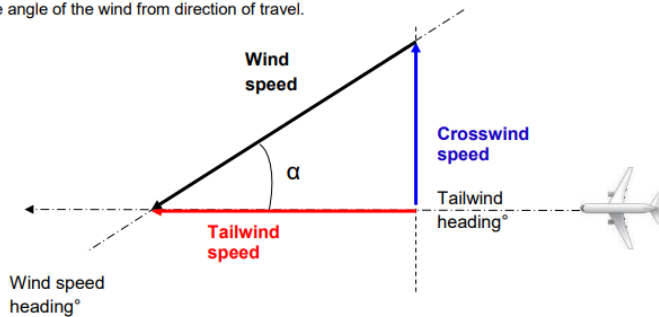
Jika angin tersebut murni *Tailwind*, maka pesawat akan mengikuti alur angin. Dan komponen yang mengandung crosswind dianggap tidak ada. Dan arah pergi pesawat sama dengan arah angin .



Sumber : (IVAO, 2015)

Konfigurasi seperti gambar diatas adalah rute terbaik untuk menghemat waktu tempuh dari pesawat. Berikut dilampirkan konfigurasi arah datang angin yang dikategorikan sebagai *tailwind*.

α is the angle of the wind from direction of travel.



$$\alpha = (\text{Wind speed heading}^\circ - \text{Tailwind Heading}^\circ)$$

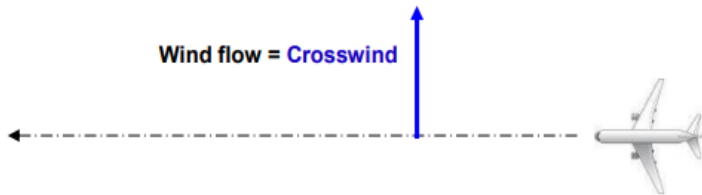
Tailwind heading = Aircraft heading $\pm 180^\circ$

The angle shall be: $-90^\circ < \alpha < +90^\circ$

Sumber : (IVAO, 2015)

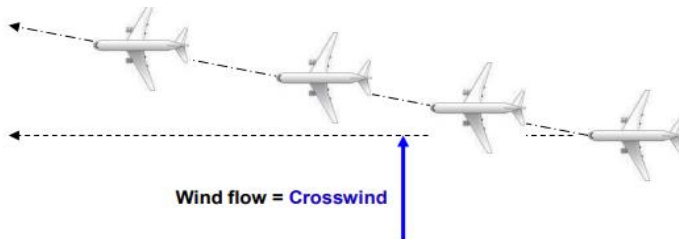
c. Crosswind

Jika angin yang terdapat pada saat itu adalah murni *crosswind* maka arah pergi pesawat menjadi tegak lurus dengan arah angin. Dimana *headwind* dan *tailwind* dianggap tidak ada. Angin bisa saja menghantam pesawat dari kiri maupun dari kanan.



Sumber : (IVAO, 2015)

Rata-rata dalam pendaratan maupun penerbangan yang mengalami crosswind akan menjadi penerbangan yang sedikit menantang, karena arah pesawat sebetulnya tergantung oleh keadaan angin di daerah tersebut. Jika tetap memaksakan dalam keadaan crosswind maka dapat di analogikan sebagai berikut.



Sumber : (IVAO, 2015)

Ketika sedang terbang, pilot tidak bisa melakukan perhitungan kompleks mengenai crosswind yang akan mereka hadapi, maka dari itu disiapkan sebuah table yang dapat digunakan sebagai

acuan untuk menghitung crosswind. Berikut adalah tabel crosswind :

Tabel 2.4 : Tabel Hitung Crosswind

α	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Crosswind	0	0	3	5	6	7	8	9	10	10
Headwind (tail)	10	10	9	8	7	6	5	3	0	0

Cara menghitung :

Kecepatan angin = 8KT

Arah pesawat = 60°

METAR = 100° (selalu 100° karena diatur supaya mendapatkan full headwind)

Crosswind = $8 * \sin(40^\circ) = 5,14\text{KT}$

Headwind = $8 * \cos(40^\circ) = 6,12\text{KT}$

2.9 Runway Occupancy Time (ROT)

Guna menghitung ROT digunakan rumus dibawah. ROT adalah waktu pemakaian *Runway*, yaitu waktu dari pesawat melewati batas *runway* hingga masuk ke *taxiway*. Pada kenyataan di lapangan, nbanyak hal yang mempengaruhi faktor ROT. Namun pada tugas akhir ini tetap akan menggunakan ROT yang teoritis seperti pada rumus :

$$\text{ROT} = \frac{V_o - V_\tau}{2\alpha_1} + 3 + \frac{V_\tau - V_\epsilon}{2\alpha_2} + t \quad (2.3)$$

Dimana :

V_o = Kecepatan pesawat melewati threshold di udara (m/dt)

V_τ = Kecepatan pesawat saat touchdown di runway (m/dt)

V_ϵ = kecepatan pesawat saat masuk exit taxiway (m/dt)

t = Waktu pesawat membelok ke arah exit taxiway (m/dt)

$\propto 1$ = Perlambatan pesawat di udara (m/dt)

$\propto 2$ = Perlambatan pesawat di darat (m/dt)

2.10 Metode Perhitungan Jam Puncak

Dilakukan nya perhitungan jam puncak pada tugas akhir ini adalah untuk mengetahui :

1. Dasar acuan kondisi paling maksimum pemakaian runway.
2. Untuk mengetahui tingkat pergerakan maksimum pada kondisi peak hour.

Berdasarkan data existing bisa diketahui jumlah pergerakan pesawat dalam satu tahun. Namun pada bandar udara kulon progo ini menggunakan asumsi dikarenakan belum ada nya data existing jumlah pergerakan pesawat. Adapun rumus untuk mengetahui jam puncak per bulan adalah :

$$R_{month} = \frac{N_{month}}{N_{year}} \quad (2.4)$$

Dimana :

R_{month} = peak month rasio

N_{month} = jumlah pergerakan total pesawat saat bulan puncak

N_{year} = jumlah pergerakan total pesawat dalam 1 tahun.

Rumus tersebut dapat diberlakukan hingga mencari jam puncak dengan terus membagi nya hingga ke variable jam. Untuk memperkirakan jumlah pergerakan pesawat tahun rencana untuk kondisi peak hour adalah dengan langsung mengalikan R_{hour} dengan peramalan jumlah pergerakan hari puncak pada bulan puncak tahun rencana.

2.11 Pengembangan Model untuk Kedatangan

Kapasitas suatu runway yang hanya digunakan untuk melayani pesawat yang datang dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

1. Campuran pesawat terbang yang biasanya diberi karakter oleh penggolongan pesawat ke dalam beberapa kelas menurut kecepatan mendekati runway.
2. Kecepatan mendekati runway dari berbagai kelas pesawat.
3. Panjang jalur pendekatan umum ke landasan pacu dari jalur masuk.
4. Waktu pemakaian runway rata-rata berbagai kelas pesawat dalam campuran dan besarnya pencaran dalam waktu rata-rata tersebut.

(Horonjeff & McKelvey, 1994) :

2.12 Pengembangan Model untuk Keberangkatan

Ketika keberangkatan dinyatakan bebas untuk lepas landas berdasarkan interval waktu minimum atau waktu antar keberangkatan. Kapasitas keberangkatan landasan pacu menggunakan persamaan :

$$C_d = \frac{3600}{E(t_d)} \quad (2.5)$$

$$E_{td} = \sum\{P_{ij}\}[td] \quad (2.6)$$

BAB III METODOLOGI

Bab Metodologi merupakan bab yang menyajikan langkah penyelesaian dari permasalahan dalam Tugas Akhir ini. Adapun isi dari bab ini adalah studi literatur, pengumpulan data sekunder, dan analisa data utilitas bandara, serta kesimpulan dan saran.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap pengumpulan referensi, pembelajaran, dan pengambilan informasi yang dapat mempermudah dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Referensi yang didapat berasal dari peraturan mengenai ketatabandaraan, buku kuliah, studi terdahulu maupun internet yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Studi yang berkaitan dengan studi sebelumnya, yaitu anlisis windrose dari Adha,Adhyaksa (2016) serta perencanaan fasilitas sisi udara dari AndriAzhari (2017) serta aturan-aturan yang tertera pada ICAO dan FAA serta IVAO juga dijadikan dasar analisis.

3.2 Pengumpulan Data Sekunder

Dalam studi diperlukan data-data sekunder untuk mendukung keakuratan dari hasil analisis, diantaranya adalah :

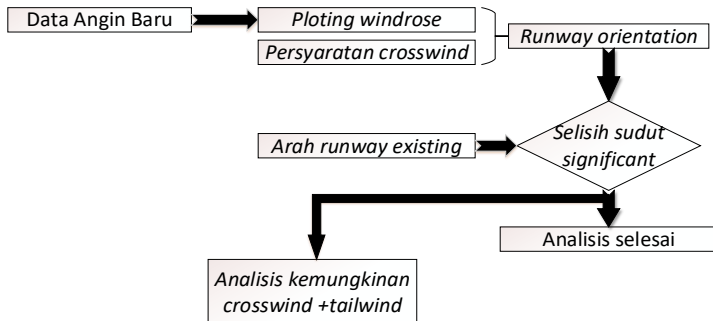
1. Perkiraan tipe pesawat yang akan menggunakan suatu bandara nantinya.
2. Data pergerakan pesawat di bandara selain pada kasus ini.
3. Data frekuensi arah dan kecepatan angin.
4. Operasional pada runway suatu bandara.
5. Data analisis windrose pada rencana awal.

3.3 Analisa Data

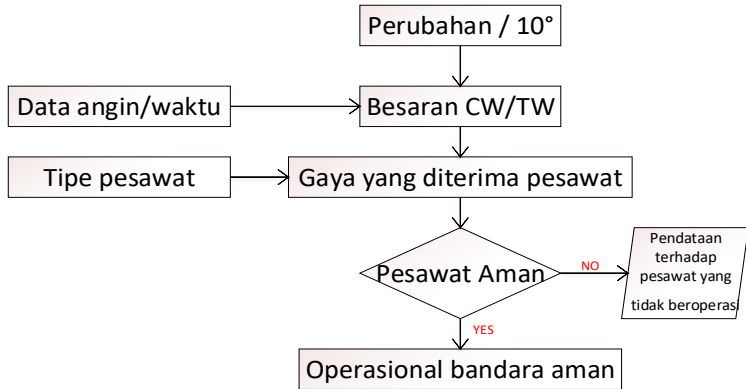
Setelah semua data sekunder dikumpulkan, maka data-data tersebut dapat dianalisis agar memenuhi tujuan dari Tugas Akhir ini. Hal itu dilakukan sebelum memberikan kesimpulan dari studi dan perencanaan yang telah dilakukan. Hasil akhir dari proses analisis data adalah informasi mengenai utilisasi bandara dengan arah runway rencana namun dengan data angin baru.

Beberapa tahapanya adalah :

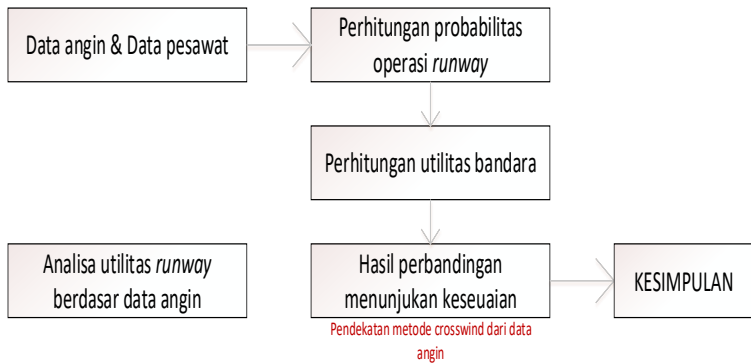
1. Tahap analisis pengaruh data angin baru terhadap orientasi arah runway ditinjau dari arah dan kecepatan angin tersebut.



2. Tahap perhitungan besar crosswind yang diterima oleh pesawat rencana di *runway* suatu bandara setelah menggunakan data angin baru.



3. Tahap analisa tingkat utilisasi suatu bandara terhadap data angin baru.



3.4 Hasil Analisis

Setelah mengolah data-data yang ada maka akan didapatkan hasil dari perencanaan yang terdiri dari :

1. Arah orientasi *runway* baru dengan menerapkan data angin baru.

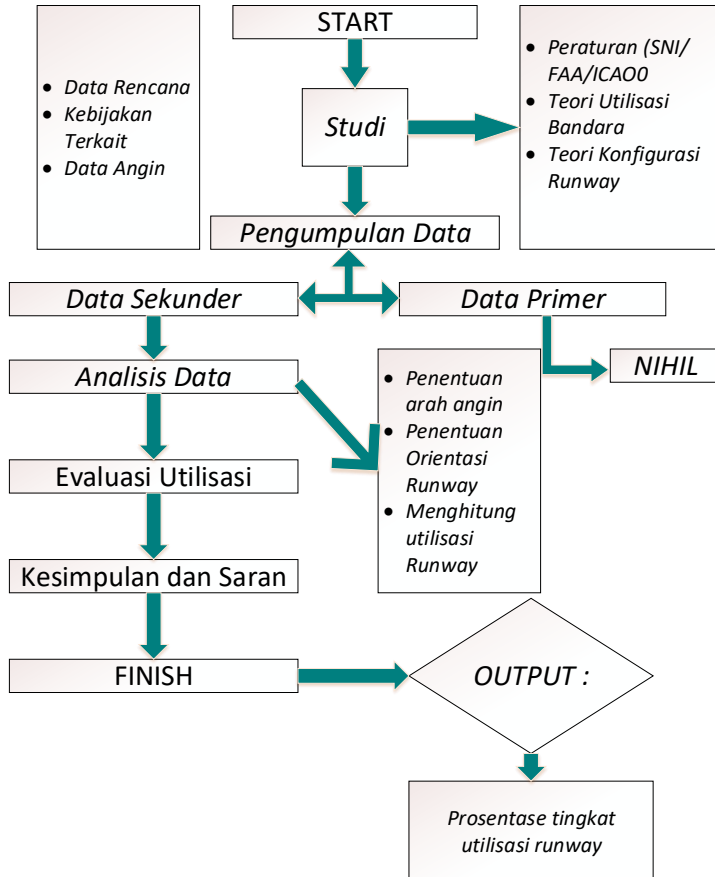
2. Besarnya crosswind yang diterima oleh setiap pesawat yang beroperasi.
3. Prosentase tingkat utilisasi suatu bandara/landasan pacu dengan menerapkan data angin baru.

3.5 Pergerakan Pesawat

Setelah dilakukan pencarian data maka dilanjutkan ke perhitungan pergerakan pesawat dimana pergerakan pesawat tersebut dipengaruhi juga oleh jam puncak dan ROT (runway Occupancy Time) yang juga akan dibahas pada tugas akhir ini. Dihitung pula kapasitas runway awal untuk mengetahui daya layan runway. Pada akhirnya akan diketahui tingkat utilisasi bandara (runway) tersebut dengan rencana awal namun dengan data angin baru.

3.5 Diagram Alir Metode Penelitian

Tahap-tahap pengerjaan tugas akhir ini digambarkan seperti pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Bagan Diagram Alir (*flowchart*)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

ANALISIS DATA

4.1 Tinjauan Umum

Simulasi analisa utilisasi bandara ini memerlukan beberapa data meliputi : data angin per-tahun/bulan/hari, data kecepatan angin, data arah hembusan angin, waktu angin berhembus, waktu operasional bandara, dan data pesawat yang beroperasi.

4.2 Data Angin

4.2.1 Data Angin Tahunan Cilacap

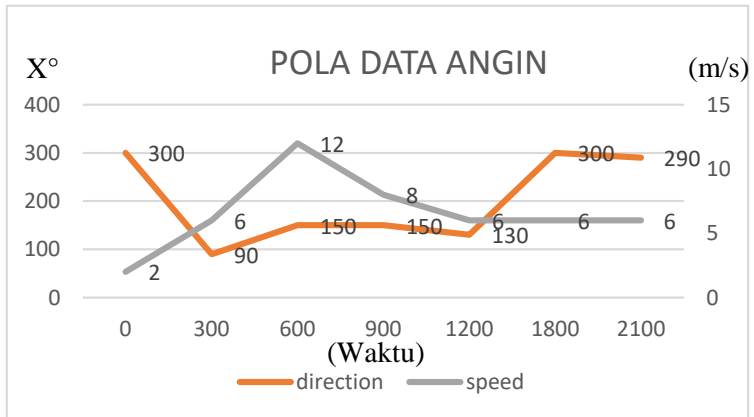
Data angin yang diperlukan berupa data kecepatan angin, data arah angin serta data waktu angin berhembus yang didapat dari *website* Iowa State University Enviromental Mesonet. dan NNDC NOAA CLIMATE DATA (www.noaa.gov) dan (www.iastate.edu) yang merupakan laman situs untuk mendapatkan data angin yang dibutuhkan tersebut secara resmi dimana data tersebut mencakup data sejak tahun 2005 – 2018. Dari data tersebut kemudian dibuat penggolongan sehingga membentuk periode waktu.

Periode waktu yang terbentuk memunculkan data-data yang terlihat diatas rata-rata untuk dijadikan acuan hembusan angin terbesar yang mungkin terjadi di runway tersebut. Maka dari itu perlu di jabarkan data perhari dan juga pola setiap hari dan jam nya agar dapat mengetahui penurunan utilisasi jika ada angin yang berhembus diatas batas dari ICAO.

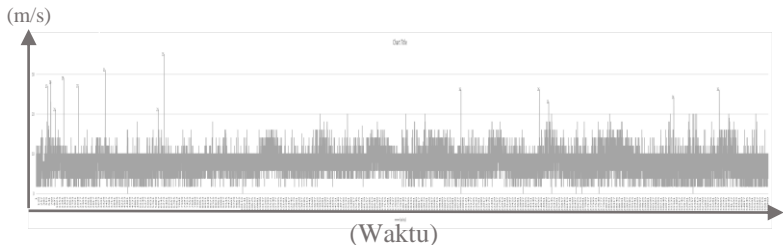
Tabel 4.1 Data Angin Cilacap 2 Hari

Name	USAF	NCDC	Date	HrMn	I	Type	Direction	Q	I	Speed m/s	Q	Knots
CILACAP	968050	99999	20050501	0	4	FM-12	999	9	C	6.3	1	12.222
CILACAP	968050	99999	20050501	300	4	FM-12	90	1	N	2.6	1	5.044
CILACAP	968050	99999	20050501	600	4	FM-12	150	1	N	5.1	1	9.894
CILACAP	968050	99999	20050501	900	4	FM-12	150	1	N	3.6	1	6.984
CILACAP	968050	99999	20050501	1200	4	FM-12	130	1	N	2.6	1	5.044
CILACAP	968050	99999	20050501	1800	4	FM-12	300	1	N	2.1	1	4.074
CILACAP	968050	99999	20050501	2100	4	FM-12	290	1	N	2.1	1	4.074
CILACAP	968050	99999	20050502	0	4	FM-12	300	1	N	1	1	1.94
CILACAP	968050	99999	20050502	300	4	FM-12	999	9	C	3.1	1	6.014
CILACAP	968050	99999	20050502	900	4	FM-12	120	1	N	2.1	1	4.074
CILACAP	968050	99999	20050502	1200	4	FM-12	110	1	N	2.6	1	5.044
CILACAP	968050	99999	20050502	1500	4	FM-12	130	1	N	3.6	1	6.984
CILACAP	968050	99999	20050502	1800	4	FM-12	999	9	C	4	1	7.76
CILACAP	968050	99999	20050502	2100	4	FM-12	999	9	C	3.6	1	6.984
CILACAP	968050	99999	20050503	0	4	FM-12	999	9	C	4.1	1	7.954

Data angin diatas adalah contoh per-hari dari data angin tahunan yang didapatkan data selama 4 tahun. Setelah proses mendapatkan data selesai, data akan dikelompokkan agar menjadi data yang berperiodik serta data akan dianalisa bentuk pola untuk mendapatkan data yang menunjukkan *hit* terbesar dalam kurun waktu data tersebut. Dalam proses pengelompokan data ini dapat digunakan *software* Minitab dengan metode *timeseries* agar proses pengelompokan menjadi lebih ringan mengingat data yang dikelompokkan mencapai ratusan ribu data. Namun dapat pula menggunakan bentuk chart dari Ms. Excel. Hasil plot data akan ditampilkan di gambar 4.1 :

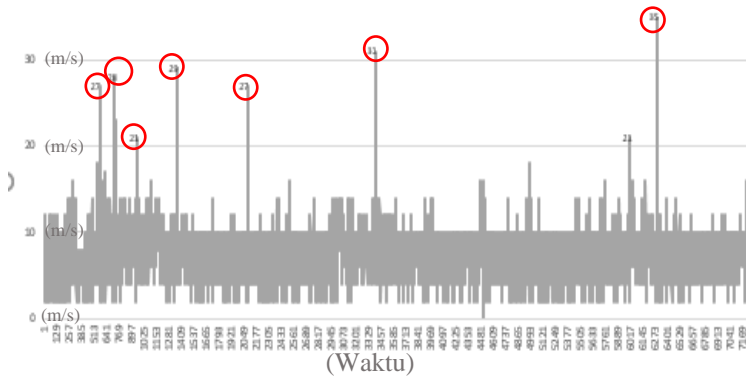


Gambar 4.1 Hasil Plot Chart Data Angin Cilacap 1 Hari



Gambar 4.2 Hasil Plot Chart data angin cilacap keseluruhan.

Plot data diatas adalah plot data yang mencakup kecepatan dan arah angin terhadap waktu berhembus. Dalam keseluruhan plot data tersebut terdapat beberapa data yang berada diatas rata-rata. Dimana data tersebut adalah data angin yang berhembus diatas kecepatan rata-rata berikut adalah tampilan data yang berada diatas rata-rata tersebut.



Gambar 4.3 Zoom in Plot Data Cilacap Keseluruhan

4.2.2 Data Angin Tahunan Semarang

Data angin yang diperlukan berupa data kecepatan angin, data arah angin serta data waktu angin berhembus yang didapat dari website IOWA STATE dan NNDC NOAA CLIMATE DATA yang merupakan laman situs untuk mendapatkan data angin yang dibutuhkan tersebut secara resmi.

Dimana data tersebut di unduh mencakup data sejak tahun 2014 – 2018. Dari data tersebut kemudian dibuat penggolongan sehingga membentuk periode waktu.

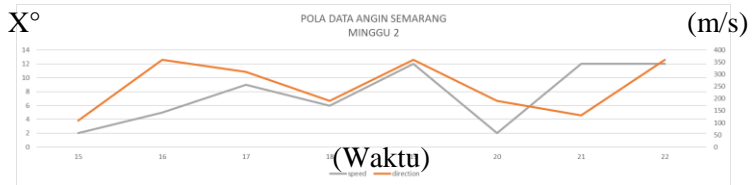
Periode waktu yang terbentuk memunculkan data-data yang terlihat diatas rata-rata untuk dijadikan acuan hembusan angin terbesar yang mungkin terjadi di runway tersebut. Maka dari itu perlu di jabarkan data perhari dan juga pola setiap hari dan jam nya agar dapat mengetahui penurunan utilisasi jika ada angin yang berhembus diatas batas dari ICAO

Tabel 4.2 Data Angin Semarang 2 Hari

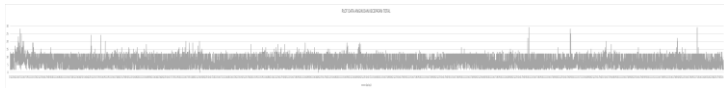
Name	USAF	NCDC	Year	Month	Date	HrMn	I	Type	Dir	Q	I	Spd m/s	knots
SEMARANG	968370	99999	2014	1	1	15	4	FM-12	230	1	N	1	1.94
SEMARANG	968370	99999	2014	1	1	16	4	FM-12	290	1	N	5.1	9.894
SEMARANG	968370	99999	2014	1	1	17	4	FM-12	280	1	N	6.2	12.028
SEMARANG	968370	99999	2014	1	1	18	4	FM-12	240	1	N	3.1	6.014
SEMARANG	968370	99999	2014	1	1	19	4	FM-12	190	1	N	1.5	2.91
SEMARANG	968370	99999	2014	1	1	22	4	FM-12	170	1	N	1	1.94
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	15	4	FM-12	110	1	N	1	1.94
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	16	4	FM-12	360	1	N	2.1	4.074
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	17	4	FM-12	310	1	N	4.6	8.924
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	18	4	FM-12	190	1	N	2.6	5.044
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	19	4	FM-12	360	1	N	6.1	11.834
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	20	4	FM-12	190	1	N	1	1.94
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	21	4	FM-12	130	1	N	6.1	11.834
SEMARANG	968370	99999	2014	1	2	22	4	FM-12	360	1	N	6.1	11.834
SEMARANG	968370	99999	2014	1	3	15	4	FM-12	120	1	N	6.1	11.834
SEMARANG	968370	99999	2014	1	3	16	4	FM-12	10	1	N	2.1	4.074
SEMARANG	968370	99999	2014	1	3	17	4	FM-12	330	1	N	3.6	6.984
SEMARANG	968370	99999	2014	1	3	18	4	FM-12	290	1	N	5.1	9.894

Data angin diatas adalah contoh per-hari dari data angin tahunan yang didapatkan. Setelah proses mendapatkan data selesai, data akan dikelompokkan agar menjadi data yang berperiodik serta data akan dianalisa bentuk pola untuk mendapatkan data yang menunjukkan *hit* terbesar dalam kurun waktu data tersebut.

Dalam proses pengelompokan data ini dapat digunakan *software* Minitab dengan metode *timeseries* agar proses pengelompokan menjadi lebih ringan mengingat data yang dikelompokkan mencapai ratusan ribu data. Namun dapat pula menggunakan bentuk chart dari Ms. Excel. Hasil plot data akan ditampilkan pada gambar 4.4 :

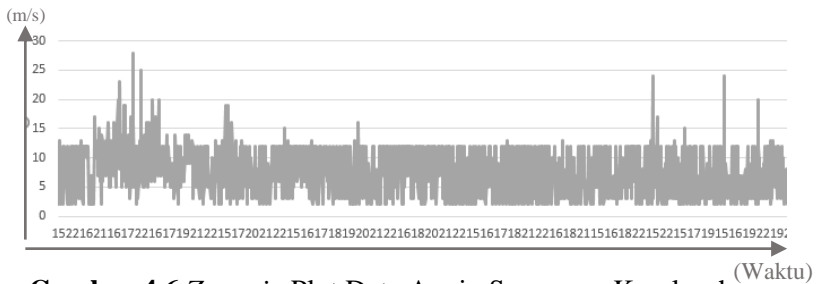


Gambar 4.4 Hasil Plot Chart Data Angin Semarang 1 hari



Gambar 4.5 Hasil Plot Chart Data Angin Semarang Keseluruhan

Plot data diatas adalah plot data yang mencakup kecepatan dan arah angin terhadap waktu berhembus. Dalam keseluruhan plot data tersebut terdapat beberapa data yang berada diatas rata-rata. Dimana data tersebut adalah data angin yang berhembus diatas kecepatan rata-rata berikut adalah tampilan data yang berada diatas rata-rata tersebut.



Gambar 4.6 Zoom in Plot Data Angin Semarang Keseluruhan

4.3 Pengolahan Data Angin

Pengolahan data angin diperlukan untuk mendapatkan beberapa hasil meliputi bentuk *Rosewind* , hasil *Crosswind*-

Headwind-Tailwind per 10° , serta gaya-gaya angin yang diterima pesawat.

Gaya angin yang diterima oleh pesawat didapatkan dari kecepatan angin diproyeksikan kearah runway dan digolongkan menjadi kategori crosswind headwind atau tailwind.

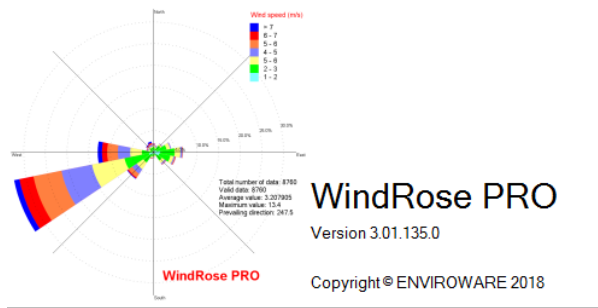
Untuk membuat windrose dari data yang ada dapat menggunakan software Windrose Pro 3 atau WR Plot sehingga bentuk windrose serta data olahan angin dapat didapatkan dengan tepat. Langkah-langkah penggunaan Windrose Pro 3 dapat dilihat pada gambar dibawah :

4.3.1 Pengolahan Data Angin Cilacap

Dari data yang telah didapatkan dari NOAA akan dilakukan analisa data dan pengolahan data untuk mendapatkan hasil olah data berupa bentuk *Rosewind*, nilai dari *Crosswind-Headwind-Tailwind* per 10° .

Software Windrose PRO 3 bisa didapatkan dengan cara mendownload dari website resmi (www.WindrosePro3.com) untuk versi *evaluate* atau versi *trial* nya, dan seperti *software trial* lain nya maka software ini hanya bisa digunakan dalam waktu 1 minggu, setelah itu *software* akan kadaluarsa.

Analisa data akan dilakukan menggunakan *Software* Windrose Pro 3 yang akan membantu menghitung besaran Crosswind dan head/tail wind serta membentuk windrose yang akan digunakan. Langkah-langkah pengolahan/analisa data akan di jelaskan pada gambar dibawah :

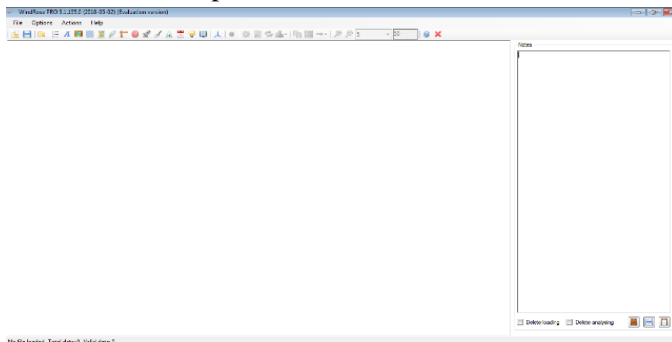


Gambar 4.7 Pembukaan Windrose Pro 3

Ada beberapa langkah-langkah dalam penggunaan Windrose Pro 3 agar data angin dapat diolah dengan tepat, langkah-langkah tersebut akan di jelaskan dalam poin berikut :

1. *Step 1 (Opening)*

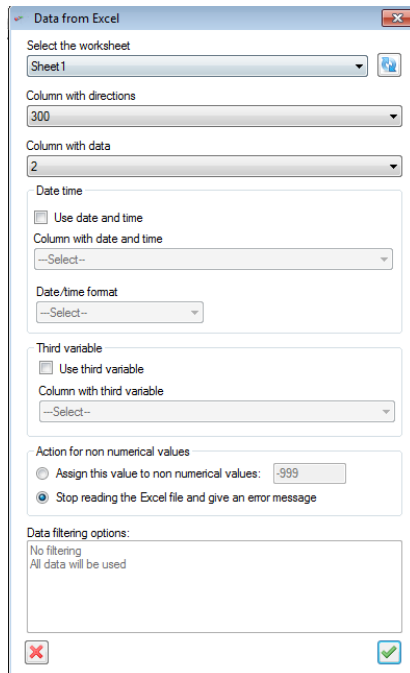
Langkah pertama yang dilakukan setelah membuka software Windrose Pro 3 adalah munculnya laman utama dari software, Laman utama ini berisikan tools untuk mengolah data angin. Berikut adalah tampilan laman utama Windrose Pro 3 :



Gambar 4.8 Laman Utama Windrose Pro 3

2. Step 2 (Load data)

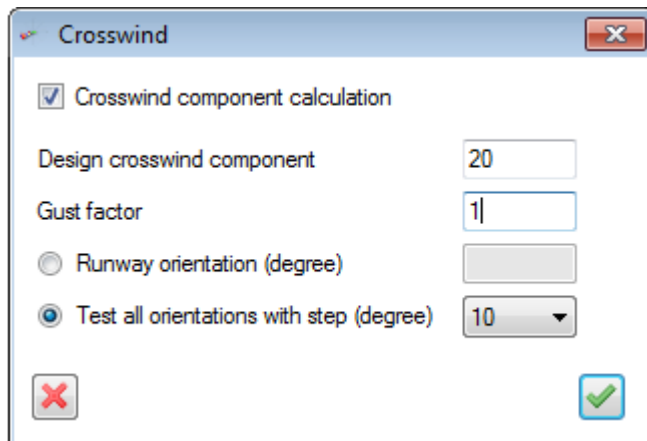
Pada lama utama seperti di gambar 4.8 dapat di klik File – Load data, untuk memuat data yang akan diolah. Setelah memilih data untuk diolah, pengguna akan di arahkan ke kotak dialog untuk mengatur letak cell wind direction dan wind speed. Setelah semua selesai di atur dapat di klik tanda centang di bawah untuk mengakhiri pengaturan. Gambar penjelasan akan dimuat sebagai berikut :



Gambar 4.9 Kotak Dialog Load Data

3. Step 3 (Crosswind Component)

Pada langkah ketiga, pengguna diharapkan untuk mengatur komponen crosswind dengan memberi tanda centang pada crosswind calculation dan mengubah design crosswind menjadi 20 sesuai manual book dari Software Windrose Pro, dan mengatur orientasi runway menjadi setiap 10° , seperti pada gambar dibawah ini :

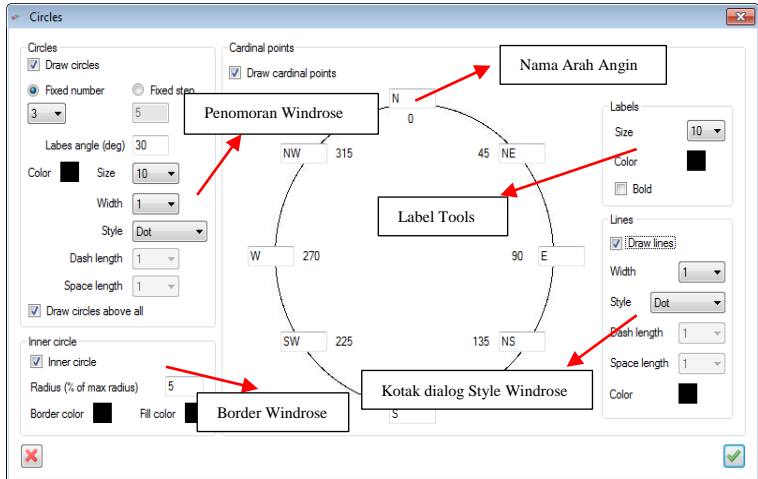


Gambar 4.10 Kotak Dialog Komponen Crosswind

Pada Gambar 4.10, yang dimaksud dengan design crosswind component adalah variabel untuk setiap komponen crosswind yang akan diinput, lalu gust factor adalah jumlah perkalian dari hembusan angin, dan memilih test all orientation degree maka secara otomatis runway orientation akan kosong secara otomatis

4. Step 4 (Circle draws)

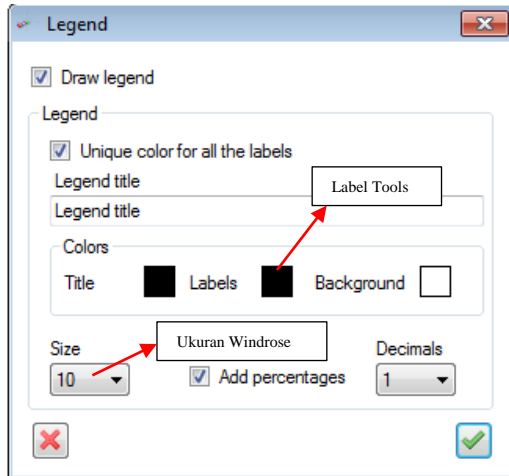
Langkah keempat dari pengolahan data ini adalah menentukan lingkaran mata angin yang akan di buat untuk plot windrose dari data angin yang telah di input sebelumnya, berikut ditampilkan gambar penjelasan :



Gambar 4.11 Kotak Dialog Circle draws

5. Step 5 (Draw legend)

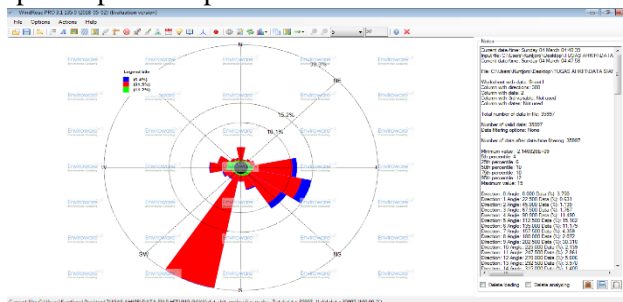
Langkah kelima dari pengolahan data ini adalah menentukan legenda pada plot windrose, legenda ini berfungsi untuk memberikan segala notasi yang diperlukan untuk memperjelas hasil dari perhitungan wind coverage area pada windrose, sehingga windrose yang telah diatur sebelumnya dapat memberikan legenda yang informatif kepada pembaca. Menggambar legenda dapat dengan cara memberi tanda centang pada draw legend lalu centang tools yang diperlukan tidak lupa setiap notasi yang diperlukan juga harus di *input* agar informasi dapat diterima dengan baik seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.12 Kotak Dialog *Circle draws*

6. Step 6 (Action-Analyze-draw-export)

Langkah ke enam adalah setelah semua ter-aturl dengan tepat maka data siap di analisa dengan cara klik action-analyze. Setelah data muncul, dapat dilakukan plot windrose dengan klik draw pada tools action, lalu data yang tercakup dalam perhitungan dapat di export dalam bentuk excel seperti pada gambar dibawah Penjelasan gambar hasil perhitungan akan ditampilkan pada lampiran.:

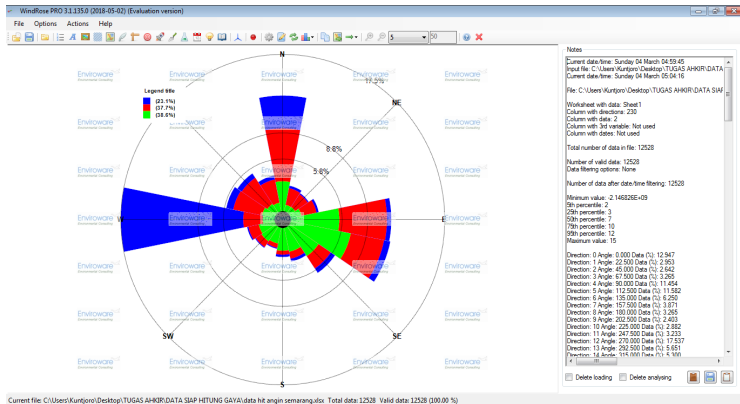


Gambar 4.13 Hasil Plot Windrose bandara Cilacap

4.3.2 Pengolahan Data Angin Semarang

Untuk data angin Kota Semarang didapatkan melalui NOAA. Analisa data akan dilakukan menggunakan *Software* Windrose Pro 3 yang akan membantu menghitung besaran Crosswind dan head/tail wind serta membentuk windrose yang akan digunakan.

Langkah atau proses perhitungan menggunakan Windrose Pro 3 sama seperti yang dilakukan dengan data angin Cilacap pada bab 4.3.1. Output atau hasil hitungan pada data angin Semarang akan ditunjukkan dalam gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil Perhitungan Data Angin Semarang

Penjelasan gambar hasil perhitungan akan ditampilkan pada lampiran. Hasil dari analisa dan perhitungan menggunakan *Software* Windrose Pro 3 ini akan menghasilkan Tabel-tabel hasil perhitungan yang akan ditampilkan pada sub-bab 4.4

4.4 Hasil Analisa Data Angin

Analisa data yang dilakukan terhadap kedua jenis data tersebut menghasilkan beberapa output berupa perhitungan crosswind-headwind-tailwind per 10° serta bentuk windrose, yang mana data tersebut akan diproyeksikan kearah setiap derajat runway. Tabel akan ditampilkan dalam tabel 4.3 dan 4.4 dibawah.

Tabel 4.3 Perhitungan Crosswind Cilacap/ 10°

PERHITUNGAN CROSSWIND/ 10° BANDARA CILACAP		
CROSSWIND		
Runway orientation (degree)	Max crosswind from left (user units)	Max crosswind from right (user units)
0	22	18.35
10	22	20.8
20	21	21.52
30	22	21
40	21	21.52
50	18	20.8
60	21	18
70	22	16.5
80	21	13.22
90	22	10
100	21	13.22
110	22	16.4
120	21	18.35
130	21	20.8
140	21	21.52
150	18	21
160	16	21
170	16	21
180	18	21.52
190	21	21.52
200	22	21
210	21	21
220	22	20.8
230	21	18.35
240	18	20.8
250	16	21.52
260	13	21
270	10	21.52
280	14	20.8
290	16	21.52
300	18	21
310	21	21.52
320	22	20.8
330	21	18.35
340	21	16.4
350	21	16.4

Tabel 4.4 Perhitungan Crosswind Semarang/10°

PERHITUNGAN CROSSWIND/10° BANDARA SEMARANG		
CROSSWIND		
Runway orientation (degree)	Max crosswind from left (user units)	Max crosswind from right (user units)
0	20.83	37.3
10	18.35	21.6
20	16.49	22.6
30	13.22	22.6
40	10	22.6
50	13.22	21.6
60	16.4	20.6
70	18.35	22.2
80	20.8	37.3
90	21.52	23
100	21	10
110	21.52	13.8
120	20.8	16.4
130	18.35	18.3
140	16.5	20.8
150	13.22	21.52
160	10	21
170	23.7	21.52
180	37	20.8
190	21.64	18.3
200	22	16.49
210	23	13.22
220	22	10
230	21	13.2
240	20.6	16.4
250	22.2	18.35
260	17.5	20.8
270	23	21.52
280	10	21
290	13	21.52
300	16	20.8
310	18.3	18.3
320	20.83	16.49
330	21.52	13.22
340	21	10
350	21.52	23.3

Dimana data diatas akan diolah menjadi perhitungan untuk memproyeksikan data angin menjadi data crosswind dan headwind. Untuk menghitung headwind , tailwind dan crosswind suatu angin dari arah tertentu, bisa kita mencarinya. Dengan tujuan untuk koreksi TAS menjadi Groundspeed untuk keperluan flight plan. Rumus untuk memproyeksikan data angin diatas adalah sebagai berikut :

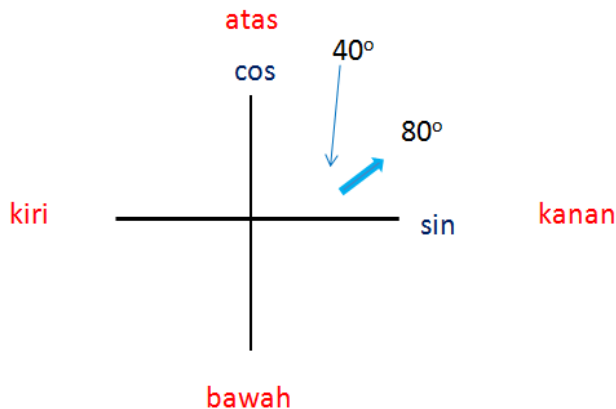
WIND DARI VERTICAL 360-180

$$= \text{Wind speed} \times \cos \left(\frac{\{\text{Wind direction radian} \times 3,14\}}{180} - \frac{\{\text{Aircraft Heading radian} \times 3,14\}}{180} \right)$$

WIND DARI HORIZONTAL 270-90

$$= \text{Wind speed} \times \sin \left(\frac{\{\text{Wind direction radian} \times 3,14\}}{180} - \frac{\{\text{Aircraft Heading radian} \times 3,14\}}{180} \right)$$

Contoh perhitungan :



Contoh kasus : 040/030kt yg berarti arah angin 60 derajat dgn kecepatan 20 knots heading 80 derajat.

wind speed : kecepatan angin

wind direction radian : arah angin

aircraft heading radian : arah heading pesawat

Perhitungan :

HEADWIND/ TAILWIND dari 360-180

$$= 20 \times \cos (\{40 \times 3,14\} / 180 - \{ 80 \times 3,14 \} / 180)$$

$$= 20 \times \cos (0,70 - 1,39)$$

$$= 20 \times \cos (- 0,69)$$

$$= 20 \times 0,999$$

= 19,9 (apabila hasil (+) maka dari atas jika (-) maka dari bawah)

HEADWIND/ TAILWIND dari 270-90

$$= 20 \times \sin (\{40 \times 3,14\} / 180 - \{ 80 \times 3,14 \} / 180)$$

$$= 20 \times \sin (0,70 - 1,39)$$

$$= 20 \times \sin (- 0,69)$$

$$= 20 \times - 0,0120$$

= -0,240 (apabila hasil (+) maka dari kanan jika (-) maka dari kiri)

Contoh perhitungan diatas dilakukan pada setiap data yang berada diatas rata-rata untuk mencari hembusan angin yang paling kuat untuk diproyeksikan menjadi crosswind dan headwind pada setiap 10° arah runway sehingga akan terdapat 36 hasil hitung berdasar arah runway, hasil perhitungan akan ditampilkan pada tabel 4.5 dan tabel 4.6.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Data Above Average Cilacap

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA UPPER AVERAGE BANDARA CILCAP 10°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	23.3826859	300	40	27	13.5	300	40	27	-23.3827	
1200	20	28	27.57461708	1200	20	28	4.862148975	1200	20	28	-27.5746	
0	20	21	20.68096281	0	20	21	3.646611731	0	20	21	-20.681	
1800	20	29	28.55942484	1800	20	29	5.035797152	1800	20	29	-28.5594	
900	240	27	-17.35526546	900	240	27	-20.68319996	900	240	27	17.35527	
1500	20	31	30.52904034	1500	20	31	5.383093508	1500	20	31	-30.529	
1800	110	21	-3.646611731	1800	110	21	20.68096281	1800	110	21	3.646612	
0	20	35	34.46827136	0	20	35	6.077686218	0	20	35	-34.4683	
900	250	26	-13	900	250	26	-22.5166605	900	250	26	13	
300	110	26	-4.514852619	300	110	26	25.60500158	300	110	26	4.514853	
1800	60	24	15.42690263	1800	60	24	18.38506663	1800	60	24	-15.4269	
1200	120	26	-8.892523726	1200	120	26	24.43200814	1200	120	26	8.892524	

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Data Above Average Semarang

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA UPPER AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 10°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
23	300	23	7.8665	23	300	23	-21.61293028	23	300	23	-7.8665	
16	240	28	-17.9981	16	240	28	-21.44924441	16	240	28	17.9981	
21	200	25	-24.6202	21	200	25	-4.34120442	21	200	25	24.6202	
15	120	24	-8.2085	15	120	24	22.5526229	15	120	24	8.2085	
21	90	24	4.1676	21	90	24	23.63538607	21	90	24	-4.1676	
19	350	22	20.6732	19	350	22	-7.524443153	19	350	22	-20.6732	
22	180	29	-28.5594	22	180	29	5.035797152	22	180	29	28.5594	
19	60	28	17.9981	19	60	28	21.44924441	19	60	28	-17.9981	
22	110	25	-4.3412	22	110	25	24.62019383	22	110	25	4.3412	
15	120	22	-7.5244	15	120	22	20.67323766	15	120	22	7.5244	
21	160	28	-24.2487	21	160	28	14	21	160	28	24.2487	

Dari hasil analisa perhitungan data angin diatas akan dikelompokan berdasarkan jam operasional dan batas *crosswind* yang mampu diterima pesawat yang sedang beroperasi di bandara tersebut.

Hal ini dilakukan untuk menganalisa *utilisasi runway* apakah dengan adanya perubahan arah runway setiap 10° akan mengubah *utilisasi runway* tersebut yang dimana menurut ICAO *utilisasi runway* harus memenuhi 95% dari operasi *runway*.

Waktu yang tidak termasuk operasi bandara akan diberi tanda merah pada *cell* untuk memudahkan menggolongkan data tersebut. Batas *crosswind* yang diizinkan adalah tergantung dari

pesawat apa yang beroperasi pada bandara tersebut. Dimana pesawat yang beroperasi akan di cari menggunakan kelas bandara tersebut dan *Website* Angkasa Pura maupun bandara itu sendiri.

4.5 Analisa Akibat Perubahan Arah Runway

Perubahan arah runway terhadap data angin akan menimbulkan beberapa akibat, diantaranya membahayakan penerbangan karena adanya crosswind yang diluar batas tahan pesawat maupun dari berkurangnya utilisasi runway tersebut karena ada beberapa jam yang dimana angin menimbulkan crosswind sehingga jadwal penerbangan menjadi terganggu.

Persyaratan ICAO, pesawat dapat mendarat atau lepas landas pada sebuah lapangan terbang pada 95% dari waktu operasional runway dengan komponen crosswind tidak melebihi :

- 20 knots dengan ARFL \geq 1500 m
- 13 knots dengan ARFL antara 1200 m – 1499 m
- 10 knots dengan ARFL $<$ 1200 m

Dimana batas crosswind juga dipengaruhi dari pesawat yang beroperasi pada bandara tersebut, dan jenis pesawat pada kedua bandara yang di analisa merupakan jenis pesawat yang beroperasi pada bandara kelas “E hingga 1B” yaitu mulai dari TurboProp, Twin Oter, Skyvan, Cassa hingga Boeing 737-300.

4.5.1 Analisa Runway Bandara Cilacap

Bandara Tunggul Wulung Cilacap mempunyai ARFL (Aeroplane Reference Field Length (ARFL) sebesar 2500m (*sumber : Wikipedia 2006*) dimana batas Crosswind untuk bandara tersebut adalah 20 knots. Dimana data kecepatan angin Crosswind yang melebihi 20 knots pada hasil perhitungan ini berjumlah 181 data. Hal tersebut mengakibatkan penurunan utilisasi runway. Contoh hasil

perhitungan utilisasi runway yang didapatkan dari Windrose Pro 3 ada seperti tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Utilisasi Runway Bandara Cilacap Pada Setiap Arah

Runway orientation (degree)	Wind coverage (%)
0	99.9555185
10	99.95277384
20	99.96110787
30	99.96666389
40	99.96110787
50	99.96388588
60	99.97221991
70	99.96388588
80	99.96388588
90	99.95277384
100	99.94999583
110	99.94999583
120	99.95277384
130	99.94166181
140	99.94721782
150	99.94166181
160	99.95277384
170	99.96110787
180	99.9555185
190	99.95277384
200	99.96110787
210	99.96666389
220	99.96110787
230	99.96388588
240	99.97221991
250	99.96388588
260	99.96388588
270	99.95277384
280	99.94999583
290	99.94999583
300	99.95277384
310	99.94166181
320	99.94721782
330	99.94166181
340	99.95277384
350	99.96110787

Penurunan utilisasi sebesar 2.38% , angka tersebut didapatkan dari mencari perbandingan dari jumlah data yang ditemukan melebihi batas dengan total data above average, sehingga menurunkan utilisasi dari runway tersebut menjadi $99.9\% - 2.38\% = 97.52\%$

4.5.2 Analisa Runway Bandara Semarang

Bandara Ahmad Yani Semarang pun mempunyai ARFL sepanjang 2680m (*sumber: Wikipedia 2008*) dimana batas crosswind untuk bandara tersebut adalah 20knots. Dimana data kecepatan angin Crosswind yang melebihi 20 knots pada hasil perhitungan ini berjumlah 73 data. Hal tersebut mengakibatkan penurunan utilisasi runway.

Dimana data kecepatan angin Crosswind yang melebihi 20 knots pada hasil perhitungan ini berjumlah 191 data. Hal tersebut mengakibatkan penurunan utilisasi runway.

Contoh hasil perhitungan utilisasi runway yang didapatkan dari Windrose Pro 3 ada seperti tabel 4.8.

Penurunan utilisasi sebesar 2.5% angka tersebut didapatkan dari mencari perbandingan dari jumlah data yang ditemukan melebihi batas dengan total data above average, sehingga menurunkan utilisasi dari runway tersebut. Sehingga menurunkan utilisasi dari runway tersebut menjadi $99.9\% - 2.50\% = 97.4\%$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Utilisasi Runway Bandara Semarang Pada Setiap Arah

Runway orientation (degree)	Wind coverage (%)
0	99.9600894
10	99.96807152
20	99.94412516
30	99.94412516
40	99.94412516
50	99.95210728
60	99.95210728
70	99.93614304
80	99.90421456
90	99.90421456
100	99.91219668
110	99.9201788
120	99.92816092
130	99.92816092
140	99.93614304
150	99.9600894
160	99.98403576
170	99.98403576
180	99.9600894
190	99.96807152
200	99.94412516
210	99.94412516
220	99.94412516
230	99.95210728
240	99.95210728
250	99.93614304
260	99.90421456
270	99.90421456
280	99.91219668
290	99.9201788
300	99.92816092
310	99.92816092
320	99.93614304
330	99.9600894
340	99.98403576
350	99.98403576

BAB 5

DAMPAK RESIKO KETIDAKSESUAIAN ARAH RUNWAY

5.1 Gambaran Umum

Dampak resiko atas ketidaksesuaian arah runway rencana dengan arah angin akan mengakibatkan beberapa imbas pada berbagai sektor, antara lain dari keselamatan penumpang maskapai terkait, penurunan utilisasi runway, serta berkurangnya jam operasional dari runway tersebut.

5.2 Dampak Angin Terhadap Keselamatan Penerbangan

Bahaya dari adanya angin yang berhembus dari arah yang kurang tepat dengan kecepatan yang melebihi batas ketahanan dari pesawat akan mengakibatkan kegagalan saat pesawat hendak mendarat atau lepas landas. Dimana angin tersebut adalah Crosswind, Headwind, serta Tailwind. Pembahasan tentang jenis angin tersebut akan dijelaskan pada sub-bab dibawah :

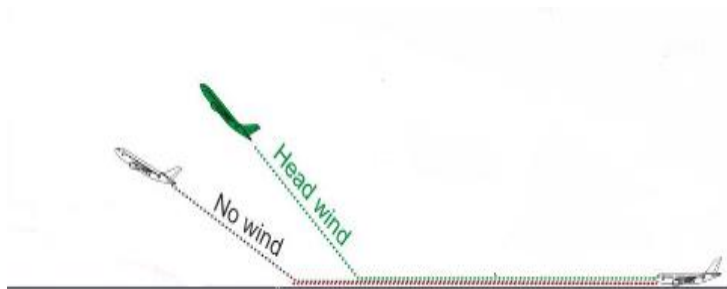
5.2.1 Dampak Dari Headwind

Pada saat take off dan landing, angin dimanfaatkan untuk menambah gesekan dengan badan pesawat. Angin ini berhembus dari muka pesawat atau dinamakan headwind. Pada saat take off, headwind berfungsi untuk menambah gesekan angin dengan sayap pesawat. Saat gesekan ini besar, maka akan meningkatkan gaya angkat pesawat yang akan memudahkan pesawat untuk lepas landas. Hal ini sangat diharapkan oleh para pilot agar sebelum pesawat mencapai ujung landasan, pesawat sudah mengudara dan menghindarkan dari kecelakaan.

Pada saat landing, headwind akan menambah gesekan dengan badan pesawat yang membuat pesawat akan berhenti

sebelum runway mencapai ujung yang akan menghindarkan pesawat dari kecelakaan akibat tergelincir di ujung landasan.

Dampak dari Headwind yang terlalu besar melebihi batas adalah semakin pendek nya jarak lepas landas dan kecilnya groundspeed pada pesawat. Simulasi dapat dilihat pada gambar dibawah :

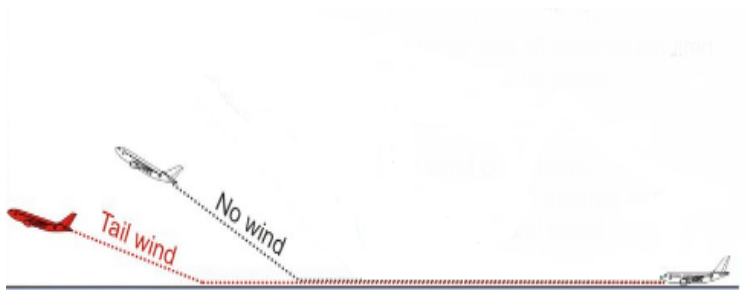


Gambar 5.1 Perumpamaan Headwind
(Sumber : IVAO, 2015)

5.2.2 Dampak Dari Tailwind

Di sisi lain terdapat angin yang berhembus dari ekor pesawat. Angin ini dinamakan tailwind. Tailwind ini patut dihindari oleh pilot karena tailwind berkebalikan dengan headwind. Saat pesawat akan take off, tailwind akan mengurangi gesekan angin dengan sayap pesawat yang beresiko membuat pesawat kehilangan gaya angkatnya yang beresiko membuat pesawat belum mengudara saat landasan berakhir. Begitu pula saat landing, tailwind akan mengurangi gesekan angin dengan badan pesawat yang beresiko pesawat akan tergelincir keluar hingga ujung landasan.

Dampak dari adanya Tailwind adalah semakin besarnya groundspeed pada pesawat serta semakin panjangnya jarak lepas landas bagi pesawat dimana hal tersebut jika tidak diantisipasi dengan baik akan membahayakan penerbangan. Perumpamaan dari akibat Tailwind akan ditunjukkan pada gambar 5.2.



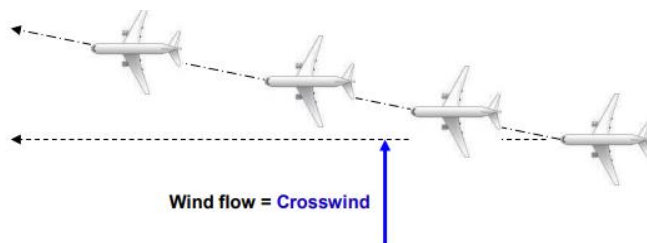
Gambar 5.2 Perumpamaan Tailwind
(Sumber : IVAO, 2015)

5.2.3 Dampak Dari Crosswind

Crosswind dapat mengakibatkan pesawat tergelincir ke samping runway. Jika crosswind ini cukup kuat dan terjadi dengan tiba-tiba, bukan tidak mungkin pesawat akan oleng sehingga sayap pesawat akan patah dan mengakibatkan kecelakaan yang lebih besar.

Crosswind tidak selalu berhembus dari samping secara tegak lurus. Crosswind dapat juga berhembus dari sisi depan-samping terhadap arah haluan pesawat.

Dampak dari crosswind ini adalah bergesernya arah lepas landas serta jika kecepatan crosswind melebihi batas dari yang mampu diterima pesawat tersebut akan mengalami kondisi crosswind takeoff failure dimana kondisi tersebut mampu membalik kan badan pesawat ataupun membuat pesawat tergelincir. Seperti pada kasus kecelakaan pesawat di bandara internasional Lombok (03/02/2015) kini pesawat jenis ATR72-600 PK-GAG milik PT.Garuda Indonesia dikabarkan tergelincir pada saat landing menurut saksi mata pesawat tersebut swing ke kanan keluar runway di pertengahan jalur runway 13, penyebab kecelakaan tersebut diakibatkan karena ban pesawat pecah saat mendarat, tapi penyebab pesawat swing ke kanan keluar jalur runway mungkin dapat dikaitkan dengan adanya Cross Wind disekitar bandara yang mencapai 15 knots dan jarak pandang hanya 10km. Perumpamaan crosswind akan ditampilkan pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Perumpamaan Crosswind
(Sumber : IVAO, 2015)

5.3 Dampak Terhadap Jam Operasional Runway

5.3.1 Dampak Angin Terhadap Jam Operasional Runway Bandara Cilacap

Adapun dampak angin yang berhembus terhadap jam operasional runway adalah dengan adanya hembusan angin

yang terlalu besar maka ada saat dimana ketika angin berhembus saat jam operasional, pada saat itu pula runway tersebut tidak bisa beroperasi. Seperti pada contoh yang ditunjukkan dalam tabel 5.1 dan 5.2.

Tabel 5.1 Hubungan Runway Dengan Jam Operasional Bandara Cilacap

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA UPPER AVERAGE BANDARA CILACAP 80°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	20.68319996	300	40	27	-17.35526546	300	40	27	-20.6832	
1200	20	28	14	1200	20	28	-24.24871131	1200	20	28	-14	
0	20	21	10.5	0	20	21	-18.18653348	0	20	21	-10.5	
1800	20	29	14.5	1800	20	29	-25.11473671	1800	20	29	-14.5	
900	240	27	-25.37170076	900	240	27	9.23454387	900	240	27	25.3717	
1500	20	31	15.5	1500	20	31	-26.84678752	1500	20	31	-15.5	
1800	110	21	18.18653348	1800	110	21	10.5	1800	110	21	-18.1865	
0	20	35	17.5	0	20	35	-30.31088913	0	20	35	-17.5	
900	250	26	-25.60500158	900	250	26	4.514852619	900	250	26	25.605	
300	110	26	22.5166605	300	110	26	13	300	110	26	-22.5167	
1800	60	24	22.5526229	1800	60	24	-8.20848344	1800	60	24	-22.5526	
1200	120	26	19.91715552	1200	120	26	16.71247785	1200	120	26	-19.9172	

Di tabel tersebut terdapat kolom yang diblok merah, blok merah tersebut menunjukkan jam yang diluar jam operasional. Dimana jam operasional runway bandara cilacap adalah mulai dari jam 07.00 s/d 14.30. dan ada pula kolom yang di blok kuning, blok kuning tersebut menunjukkan kecepatan angin yang melebihi batas. Sehingga jam 12 (*Crosswind* 24.2knots pada arah runway 80° dan arah angin 20° tidak memungkinkan runway tersebut beroperasi.

Berbeda jika dengan arah runway lain yang dimisalkan dengan arah 280°. Terdapat 2 kolom kuning dimana kolom tersebut menunjukkan kecepatan angin berlebih, sehingga jam 12 dengan besar *crosswind* 28knots dengan arah angin 20° tidak memungkinkan runway beroperasi. Tabel tersebut akan ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hubungan Runway Dengan Jam Operasional Bandara Cilacap

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA UPPER AVERAGE BANDARA CILACAP 280°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-9.23454387	300	40	27	25.37170076	300	40	27	9.234544
1200	20	28	27.38813282	1200	20	28	28	1200	20	28	-27.3881
0	20	21	20.54109962	0	20	21	21	0	20	21	-20.5411
1800	20	29	28.36628042	1800	20	29	29	1800	20	29	-28.3663
900	240	27	-16.62285983	900	240	27	-20.68319996	900	240	27	16.62286
1500	20	31	30.32257562	1500	20	31	31	1500	20	31	-30.3226
1800	110	21	-4.366145507	1800	110	21	-2.57281E-15	1800	110	21	4.366146
0	20	35	34.23516603	0	20	35	35	0	20	35	-34.2352
900	250	26	-12.20626063	900	250	26	-16.71247785	900	250	26	12.20626
300	110	26	-5.405703961	300	110	26	-3.18539E-15	300	110	26	5.405704
1800	60	24	14.77587541	1800	60	24	18.38506663	1800	60	24	-14.7759
1200	120	26	-9.739771429	1200	120	26	-4.514852619	1200	120	26	9.739771

5.3.2 Dampak Angin Terhadap Jam Operasional Runway Bandara Semarang

Adapun dampak angin yang berhembus terhadap jam operasional runway adalah dengan adanya hembusan angin yang terlalu besar maka ada saat dimana ketika angin berhembus saat jam operasional, pada saat itu pula runway tersebut tidak bisa beroperasi.

Angin menjadi salah satu faktor penting yang menentukan utilisasi suatu runway bandara, dimana jika ada hembusan angin yang melebihi dari batas yang telah ditetapkan ICAO.

Maka dari itu perlu adanya analisa yang mengaitkan jam operasional, kuat dan arah hembusan angin serta waktu hembusan pada satu tabel disetiap arah-nya. Seperti pada contoh yang ditunjukkan dalam tabel 5.3 dan 5.4.

Tabel 5.3 Hubungan Utilisasi Runway Dengan Jam Operasional Bandara Semarang

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA UPPER AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 130°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-22.6506	23	300	23	3.993908086	23	300	23	22.6506
16	240	28	-9.5766	16	240	28	26.31139338	16	240	28	9.5766
21	200	25	8.5505	21	200	25	23.49231552	21	200	25	-8.5505
15	120	24	23.6354	15	120	24	-4.167556264	15	120	24	-23.6354
21	90	24	18.3851	21	90	24	-15.42690263	21	90	24	-18.3851
19	350	22	-16.8530	19	350	22	-14.14132741	19	350	22	16.8530
22	180	29	18.6408	22	180	29	22.21528885	22	180	29	-18.6408
19	60	28	9.5766	19	60	28	-26.31139338	19	60	28	-9.5766
22	110	25	23.4923	22	110	25	-8.550503583	22	110	25	-23.4923
15	120	22	21.6658	15	120	22	-3.820259909	15	120	22	-21.6658
21	160	28	24.2487	21	160	28	14	21	160	28	-24.2487

Di tabel tersebut terdapat kolom yang diblok merah, blok merah tersebut menunjukkan jam yang diluar jam operasional. Dimana jam operasional runway bandara cilacap adalah mulai dari jam 05.00 s/d 21.00. dan adapula kolom yang di blok kuning, blok tersebut menunjukkan kecepatan angin yang melebihi batas. Sehingga jam 16 dan 21 pada arah runway 130° tidak memungkinkan runway tersebut beroperasi. Berbeda jika dengan arah runway lain yang dimisalkan dengan arah 310°. Terdapat 2 kolom kuning dimana kolom tersebut menunjukkan kecepatan angin berlebih. Tabel tersebut akan ditunjukkan pada tabel 5.4

Hasil analisa pada kedua bandara tersebut menunjukkan adanya penurunan utilisasi runway dimana hasil tersebut didapatkan dengan cara mencari perbandingan dari jumlah data yang ditemukan melebihi batas dengan total data above average

Tabel 5.4 Hubungan Utilisasi Runway Dengan Jam Operasional Bandara Semarang

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA UPPER AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 310°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
23	300	23	22.6506	23	300	23	-3.993908086	23	300	23	-22.6506	
16	240	28	9.5766	16	240	28	-26.31139338	16	240	28	-9.5766	
21	200	25	-8.5505	21	200	25	-23.49231552	21	200	25	8.5505	
15	120	24	-23.6354	15	120	24	4.167556264	15	120	24	23.6354	
21	90	24	-18.3851	21	90	24	15.42690263	21	90	24	18.3851	
19	350	22	16.8530	19	350	22	14.14132741	19	350	22	-16.8530	
22	180	29	-18.6408	22	180	29	-22.21528885	22	180	29	18.6408	
19	60	28	-9.5766	19	60	28	26.31139338	19	60	28	9.5766	
22	110	25	-23.4923	22	110	25	8.550503583	22	110	25	23.4923	
15	120	22	-21.6658	15	120	22	3.820259909	15	120	22	21.6658	
21	160	28	-24.2487	21	160	28	-14	21	160	28	24.2487	

5.4 Dampak Terhadap Utilisasi Runway

Arah runway yang tidak sesuai dengan arah angin akan menurunkan utilisasi runway tersebut karena arah angin yang berhembus pada runway tersebut tidak sesuai. Hal ini disebabkan oleh kecepatan angin yang melebihi batas dan dengan arah yang tidak sesuai dengan arah rencana runway menyebabkan kan crosswind-headwind-tailwind sehingga pada saat waktu angin berhembus runway tersebut tidak bisa beroperasi.

Rata-rata penurunan utilisasi runway dengan data angin yang ada berada di angka kurang lebih 2.5% seperti yang ditunjukkan pada sub-bab 4.5.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan dalam Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Prosentase besar pengaruh data angin baru terhadap orientasi runway menurun sebesar 2,5% yang didapat dari mencari perbandingan dari jumlah data yang ditemukan melebihi batas dengan total data above average.
2. Besar crosswind yang diterima oleh pesawat rencana di *runway* suatu bandara setelah menggunakan data angin baru pada setiap arah runway bervariasi namun lebih cenderung melebihi batas dari ARFL yang terdapat di ICAO yaitu sekitar 20knots lebih.

6.2 Saran

Adapun saran untuk analisa utilisasi sisi udara suatu bandara apabila data angin baru tidak sesuai terhadap data arah angin rencana adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih rinci terhadap perencanaan arah runway terhadap data angin yang ada.
2. Hasil perhitungan akan besarnya angin pada setiap 10° arah runway masih dapat diproyeksikan secara detail ke badan pesawat untuk mengetahui gaya yang diterima pesawat.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

1. International Civil Aviation Organization. 2004. **Annex 14 Volume I Aerodrome Design and Operations.**
2. Horonjeff, Robert dan McKelvey, Francis X. 2010. **Planning and Design of Airport.** Fifth Edition. New York: Penerbit Mc Graw Hill.
3. Rahman, Adhyaksa Adha. 2017. *Tugas Akhir*
4. Azhari Andri Wicaksono. 2017. *Tugas Akhir*
5. ICAO, 2011. **Aerodrome Meteorological Observation And Forecast Study Group.** Ninth Meeting, 26 to 30 September 2011. Montreal. Canada. 2011.
6. International Virtual Aviation Organization. 2015. **Headwind and Crosswind calculation.**

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN

Tabel 1. Hasil Analisa Perhitungan Crosswind Bandara Cilacap/10°.

PERHITUNGAN CROSSWIND/10° BANDARA CILACAP		
CROSSWIND		
Runway orientation (degree)	Max crosswind from left (user units)	Max crosswind from right (user units)
0	22	18.35
10	22	20.8
20	21	21.52
30	22	21
40	21	21.52
50	18	20.8
60	21	18
70	22	16.5
80	21	13.22
90	22	10
100	21	13.22
110	22	16.4
120	21	18.35
130	21	20.8
140	21	21.52
150	18	21
160	16	21
170	16	21
180	18	21.52
190	21	21.52
200	22	21
210	21	21
220	22	20.8
230	21	18.35
240	18	20.8
250	16	21.52
260	13	21
270	10	21.52
280	14	20.8
290	16	21.52
300	18	21
310	21	21.52
320	22	20.8
330	21	18.35
340	21	16.4
350	21	16.4

Tabel 2. Hasil Analisa Perhitungan Headwin/Tailwind Bandara Cilacap/10°.

PERHITUNGAN HEADWIND-TAILWIND/10° BANDARA CILACAP		
Runway orientation (degree)	Max headwind (user units)	Max tailwind (user units)
0	10	21.52
10	13.22	20.8
20	16.49	21.52
30	18.35	21
40	20.8	21.52
50	21.52	20.8
60	21	18.35
70	21	16.49
80	21	16.49
90	21.52	18.35
100	21.52	20.8
110	21	21.52
120	21.52	21
130	20.8	21.52
140	18.3	20.83
150	20.8	18.35
160	21.52	16.49
170	21	13.22
180	21.52	10
190	20.83	13.22
200	21.52	16.49
210	21	18.3
220	21.52	20.8
230	20.8	21.52
240	18.3	21
250	16.49	21
260	16	21
270	18.3	21.52
280	20.8	21.52
290	21.52	21
300	21	21.52
310	21.52	20.8
320	20.8	18.3
330	18.3	20.8
340	16.49	21.52
350	13.22	21

Tabel 3. Hasil Analisa Perhitungan Crosswind Bandara Semarang/10°.

PERHITUNGAN CROSSWIND/10° BANDARA SEMARANG		
CROSSWIND		
Runway orientation (degree)	Max crosswind from left (user units)	Max crosswind from right (user units)
0	20.83	37.3
10	18.35	21.6
20	16.49	22.6
30	13.22	22.6
40	10	22.6
50	13.22	21.6
60	16.4	20.6
70	18.35	22.2
80	20.8	37.3
90	21.52	23
100	21	10
110	21.52	13.8
120	20.8	16.4
130	18.35	18.3
140	16.5	20.8
150	13.22	21.52
160	10	21
170	23.7	21.52
180	37	20.8
190	21.64	18.3
200	22	16.49
210	23	13.22
220	22	10
230	21	13.2
240	20.6	16.4
250	22.2	18.35
260	17.5	20.8
270	23	21.52
280	10	21
290	13	21.52
300	16	20.8
310	18.3	18.3
320	20.83	16.49
330	21.52	13.22
340	21	10
350	21.52	23.3

Tabel 4. Hasil Analisa Perhitungan Headwind/Tailwind Bandara Semarang/10°

PERHITUNGAN HEADWIND-TAILWIND/10° BANDARA CILACAP		
Runway orientation (degree)	Max headwind (user units)	Max tailwind (user units)
0	10	21.52
10	13.22	20.8
20	16.49	21.52
30	18.35	21
40	20.8	21.52
50	21.52	20.8
60	21	18.35
70	21	16.49
80	21	16.49
90	21.52	18.35
100	21.52	20.8
110	21	21.52
120	21.52	21
130	20.8	21.52
140	18.3	20.83
150	20.8	18.35
160	21.52	16.49
170	21	13.22
180	21.52	10
190	20.83	13.22
200	21.52	16.49
210	21	18.3
220	21.52	20.8
230	20.8	21.52
240	18.3	21
250	16.49	21
260	16	21
270	18.3	21.52
280	20.8	21.52
290	21.52	21
300	21	21.52
310	21.52	20.8
320	20.8	18.3
330	18.3	20.8
340	16.49	21.52
350	13.22	21

Tabel 5. Hasil Analisa Perhitungan Crosswind-Headwind-

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 10°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	23.3826859	300	40	27	13.5	300	40	27	-23.38269	
1200	20	28	27.5746171	1200	20	28	4.862148975	1200	20	28	-27.57462	
0	20	21	20.6809628	0	20	21	3.646611731	0	20	21	-20.68096	
1800	20	29	28.5594248	1800	20	29	5.035797152	1800	20	29	-28.55942	
900	240	27	-17.355265	900	240	27	-20.6832	900	240	27	17.35527	
1500	20	31	30.5290403	1500	20	31	5.383093508	1500	20	31	-30.52904	
1800	110	21	-3.6466117	1800	110	21	20.68096281	1800	110	21	3.646612	
0	20	35	34.4682714	0	20	35	6.077686218	0	20	35	-34.46827	
900	250	26	-13	900	250	26	-22.5166605	900	250	26	13	
300	110	26	-4.5148526	300	110	26	25.60500158	300	110	26	4.514853	
1800	60	24	15.4269026	1800	60	24	18.38506663	1800	60	24	-15.4269	
1200	120	26	-8.8925237	1200	120	26	24.43200814	1200	120	26	8.892524	

Tailwind Bandara Cilacap/10°.

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 20°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	25.3717008	300	40	27	9.23454387	300	40	27	-25.3717	
1200	20	28	28	1200	20	28	0	1200	20	28	-28	
0	20	21	21	0	20	21	0	0	20	21	-21	
1800	20	29	29	1800	20	29	0	1800	20	29	-29	
900	240	27	-20.6832	900	240	27	-17.3552655	900	240	27	20.6832	
1500	20	31	31	1500	20	31	0	1500	20	31	-31	
1800	110	21	1.2864E-15	1800	110	21	21	1800	110	21	-1.29E-15	
0	20	35	35	0	20	35	0	0	20	35	-35	
900	250	26	-16.712478	900	250	26	-19.9171555	900	250	26	16.71248	
300	110	26	1.5927E-15	300	110	26	26	300	110	26	-1.59E-15	
1800	60	24	18.38506666	1800	60	24	15.42690263	1800	60	24	-18.38507	
1200	120	26	-4.5148526	1200	120	26	25.60500158	1200	120	26	4.514853	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 30°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	26.5898093	300	40	27	4.688500797	300	40	27	-26.58981	
1200	20	28	27.5746171	1200	20	28	-4.86214897	1200	20	28	-27.57462	
0	20	21	20.6809628	0	20	21	-3.64661173	0	20	21	-20.68096	
1800	20	29	28.5594248	1800	20	29	-5.03579715	1800	20	29	-28.55942	
900	240	27	-23.382686	900	240	27	-13.5	900	240	27	23.38269	
1500	20	31	30.5290403	1500	20	31	-5.38309351	1500	20	31	-30.52904	
1800	110	21	3.64661173	1800	110	21	20.68096281	1800	110	21	-3.646612	
0	20	35	34.4682714	0	20	35	-6.077686218	0	20	35	-34.46827	
900	250	26	-19.917156	900	250	26	-16.7124779	900	250	26	19.91716	
300	110	26	4.51485262	300	110	26	25.60500158	300	110	26	-4.514853	
1800	60	24	20.7846097	1800	60	24	12	1800	60	24	-20.78461	
1200	120	26	1.5927E-15	1200	120	26	26	1200	120	26	-1.59E-15	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 40°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	27	300	40	27	0	300	40	27	-27	
1200	20	28	26.3113934	1200	20	28	-9.57656401	1200	20	28	-26.31139	
0	20	21	19.733545	0	20	21	-7.18242301	0	20	21	-19.73355	
1800	20	29	27.251086	1800	20	29	-9.91858416	1800	20	29	-27.25109	
900	240	27	-25.371701	900	240	27	-9.23454387	900	240	27	25.3717	
1500	20	31	29.1304712	1500	20	31	-10.6026244	1500	20	31	-29.13047	
1800	110	21	7.18242301	1800	110	21	19.73354504	1800	110	21	-7.182423	
0	20	35	32.8892417	0	20	35	-11.970705	0	20	35	-32.88924	
900	250	26	-22.51666	900	250	26	-13	900	250	26	22.51666	
300	110	26	8.89252373	300	110	26	24.43200814	300	110	26	-8.892524	
1800	60	24	22.5526229	1800	60	24	8.20848344	1800	60	24	-22.55262	
1200	120	26	4.51485262	1200	120	26	25.60500158	1200	120	26	-4.514853	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 50°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	26.5898093	300	40	27	-4.6885008	300	40	27	-26.58981	
1200	20	28	24.2487113	1200	20	28	-14	1200	20	28	-24.24871	
0	20	21	18.1865335	0	20	21	-10.5	0	20	21	-18.18653	
1800	20	29	25.1147367	1800	20	29	-14.5	1800	20	29	-25.11474	
900	240	27	-26.589809	900	240	27	-4.6885008	900	240	27	26.58981	
1500	20	31	26.8467875	1500	20	31	-15.5	1500	20	31	-26.84679	
1800	110	21	10.5	1800	110	21	18.18653348	1800	110	21	-10.5	
0	20	35	30.3108891	0	20	35	-17.5	0	20	35	-30.31089	
900	250	26	-24.432008	900	250	26	-8.89252373	900	250	26	24.43201	
300	110	26	13	300	110	26	22.5166605	300	110	26	-13	
1800	60	24	23.6353861	1800	60	24	4.167556264	1800	60	24	-23.63539	
1200	120	26	8.89252373	1200	120	26	24.43200814	1200	120	26	-8.892524	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 60°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	25.3717008	300	40	27	-9.23454387	300	40	27	-25.3717	
1200	20	28	21.4492444	1200	20	28	-17.9980531	1200	20	28	-21.44924	
0	20	21	16.0869333	0	20	21	-13.4985398	0	20	21	-16.08693	
1800	20	29	22.2152889	1800	20	29	-18.6408407	1800	20	29	-22.21529	
900	240	27	-27	900	240	27	3.3079E-15	900	240	27	27	
1500	20	31	23.7473777	1500	20	31	-19.9264159	1500	20	31	-23.74738	
1800	110	21	13.4985398	1800	110	21	16.08693331	1800	110	21	-13.49854	
0	20	35	26.8115555	0	20	35	-22.4975663	0	20	35	-26.81156	
900	250	26	-25.605002	900	250	26	-4.51485262	900	250	26	25.605	
300	110	26	16.7124779	300	110	26	19.91715552	300	110	26	-16.71248	
1800	60	24	24	1800	60	24	0	1800	60	24	-24	
1200	120	26	13	1200	120	26	22.5166605	1200	120	26	-13	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 70°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	23.3826859	300	40	27	-13.5	300	40	27	-23.3826859	
1200	20	28	17.99805307	1200	20	28	-21.44924441	1200	20	28	-17.99805307	
0	20	21	13.4985398	0	20	21	-16.08693331	0	20	21	-13.4985398	
1800	20	29	18.64084068	1800	20	29	-22.21528885	1800	20	29	-18.64084068	
900	240	27	-26.58980933	900	240	27	4.688500797	900	240	27	26.58980933	
1500	20	31	19.9264159	1500	20	31	-23.74737774	1500	20	31	-19.9264159	
1800	110	21	16.08693331	1800	110	21	13.4985398	1800	110	21	-16.08693331	
0	20	35	22.49756634	0	20	35	-26.81155551	0	20	35	-22.49756634	
900	250	26	-26	900	250	26	3.18539E-15	900	250	26	26	
300	110	26	19.91715552	300	110	26	16.71247785	300	110	26	-19.91715552	
1800	60	24	23.63538607	1800	60	24	-4.167556264	1800	60	24	-23.63538607	
1200	120	26	16.71247785	1200	120	26	19.91715552	1200	120	26	-16.71247785	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 80°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	20.68319996	300	40	27	-17.35526546	300	40	27	-20.68319996	
1200	20	28	14	1200	20	28	-24.24871131	1200	20	28	-14	
0	20	21	10.5	0	20	21	-18.18653348	0	20	21	-10.5	
1800	20	29	14.5	1800	20	29	-25.11473671	1800	20	29	-14.5	
900	240	27	-25.37170076	900	240	27	9.23454387	900	240	27	25.37170076	
1500	20	31	15.5	1500	20	31	-26.84678752	1500	20	31	-15.5	
1800	110	21	18.18653348	1800	110	21	10.5	1800	110	21	-18.18653348	
0	20	35	17.5	0	20	35	-30.31088913	0	20	35	-17.5	
900	250	26	-25.60500158	900	250	26	4.514852619	900	250	26	25.60500158	
300	110	26	22.5166605	300	110	26	13	300	110	26	-22.5166605	
1800	60	24	22.5526229	1800	60	24	-8.20848344	1800	60	24	-22.5526229	
1200	120	26	19.91715552	1200	120	26	16.71247785	1200	120	26	-19.91715552	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 90°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	17.35526546	300	40	27	-20.68319996	300	40	27	-17.35526546	
1200	20	28	9.576564013	1200	20	28	-26.31139338	1200	20	28	-9.576564013	
0	20	21	7.18242301	0	20	21	-19.73354504	0	20	21	-7.18242301	
1800	20	29	9.918584156	1800	20	29	-27.251086	1800	20	29	-9.918584156	
900	240	27	-23.3826859	900	240	27	13.5	900	240	27	23.3826859	
1500	20	31	10.60262444	1500	20	31	-29.13047124	1500	20	31	-10.60262444	
1800	110	21	19.73354504	1800	110	21	7.18242301	1800	110	21	-19.73354504	
0	20	35	11.97070502	0	20	35	-32.88924173	0	20	35	-11.97070502	
900	250	26	-24.43200814	900	250	26	8.892523726	900	250	26	24.43200814	
300	110	26	24.43200814	300	110	26	8.892523726	300	110	26	-24.43200814	
1800	60	24	20.78460969	1800	60	24	-12	1800	60	24	-20.78460969	
1200	120	26	22.5166605	1200	120	26	13	1200	120	26	-22.5166605	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 100°											
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND			
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	13.5	300	40	27	-23.3826859	300	40	27	-13.5
1200	20	28	4.862148975	1200	20	28	-27.57461708	1200	20	28	-4.862148975
0	20	21	3.646611731	0	20	21	-20.68096281	0	20	21	-3.646611731
1800	20	29	5.035797152	1800	20	29	-28.55942484	1800	20	29	-5.035797152
900	240	27	-20.68319996	900	240	27	17.35526546	900	240	27	20.68319996
1500	20	31	5.383093508	1500	20	31	-30.52904034	1500	20	31	-5.383093508
1800	110	21	20.68096281	1800	110	21	3.646611731	1800	110	21	-20.68096281
0	20	35	6.077686218	0	20	35	-34.46827136	0	20	35	-6.077686218
900	250	26	-22.5166605	900	250	26	13	900	250	26	22.5166605
300	110	26	25.60500158	300	110	26	4.514852619	300	110	26	-25.60500158
1800	60	24	18.38506663	1800	60	24	-15.42690263	1800	60	24	-18.38506663
1200	120	26	24.43200814	1200	120	26	8.892523726	1200	120	26	-24.43200814

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 110°											
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND			
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	9.23454387	300	40	27	-25.37170076	300	40	27	-9.23454387
1200	20	28	1.71521E-15	1200	20	28	-28	1200	20	28	-1.71521E-15
0	20	21	1.28641E-15	0	20	21	-21	0	20	21	-1.28641E-15
1800	20	29	1.77647E-15	1800	20	29	-29	1800	20	29	-1.77647E-15
900	240	27	-17.35526546	900	240	27	20.68319996	900	240	27	17.35526546
1500	20	31	1.89898E-15	1500	20	31	-31	1500	20	31	-1.89898E-15
1800	110	21	21	1800	110	21	0	1800	110	21	-21
0	20	35	2.14401E-15	0	20	35	-35	0	20	35	-2.14401E-15
900	250	26	-19.91715552	900	250	26	16.71247785	900	250	26	19.91715552
300	110	26	26	300	110	26	0	300	110	26	-26
1800	60	24	15.42690263	1800	60	24	-18.38506663	1800	60	24	-15.42690263
1200	120	26	25.60500158	1200	120	26	4.514852619	1200	120	26	-25.60500158

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 120°											
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND			
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	4.688500797	300	40	27	-26.58980933	300	40	27	-4.688500797
1200	20	28	-4.862148975	1200	20	28	-27.57461708	1200	20	28	4.862148975
0	20	21	-3.646611731	0	20	21	-20.68096281	0	20	21	3.646611731
1800	20	29	-5.035797152	1800	20	29	-28.55942484	1800	20	29	5.035797152
900	240	27	-13.5	900	240	27	23.3826859	900	240	27	13.5
1500	20	31	-5.383093508	1500	20	31	-30.52904034	1500	20	31	5.383093508
1800	110	21	20.68096281	1800	110	21	-3.646611731	1800	110	21	-20.68096281
0	20	35	-6.077686218	0	20	35	-34.46827136	0	20	35	6.077686218
900	250	26	-16.71247785	900	250	26	19.91715552	900	250	26	16.71247785
300	110	26	25.60500158	300	110	26	-4.514852619	300	110	26	-25.60500158
1800	60	24	12	1800	60	24	-20.78460969	1800	60	24	-12
1200	120	26	26	1200	120	26	0	1200	120	26	-26

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 130°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	1.65395E-15	300	40	27	-27	300	40	27	-1.65395E-15
1200	20	28	-9.576564013	1200	20	28	-26.31139338	1200	20	28	9.576564013
0	20	21	-7.18242301	0	20	21	-19.73354504	0	20	21	7.18242301
1800	20	29	-9.918584156	1800	20	29	-27.251086	1800	20	29	9.918584156
900	240	27	-9.23454387	900	240	27	25.37170076	900	240	27	9.23454387
1500	20	31	-10.60262444	1500	20	31	-29.13047124	1500	20	31	10.60262444
1800	110	21	19.73354504	1800	110	21	-7.18242301	1800	110	21	-19.73354504
0	20	35	-11.97070502	0	20	35	-32.88924173	0	20	35	11.97070502
900	250	26	-13	900	250	26	22.5166605	900	250	26	13
300	110	26	24.43200814	300	110	26	-8.892523726	300	110	26	-24.43200814
1800	60	24	8.20848344	1800	60	24	-22.5526229	1800	60	24	-8.20848344
1200	120	26	25.60500158	1200	120	26	-4.514852619	1200	120	26	-25.60500158

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 140°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-4.688500797	300	40	27	-26.58980933	300	40	27	4.688500797
1200	20	28	-14	1200	20	28	-24.24871131	1200	20	28	14
0	20	21	-10.5	0	20	21	-18.18653348	0	20	21	10.5
1800	20	29	-14.5	1800	20	29	-25.11473671	1800	20	29	14.5
900	240	27	-4.688500797	900	240	27	26.58980933	900	240	27	4.688500797
1500	20	31	-15.5	1500	20	31	-26.84678752	1500	20	31	15.5
1800	110	21	18.18653348	1800	110	21	-10.5	1800	110	21	-18.18653348
0	20	35	-17.5	0	20	35	-30.31088913	0	20	35	17.5
900	250	26	-8.892523726	900	250	26	24.43200814	900	250	26	8.892523726
300	110	26	22.5166605	300	110	26	-13	300	110	26	-22.5166605
1800	60	24	4.167556264	1800	60	24	-23.63538607	1800	60	24	-4.167556264
1200	120	26	24.43200814	1200	120	26	-8.892523726	1200	120	26	-24.43200814

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 150°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-9.23454387	300	40	27	-25.37170076	300	40	27	9.23454387
1200	20	28	-17.99805307	1200	20	28	-21.44924441	1200	20	28	17.99805307
0	20	21	-13.4985398	0	20	21	-16.08693331	0	20	21	13.4985398
1800	20	29	-18.64084068	1800	20	29	-22.21528885	1800	20	29	18.64084068
900	240	27	1.65395E-15	900	240	27	27	900	240	27	-1.65395E-15
1500	20	31	-19.9264159	1500	20	31	-23.74737774	1500	20	31	19.9264159
1800	110	21	16.08693331	1800	110	21	-13.4985398	1800	110	21	-16.08693331
0	20	35	-22.49756634	0	20	35	-26.81155551	0	20	35	22.49756634
900	250	26	-4.514852619	900	250	26	25.60500158	900	250	26	4.514852619
300	110	26	19.91715552	300	110	26	-16.71247785	300	110	26	-19.91715552
1800	60	24	1.47018E-15	1800	60	24	-24	1800	60	24	-1.47018E-15
1200	120	26	22.5166605	1200	120	26	-13	1200	120	26	-22.5166605

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 160°												
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND				
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-13.5	300	40	27	-23.3826859	300	40	27	13.5	
1200	20	28	-21.44924441	1200	20	28	-17.99805307	1200	20	28	21.44924441	
0	20	21	-16.08693331	0	20	21	-13.4985398	0	20	21	16.08693331	
1800	20	29	-22.21528885	1800	20	29	-18.64084068	1800	20	29	22.21528885	
900	240	27	4.688500797	900	240	27	26.58980933	900	240	27	-4.688500797	
1500	20	31	-23.74737774	1500	20	31	-19.9264159	1500	20	31	23.74737774	
1800	110	21	13.4985398	1800	110	21	-16.08693331	1800	110	21	-13.4985398	
0	20	35	-26.81155551	0	20	35	-22.49756634	0	20	35	26.81155551	
900	250	26	1.59269E-15	900	250	26	26	900	250	26	-1.59269E-15	
300	110	26	16.71247785	300	110	26	-19.91715552	300	110	26	-16.71247785	
1800	60	24	-4.167556264	1800	60	24	-23.63538607	1800	60	24	4.167556264	
1200	120	26	19.91715552	1200	120	26	-16.71247785	1200	120	26	-19.91715552	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 170°												
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND				
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-17.35526546	300	40	27	-20.68319996	300	40	27	17.35526546	
1200	20	28	-24.24871131	1200	20	28	-14	1200	20	28	24.24871131	
0	20	21	-18.18653348	0	20	21	-10.5	0	20	21	18.18653348	
1800	20	29	-25.11473671	1800	20	29	-14.5	1800	20	29	25.11473671	
900	240	27	9.23454387	900	240	27	25.37170076	900	240	27	-9.23454387	
1500	20	31	-26.84678752	1500	20	31	-15.5	1500	20	31	26.84678752	
1800	110	21	10.5	1800	110	21	-18.18653348	1800	110	21	-10.5	
0	20	35	-30.31088913	0	20	35	-17.5	0	20	35	30.31088913	
900	250	26	4.514852619	900	250	26	25.60500158	900	250	26	-4.514852619	
300	110	26	13	300	110	26	-22.5166605	300	110	26	-13	
1800	60	24	-8.20848344	1800	60	24	-22.5526229	1800	60	24	8.20848344	
1200	120	26	16.71247785	1200	120	26	-19.91715552	1200	120	26	-16.71247785	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 180°												
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND				
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-20.68319996	300	40	27	-17.35526546	300	40	27	20.68319996	
1200	20	28	-26.31139338	1200	20	28	-9.576564013	1200	20	28	26.31139338	
0	20	21	-19.73354504	0	20	21	-7.18242301	0	20	21	19.73354504	
1800	20	29	-27.251086	1800	20	29	-9.918584156	1800	20	29	27.251086	
900	240	27	13.5	900	240	27	23.3826859	900	240	27	-13.5	
1500	20	31	-29.13047124	1500	20	31	-10.60262444	1500	20	31	29.13047124	
1800	110	21	7.18242301	1800	110	21	-19.73354504	1800	110	21	-7.18242301	
0	20	35	-32.88924173	0	20	35	-11.97070502	0	20	35	32.88924173	
900	250	26	8.892523726	900	250	26	24.43200814	900	250	26	-8.892523726	
300	110	26	8.892523726	300	110	26	-24.43200814	300	110	26	-8.892523726	
1800	60	24	-12	1800	60	24	-20.78460969	1800	60	24	12	
1200	120	26	13	1200	120	26	-22.5166605	1200	120	26	-13	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 190°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-23.3826859	300	40	27	-13.5	300	40	27	23.3826859
1200	20	28	-27.57461708	1200	20	28	-4.862148975	1200	20	28	27.57461708
0	20	21	-20.68096281	0	20	21	-3.646611731	0	20	21	20.68096281
1800	20	29	-28.55942484	1800	20	29	-5.035797152	1800	20	29	28.55942484
900	240	27	17.35526546	900	240	27	20.68319996	900	240	27	-17.35526546
1500	20	31	-30.52904034	1500	20	31	-5.383093508	1500	20	31	30.52904034
1800	110	21	3.646611731	1800	110	21	-20.68096281	1800	110	21	-3.646611731
0	20	35	-34.46827136	0	20	35	-6.077686218	0	20	35	34.46827136
900	250	26		900	250	26	22.5166605	900	250	26	-13
300	110	26	4.514852619	300	110	26	-25.60500158	300	110	26	-4.514852619
1800	60	24	-15.42690263	1800	60	24	-18.38506663	1800	60	24	15.42690263
1200	120	26	8.892523726	1200	120	26	-24.43200814	1200	120	26	-8.892523726

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 200°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-25.37170076	300	40	27	-9.23454387	300	40	27	25.37170076
1200	20	28	-28	1200	20	28	-3.43042E-15	1200	20	28	28
0	20	21	-21	0	20	21	-2.57281E-15	0	20	21	21
1800	20	29	-29	1800	20	29	-3.55293E-15	1800	20	29	29
900	240	27	20.68319996	900	240	27	17.35526546	900	240	27	-20.68319996
1500	20	31	-31	1500	20	31	-3.79796E-15	1500	20	31	31
1800	110	21	1.28641E-15	1800	110	21	-21	1800	110	21	-1.28641E-15
0	20	35	-35	0	20	35	-4.28802E-15	0	20	35	35
900	250	26	16.71247785	900	250	26	19.91715552	900	250	26	-16.71247785
300	110	26	1.59269E-15	300	110	26	-26	300	110	26	-1.59269E-15
1800	60	24	-18.38506663	1800	60	24	-15.42690263	1800	60	24	18.38506663
1200	120	26	4.514852619	1200	120	26	-25.60500158	1200	120	26	-4.514852619

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 210°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-26.58980933	300	40	27	-4.688500797	300	40	27	26.58980933
1200	20	28	-27.57461708	1200	20	28	4.862148975	1200	20	28	27.57461708
0	20	21	-20.68096281	0	20	21	3.646611731	0	20	21	20.68096281
1800	20	29	-28.55942484	1800	20	29	5.035797152	1800	20	29	28.55942484
900	240	27	23.3826859	900	240	27	13.5	900	240	27	-23.3826859
1500	20	31	-30.52904034	1500	20	31	5.383093508	1500	20	31	30.52904034
1800	110	21	3.646611731	1800	110	21	-20.68096281	1800	110	21	3.646611731
0	20	35	-34.46827136	0	20	35	6.077686218	0	20	35	34.46827136
900	250	26	19.91715552	900	250	26	16.71247785	900	250	26	-19.91715552
300	110	26	-4.514852619	300	110	26	-25.60500158	300	110	26	4.514852619
1800	60	24	-20.78460969	1800	60	24	-12	1800	60	24	20.78460969
1200	120	26	1.59269E-15	1200	120	26	-26	1200	120	26	-1.59269E-15

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 220°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-27	300	40	27	-3.3079E-15	300	40	27	27
1200	20	28	-26.31139338	1200	20	28	9.576564013	1200	20	28	26.31139338
0	20	21	-19.73354504	0	20	21	7.18242301	0	20	21	19.73354504
1800	20	29	-27.251086	1800	20	29	9.918584156	1800	20	29	27.251086
900	240	27	25.37170076	900	240	27	9.23454387	900	240	27	-25.37170076
1500	20	31	-29.13047124	1500	20	31	10.60262444	1500	20	31	29.13047124
1800	110	21	-7.18242301	1800	110	21	-19.73354504	1800	110	21	7.18242301
0	20	35	-32.88924173	0	20	35	11.97070502	0	20	35	32.88924173
900	250	26	-22.5166605	900	250	26	13	900	250	26	-22.5166605
300	110	26	-8.892523726	300	110	26	-24.43200814	300	110	26	8.892523726
1800	60	24	-22.5526229	1800	60	24	-8.20848344	1800	60	24	22.5526229
1200	120	26	-4.514852619	1200	120	26	-25.60500158	1200	120	26	4.514852619

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 230°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-26.58980933	300	40	27	4.688500797	300	40	27	26.58980933
1200	20	28	-24.24871131	1200	20	28	14	1200	20	28	24.24871131
0	20	21	-18.18653348	0	20	21	10.5	0	20	21	18.18653348
1800	20	29	-25.11473671	1800	20	29	14.5	1800	20	29	25.11473671
900	240	27	26.58980933	900	240	27	4.688500797	900	240	27	-26.58980933
1500	20	31	-26.84678752	1500	20	31	15.5	1500	20	31	26.84678752
1800	110	21	-10.5	1800	110	21	-18.18653348	1800	110	21	10.5
0	20	35	-30.31088913	0	20	35	17.5	0	20	35	30.31088913
900	250	26	24.43200814	900	250	26	8.892523726	900	250	26	-24.43200814
300	110	26	-13	300	110	26	-22.5166605	300	110	26	13
1800	60	24	-23.63538607	1800	60	24	-4.167556264	1800	60	24	23.63538607
1200	120	26	-8.892523726	1200	120	26	-24.43200814	1200	120	26	8.892523726

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 240°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
300	40	27	-25.37170076	300	40	27	9.23454387	300	40	27	25.37170076
1200	20	28	-21.44924441	1200	20	28	17.99805307	1200	20	28	21.44924441
0	20	21	-16.08693331	0	20	21	13.4985398	0	20	21	16.08693331
1800	20	29	-22.21528885	1800	20	29	18.64084068	1800	20	29	22.21528885
900	240	27	27	900	240	27	0	900	240	27	-27
1500	20	31	-23.74737774	1500	20	31	19.9264159	1500	20	31	23.74737774
1800	110	21	-13.4985398	1800	110	21	-16.08693331	1800	110	21	13.4985398
0	20	35	-26.81155551	0	20	35	22.49756634	0	20	35	26.81155551
900	250	26	25.60500158	900	250	26	4.514852619	900	250	26	-25.60500158
300	110	26	-16.71247785	300	110	26	-19.91715552	300	110	26	16.71247785
1800	60	24	-24	1800	60	24	-2.94036E-15	1800	60	24	24
1200	120	26	-13	1200	120	26	-22.5166605	1200	120	26	13

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 250°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-23.3826859	300	40	27	13.5	300	40	27	23.3826859	
1200	20	28	-17.99805307	1200	20	28	21.44924441	1200	20	28	17.99805307	
0	20	21	-13.4985398	0	20	21	16.08693331	0	20	21	13.4985398	
1800	20	29	-18.64084068	1800	20	29	22.21528885	1800	20	29	18.64084068	
900	240	27	26.58980933	900	240	27	-4.688500797	900	240	27	-26.58980933	
1500	20	31	-19.9264159	1500	20	31	23.74737774	1500	20	31	19.9264159	
1800	110	21	-16.08693331	1800	110	21	-13.4985398	1800	110	21	16.08693331	
0	20	35	-22.49756634	0	20	35	26.81155551	0	20	35	22.49756634	
900	250	26	26	900	250	26	0	900	250	26	-26	
300	110	26	-19.91715552	300	110	26	-16.71247785	300	110	26	19.91715552	
1800	60	24	-23.63538607	1800	60	24	4.167556264	1800	60	24	23.63538607	
1200	120	26	-16.71247785	1200	120	26	-19.91715552	1200	120	26	16.71247785	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 250°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-20.68319996	300	40	27	17.35526546	300	40	27	20.68319996	
1200	20	28	-14	1200	20	28	24.24871131	1200	20	28	14	
0	20	21	-10.5	0	20	21	18.18653348	0	20	21	10.5	
1800	20	29	-14.5	1800	20	29	25.11473671	1800	20	29	14.5	
900	240	27	25.37170076	900	240	27	-9.23454387	900	240	27	-25.37170076	
1500	20	31	-15.5	1500	20	31	26.84678752	1500	20	31	15.5	
1800	110	21	-18.18653348	1800	110	21	-10.5	1800	110	21	18.18653348	
0	20	35	-17.5	0	20	35	30.31088913	0	20	35	17.5	
900	250	26	25.60500158	900	250	26	-4.514852619	900	250	26	-25.60500158	
300	110	26	-22.5166605	300	110	26	-13	300	110	26	22.5166605	
1800	60	24	-22.5526229	1800	60	24	8.20848344	1800	60	24	22.5526229	
1200	120	26	-19.91715552	1200	120	26	-16.71247785	1200	120	26	19.91715552	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 260°												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-17.35526546	300	40	27	20.68319996	300	40	27	17.35526546	
1200	20	28	-9.576564013	1200	20	28	26.31139338	1200	20	28	9.576564013	
0	20	21	-7.18242301	0	20	21	19.73354504	0	20	21	7.18242301	
1800	20	29	-9.918584156	1800	20	29	27.251086	1800	20	29	9.918584156	
900	240	27	23.3826859	900	240	27	-13.5	900	240	27	-23.3826859	
1500	20	31	-10.60262444	1500	20	31	29.13047124	1500	20	31	10.60262444	
1800	110	21	-19.73354504	1800	110	21	-7.18242301	1800	110	21	19.73354504	
0	20	35	-11.97070502	0	20	35	32.88924173	0	20	35	11.97070502	
900	250	26	24.43200814	900	250	26	-8.892523726	900	250	26	-24.43200814	
300	110	26	-24.43200814	300	110	26	-8.892523726	300	110	26	24.43200814	
1800	60	24	-20.78460969	1800	60	24	12	1800	60	24	20.78460969	
1200	120	26	-22.5166605	1200	120	26	-13	1200	120	26	22.5166605	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 270°												
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND				
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-13.5	300	40	27	23.3826859	300	40	27	13.5	
1200	20	28	-4.862148975	1200	20	28	27.57461708	1200	20	28	4.862148975	
0	20	21	-3.646611731	0	20	21	20.68096281	0	20	21	3.646611731	
1800	20	29	-5.035797152	1800	20	29	28.55942484	1800	20	29	5.035797152	
900	240	27	20.68319996	900	240	27	-17.35526546	900	240	27	-20.68319996	
1500	20	31	-5.383093508	1500	20	31	30.52904034	1500	20	31	5.383093508	
1800	110	21	-20.68096281	1800	110	21	-3.646611731	1800	110	21	20.68096281	
0	20	35	-6.077686218	0	20	35	34.46827136	0	20	35	6.077686218	
900	250	26	22.5166605	900	250	26	-13	900	250	26	-22.5166605	
300	110	26	-25.60500158	300	110	26	-4.514852619	300	110	26	25.60500158	
1800	60	24	-18.38506663	1800	60	24	15.42690263	1800	60	24	18.38506663	
1200	120	26	-24.43200814	1200	120	26	-8.892523726	1200	120	26	24.43200814	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 280°												
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND				
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-9.23454387	300	40	27	25.37170076	300	40	27	9.23454387	
1200	20	28	27.38813282	1200	20	28	28	1200	20	28	-27.38813282	
0	20	21	20.54109962	0	20	21	21	0	20	21	-20.54109962	
1800	20	29	28.36628042	1800	20	29	29	1800	20	29	-28.36628042	
900	240	27	-16.62285983	900	240	27	-20.68319996	900	240	27	16.62285983	
1500	20	31	30.32257562	1500	20	31	31	1500	20	31	-30.32257562	
1800	110	21	-4.366145507	1800	110	21	-2.57281E-15	1800	110	21	4.366145507	
0	20	35	34.23516603	0	20	35	35	0	20	35	-34.23516603	
900	250	26	-12.20626063	900	250	26	-16.71247785	900	250	26	12.20626063	
300	110	26	-5.405703961	300	110	26	-3.18539E-15	300	110	26	5.405703961	
1800	60	24	14.77587541	1800	60	24	18.38506663	1800	60	24	-14.77587541	
1200	120	26	-9.739771429	1200	120	26	-4.514852619	1200	120	26	9.739771429	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 290°												
Hour	HEADWIND			CROSSWIND				TAILWIND				
	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	-4.688500797	300	40	27	26.58980933	300	40	27	4.688500797	
1200	20	28	4.862148975	1200	20	28	27.57461708	1200	20	28	-4.862148975	
0	20	21	3.646611731	0	20	21	20.68096281	0	20	21	-3.646611731	
1800	20	29	5.035797152	1800	20	29	28.55942484	1800	20	29	-5.035797152	
900	240	27	13.5	900	240	27	-23.3826859	900	240	27	-13.5	
1500	20	31	5.383093508	1500	20	31	30.52904034	1500	20	31	-5.383093508	
1800	110	21	-20.68096281	1800	110	21	3.646611731	1800	110	21	20.68096281	
0	20	35	6.077686218	0	20	35	34.46827136	0	20	35	-6.077686218	
900	250	26	16.71247785	900	250	26	-19.91715552	900	250	26	-16.71247785	
300	110	26	-25.60500158	300	110	26	4.514852619	300	110	26	25.60500158	
1800	60	24	-12	1800	60	24	20.78460969	1800	60	24	12	
1200	120	26	-26	1200	120	26	-3.18539E-15	1200	120	26	26	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 300"												
Hour	HEADWIND			Hour	CROSSWIND			Hour	TAILWIND			
	DIR	WS	HW		DIR	WS	CW		DIR	WS	TW	
300	40	27	-4.96185E-15	300	40	27	27	300	40	27	4.96185E-15	
1200	20	28	9.576564013	1200	20	28	26.31139338	1200	20	28	-9.576564013	
0	20	21	7.18242301	0	20	21	19.73354504	0	20	21	-7.18242301	
1800	20	29	9.918584156	1800	20	29	27.251086	1800	20	29	-9.918584156	
900	240	27	9.23454387	900	240	27	-25.37170076	900	240	27	-9.23454387	
1500	20	31	10.60262444	1500	20	31	29.13047124	1500	20	31	-10.60262444	
1800	110	21	-19.73354504	1800	110	21	7.18242301	1800	110	21	19.73354504	
0	20	35	11.97070502	0	20	35	32.88924173	0	20	35	-11.97070502	
900	250	26	13	900	250	26	-22.5166605	900	250	26	-13	
300	110	26	-24.43200814	300	110	26	8.892523726	300	110	26	24.43200814	
1800	60	24	-8.20848344	1800	60	24	22.5526229	1800	60	24	8.20848344	
1200	120	26	-25.60500158	1200	120	26	4.514852619	1200	120	26	25.60500158	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 310"												
Hour	HEADWIND			Hour	CROSSWIND			Hour	TAILWIND			
	DIR	WS	HW		DIR	WS	CW		DIR	WS	TW	
300	40	27	4.688500797	300	40	27	26.58980933	300	40	27	-4.688500797	
1200	20	28	14	1200	20	28	24.24871131	1200	20	28	-14	
0	20	21	10.5	0	20	21	18.18653348	0	20	21	-10.5	
1800	20	29	14.5	1800	20	29	25.11473671	1800	20	29	-14.5	
900	240	27	4.688500797	900	240	27	-26.58980933	900	240	27	-4.688500797	
1500	20	31	15.5	1500	20	31	26.84678752	1500	20	31	-15.5	
1800	110	21	-18.18653348	1800	110	21	10.5	1800	110	21	18.18653348	
0	20	35	17.5	0	20	35	30.31088913	0	20	35	-17.5	
900	250	26	8.892523726	900	250	26	-24.43200814	900	250	26	-8.892523726	
300	110	26	-22.5166605	300	110	26	13	300	110	26	22.5166605	
1800	60	24	-4.167556264	1800	60	24	23.63538607	1800	60	24	4.167556264	
1200	120	26	-24.43200814	1200	120	26	8.892523726	1200	120	26	24.43200814	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 320"												
Hour	HEADWIND			Hour	CROSSWIND			Hour	TAILWIND			
	DIR	WS	HW		DIR	WS	CW		DIR	WS	TW	
300	40	27	9.23454387	300	40	27	25.37170076	300	40	27	-9.23454387	
1200	20	28	17.99805307	1200	20	28	21.44924441	1200	20	28	-17.99805307	
0	20	21	13.4985398	0	20	21	16.08693331	0	20	21	-13.4985398	
1800	20	29	18.64084068	1800	20	29	22.21528885	1800	20	29	-18.64084068	
900	240	27	1.65395E-15	900	240	27	-27	900	240	27	-1.65395E-15	
1500	20	31	19.9264159	1500	20	31	23.74737774	1500	20	31	-19.9264159	
1800	110	21	-16.08693331	1800	110	21	13.4985398	1800	110	21	16.08693331	
0	20	35	22.49756634	0	20	35	26.81155551	0	20	35	-22.49756634	
900	250	26	4.514852619	900	250	26	-25.60500158	900	250	26	-4.514852619	
300	110	26	-19.91715552	300	110	26	16.71247785	300	110	26	19.91715552	
1800	60	24	-4.41053E-15	1800	60	24	24	1800	60	24	4.41053E-15	
1200	120	26	-22.5166605	1200	120	26	13	1200	120	26	22.5166605	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 330*												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	13.5	300	40	27	23.3826859	300	40	27	-13.5	
1200	20	28	21.44924441	1200	20	28	17.99805307	1200	20	28	-21.44924441	
0	20	21	16.08693331	0	20	21	13.4985398	0	20	21	-16.08693331	
1800	20	29	22.21528885	1800	20	29	18.64084068	1800	20	29	-22.21528885	
900	240	27	-4.688500797	900	240	27	-26.58980933	900	240	27	4.688500797	
1500	20	31	23.74737774	1500	20	31	19.9264159	1500	20	31	-23.74737774	
1800	110	21	-13.4985398	1800	110	21	16.08693331	1800	110	21	13.4985398	
0	20	35	26.81155551	0	20	35	22.49756634	0	20	35	-26.81155551	
900	250	26	1.59269E-15	900	250	26	-26	900	250	26	-1.59269E-15	
300	110	26	-16.71247785	300	110	26	19.91715552	300	110	26	16.71247785	
1800	60	24	4.167556264	1800	60	24	23.63538607	1800	60	24	-4.167556264	
1200	120	26	-19.91715552	1200	120	26	16.71247785	1200	120	26	19.91715552	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 340*												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	17.35526546	300	40	27	20.68319996	300	40	27	-17.35526546	
1200	20	28	24.24871131	1200	20	28	14	1200	20	28	-24.24871131	
0	20	21	18.18653348	0	20	21	10.5	0	20	21	-18.18653348	
1800	20	29	25.11473671	1800	20	29	14.5	1800	20	29	-25.11473671	
900	240	27	-9.23454387	900	240	27	-25.37170076	900	240	27	9.23454387	
1500	20	31	26.84678752	1500	20	31	15.5	1500	20	31	-26.84678752	
1800	110	21	-10.5	1800	110	21	18.18653348	1800	110	21	10.5	
0	20	35	30.31088913	0	20	35	17.5	0	20	35	-30.31088913	
900	250	26	-4.514852619	900	250	26	-25.60500158	900	250	26	4.514852619	
300	110	26	-13	300	110	26	22.5166605	300	110	26	13	
1800	60	24	8.20848344	1800	60	24	22.5526229	1800	60	24	-8.20848344	
1200	120	26	-16.71247785	1200	120	26	19.91715552	1200	120	26	16.71247785	

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA CILACAP 350*												
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND				
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW	
300	40	27	20.68319996	300	40	27	17.35526546	300	40	27	-20.68319996	
1200	20	28	26.31139338	1200	20	28	9.576564013	1200	20	28	-26.31139338	
0	20	21	19.73354504	0	20	21	7.18242301	0	20	21	-19.73354504	
1800	20	29	27.251086	1800	20	29	9.918584156	1800	20	29	-27.251086	
900	240	27	-13.5	900	240	27	-23.3826859	900	240	27	13.5	
1500	20	31	29.13047124	1500	20	31	10.60262444	1500	20	31	-29.13047124	
1800	110	21	-7.18242301	1800	110	21	19.73354504	1800	110	21	7.18242301	
0	20	35	32.88924173	0	20	35	11.97070502	0	20	35	-32.88924173	
900	250	26	-8.892523726	900	250	26	-24.43200814	900	250	26	8.892523726	
300	110	26	-8.892523726	300	110	26	24.43200814	300	110	26	8.892523726	
1800	60	24	12	1800	60	24	20.78460969	1800	60	24	-12	
1200	120	26	-13	1200	120	26	22.5166605	1200	120	26	13	

Tabel 2. Hasil Analisa Perhitungan Crosswind-Headwind-Tailwind Bandara Semarang/10°.

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 10°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	7.8665	23	300	23	-21.61293028	23	300	23	-7.8665
16	240	28	-17.9981	16	240	28	-21.44924441	16	240	28	17.9981
21	200	25	-24.6202	21	200	25	-4.341204442	21	200	25	24.6202
15	120	24	-8.2085	15	120	24	22.5526229	15	120	24	8.2085
21	90	24	4.1676	21	90	24	23.63538607	21	90	24	-4.1676
19	350	22	20.6732	19	350	22	-7.524443153	19	350	22	-20.6732
22	180	29	-28.5594	22	180	29	5.035797152	22	180	29	28.5594
19	60	28	17.9981	19	60	28	21.44924441	19	60	28	-17.9981
22	110	25	-4.3412	22	110	25	24.62019383	22	110	25	4.3412
15	120	22	-7.5244	15	120	22	20.67323766	15	120	22	7.5244
21	160	28	-24.2487	21	160	28	14	21	160	28	24.2487

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 20°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	3.9939	23	300	23	-22.65057832	23	300	23	-3.9939
16	240	28	-21.4492	16	240	28	-17.99805307	16	240	28	21.4492
21	200	25	-25.0000	21	200	25	3.06287E-15	21	200	25	25.0000
15	120	24	-4.1676	15	120	24	23.63538607	15	120	24	4.1676
21	90	24	8.2085	21	90	24	22.5526229	21	90	24	-8.2085
19	350	22	19.0526	19	350	22	-11	19	350	22	-19.0526
22	180	29	-27.2511	22	180	29	9.918584156	22	180	29	27.2511
19	60	28	21.4492	19	60	28	17.99805307	19	60	28	-21.4492
22	110	25	0.0000	22	110	25	25	22	110	25	0.0000
15	120	22	-3.8203	15	120	22	21.66577057	15	120	22	3.8203
21	160	28	-21.4492	21	160	28	17.99805307	21	160	28	21.4492

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 30°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	0.0000	23	300	23	-23	23	300	23	0.0000
16	240	28	-24.2487	16	240	28	-14	16	240	28	24.2487
21	200	25	-24.6202	21	200	25	4.341204442	21	200	25	24.6202
15	120	24	0.0000	15	120	24	24	15	120	24	0.0000
21	90	24	12.0000	21	90	24	20.78460969	21	90	24	-12.0000
19	350	22	16.8530	19	350	22	-14.14132741	19	350	22	-16.8530
22	180	29	-25.1147	22	180	29	14.5	22	180	29	25.1147
19	60	28	24.2487	19	60	28	14	19	60	28	-24.2487
22	110	25	4.3412	22	110	25	24.62019383	22	110	25	-4.3412
15	120	22	0.0000	15	120	22	22	15	120	22	0.0000
21	160	28	-17.9981	21	160	28	21.44924441	21	160	28	17.9981

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 40°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-3.9939	23	300	23	-22.65057832	23	300	23	3.9939
16	240	28	-26.3114	16	240	28	-9.576564013	16	240	28	26.3114
21	200	25	-23.4923	21	200	25	8.550503583	21	200	25	23.4923
15	120	24	4.1676	15	120	24	23.63538607	15	120	24	-4.1676
21	90	24	15.4269	21	90	24	18.38506663	21	90	24	-15.4269
19	350	22	14.1413	19	350	22	-16.85297775	19	350	22	-14.1413
22	180	29	-22.2153	22	180	29	18.64084068	22	180	29	22.2153
19	60	28	26.3114	19	60	28	9.576564013	19	60	28	-26.3114
22	110	25	8.5505	22	110	25	23.49231552	22	110	25	-8.5505
15	120	22	3.8203	15	120	22	21.66577057	15	120	22	-3.8203
21	160	28	-14.0000	21	160	28	24.24871131	21	160	28	14.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 50°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-7.8665	23	300	23	-21.61293028	23	300	23	7.8665
16	240	28	-27.5746	16	240	28	-4.862148975	16	240	28	27.5746
21	200	25	-21.6506	21	200	25	12.5	21	200	25	21.6506
15	120	24	8.2085	15	120	24	22.5526229	15	120	24	-8.2085
21	90	24	18.3851	21	90	24	15.42690263	21	90	24	-18.3851
19	350	22	11.0000	19	350	22	-19.05255888	19	350	22	-11.0000
22	180	29	-18.6408	22	180	29	22.21528885	22	180	29	18.6408
19	60	28	27.5746	19	60	28	4.862148975	19	60	28	-27.5746
22	110	25	12.5000	22	110	25	21.65063509	22	110	25	-12.5000
15	120	22	7.5244	15	120	22	20.67323766	15	120	22	-7.5244
21	160	28	-9.5766	21	160	28	26.31139338	21	160	28	9.5766

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 60°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-11.5000	23	300	23	-19.91858429	23	300	23	11.5000
16	240	28	-28.0000	16	240	28	3.43042E-15	16	240	28	28.0000
21	200	25	-19.1511	21	200	25	16.06969024	21	200	25	19.1511
15	120	24	12.0000	15	120	24	20.78460969	15	120	24	-12.0000
21	90	24	20.7846	21	90	24	12	21	90	24	-20.7846
19	350	22	7.5244	19	350	22	-20.67323766	19	350	22	-7.5244
22	180	29	-14.5000	22	180	29	25.11473671	22	180	29	14.5000
19	60	28	28.0000	19	60	28	0	19	60	28	-28.0000
22	110	25	16.0697	22	110	25	19.15111108	22	110	25	-16.0697
15	120	22	11.0000	15	120	22	19.05255888	15	120	22	-11.0000
21	160	28	-4.8621	21	160	28	27.57461708	21	160	28	4.8621

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 70°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-14.7841	23	300	23	-17.61902219	23	300	23	14.7841
16	240	28	-27.5746	16	240	28	4.862148975	16	240	28	27.5746
21	200	25	-16.0697	21	200	25	19.15111108	21	200	25	16.0697
15	120	24	15.4269	15	120	24	18.38506663	15	120	24	-15.4269
21	90	24	22.5526	21	90	24	8.20848344	21	90	24	-22.5526
19	350	22	3.8203	19	350	22	-21.66577057	19	350	22	-3.8203
22	180	29	-9.9186	22	180	29	27.251086	22	180	29	9.9186
19	60	28	27.5746	19	60	28	-4.862148975	19	60	28	-27.5746
22	110	25	19.1511	22	110	25	16.06969024	22	110	25	-19.1511
15	120	22	14.1413	15	120	22	16.85297775	15	120	22	-14.1413
21	160	28	0.0000	21	160	28	28	21	160	28	0.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 80°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-17.6190	23	300	23	-14.78411502	23	300	23	17.6190
16	240	28	-26.3114	16	240	28	9.576564013	16	240	28	26.3114
21	200	25	-12.5000	21	200	25	21.65063509	21	200	25	12.5000
15	120	24	18.3851	15	120	24	15.42690263	15	120	24	-18.3851
21	90	24	23.6354	21	90	24	4.167556264	21	90	24	-23.6354
19	350	22	0.0000	19	350	22	-22	19	350	22	0.0000
22	180	29	-5.0358	22	180	29	28.55942484	22	180	29	5.0358
19	60	28	26.3114	19	60	28	-9.576564013	19	60	28	-26.3114
22	110	25	21.6506	22	110	25	12.5	22	110	25	-21.6506
15	120	22	16.8530	15	120	22	14.14132741	15	120	22	-16.8530
21	160	28	4.8621	21	160	28	27.57461708	21	160	28	-4.8621

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 90°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-19.9186	23	300	23	-11.5	23	300	23	19.9186
16	240	28	-24.2487	16	240	28	14	16	240	28	24.2487
21	200	25	-8.5505	21	200	25	23.49231552	21	200	25	8.5505
15	120	24	20.7846	15	120	24	12	15	120	24	-20.7846
21	90	24	24.0000	21	90	24	0	21	90	24	-24.0000
19	350	22	-3.8203	19	350	22	-21.66577057	19	350	22	3.8203
22	180	29	0.0000	22	180	29	29	22	180	29	0.0000
19	60	28	24.2487	19	60	28	-14	19	60	28	-24.2487
22	110	25	23.4923	22	110	25	8.550503583	22	110	25	-23.4923
15	120	22	19.0526	15	120	22	11	15	120	22	-19.0526
21	160	28	9.5766	21	160	28	26.31139338	21	160	28	-9.5766

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 100°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-21.6129	23	300	23	-7.866463296	23	300	23	21.6129
16	240	28	-21.4492	16	240	28	17.99805307	16	240	28	21.4492
21	200	25	-4.3412	21	200	25	24.62019383	21	200	25	4.3412
15	120	24	22.5526	15	120	24	8.20848344	15	120	24	-22.5526
21	90	24	23.6354	21	90	24	-4.167556264	21	90	24	-23.6354
19	350	22	-7.5244	19	350	22	-20.67323766	19	350	22	7.5244
22	180	29	5.0358	22	180	29	28.55942484	22	180	29	-5.0358
19	60	28	21.4492	19	60	28	-17.99805307	19	60	28	-21.4492
22	110	25	24.6202	22	110	25	4.341204442	22	110	25	-24.6202
15	120	22	20.6732	15	120	22	7.524443153	15	120	22	-20.6732
21	160	28	14.0000	21	160	28	24.24871131	21	160	28	-14.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 110°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-22.6506	23	300	23	-3.993908086	23	300	23	22.6506
16	240	28	-17.9981	16	240	28	21.44924441	16	240	28	17.9981
21	200	25	0.0000	21	200	25	25	21	200	25	0.0000
15	120	24	23.6354	15	120	24	4.167556264	15	120	24	-23.6354
21	90	24	22.5526	21	90	24	-8.20848344	21	90	24	-22.5526
19	350	22	-11.0000	19	350	22	-19.05255888	19	350	22	11.0000
22	180	29	9.9186	22	180	29	27.251086	22	180	29	-9.9186
19	60	28	17.9981	19	60	28	-21.44924441	19	60	28	-17.9981
22	110	25	25.0000	22	110	25	0	22	110	25	-25.0000
15	120	22	21.6658	15	120	22	3.820259909	15	120	22	-21.6658
21	160	28	17.9981	21	160	28	21.44924441	21	160	28	-17.9981

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 120°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-23.0000	23	300	23	2.81784E-15	23	300	23	23.0000
16	240	28	-14.0000	16	240	28	24.24871131	16	240	28	14.0000
21	200	25	4.3412	21	200	25	24.62019383	21	200	25	-4.3412
15	120	24	24.0000	15	120	24	0	15	120	24	-24.0000
21	90	24	20.7846	21	90	24	-12	21	90	24	-20.7846
19	350	22	-14.1413	19	350	22	-16.85297775	19	350	22	14.1413
22	180	29	14.5000	22	180	29	25.11473671	22	180	29	-14.5000
19	60	28	14.0000	19	60	28	-24.24871131	19	60	28	-14.0000
22	110	25	24.6202	22	110	25	-4.341204442	22	110	25	-24.6202
15	120	22	22.0000	15	120	22	0	15	120	22	-22.0000
21	160	28	21.4492	21	160	28	17.99805307	21	160	28	-21.4492

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 130°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-22.6506	23	300	23	3.993908086	23	300	23	22.6506
16	240	28	-9.5766	16	240	28	26.31139338	16	240	28	9.5766
21	200	25	8.5505	21	200	25	23.49231552	21	200	25	-8.5505
15	120	24	23.6354	15	120	24	-4.167556264	15	120	24	-23.6354
21	90	24	18.3851	21	90	24	-15.42690263	21	90	24	-18.3851
19	350	22	-16.8530	19	350	22	-14.14132741	19	350	22	16.8530
22	180	29	18.6408	22	180	29	22.21528885	22	180	29	-18.6408
19	60	28	9.5766	19	60	28	-26.31139338	19	60	28	-9.5766
22	110	25	23.4923	22	110	25	-8.550503583	22	110	25	-23.4923
15	120	22	21.6658	15	120	22	-3.820259909	15	120	22	-21.6658
21	160	28	24.2487	21	160	28	14	21	160	28	-24.2487

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 140°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-21.6129	23	300	23	7.866463296	23	300	23	21.6129
16	240	28	-4.8621	16	240	28	27.57461708	16	240	28	4.8621
21	200	25	12.5000	21	200	25	21.65063509	21	200	25	-12.5000
15	120	24	22.5526	15	120	24	-8.20848344	15	120	24	-22.5526
21	90	24	15.4269	21	90	24	-18.38506663	21	90	24	-15.4269
19	350	22	-19.0526	19	350	22	-11	19	350	22	19.0526
22	180	29	22.2153	22	180	29	18.64084068	22	180	29	-22.2153
19	60	28	4.8621	19	60	28	-27.57461708	19	60	28	-4.8621
22	110	25	21.6506	22	110	25	-12.5	22	110	25	-21.6506
15	120	22	20.6732	15	120	22	-7.524443153	15	120	22	-20.6732
21	160	28	26.3114	21	160	28	9.576564013	21	160	28	-26.3114

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 150°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-19.9186	23	300	23	11.5	23	300	23	19.9186
16	240	28	0.0000	16	240	28	28	16	240	28	0.0000
21	200	25	16.0697	21	200	25	19.15111108	21	200	25	-16.0697
15	120	24	20.7846	15	120	24	-12	15	120	24	-20.7846
21	90	24	12.0000	21	90	24	-20.78460969	21	90	24	-12.0000
19	350	22	-20.6732	19	350	22	-7.524443153	19	350	22	20.6732
22	180	29	25.1147	22	180	29	14.5	22	180	29	-25.1147
19	60	28	0.0000	19	60	28	-28	19	60	28	0.0000
22	110	25	19.1511	22	110	25	-16.06969024	22	110	25	-19.1511
15	120	22	19.0526	15	120	22	-11	15	120	22	-19.0526
21	160	28	27.5746	21	160	28	4.862148975	21	160	28	-27.5746

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 160°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-17.6190	23	300	23	14.78411502	23	300	23	17.6190
16	240	28	4.8621	16	240	28	27.57461708	16	240	28	-4.8621
21	200	25	19.1511	21	200	25	16.06969024	21	200	25	-19.1511
15	120	24	18.3851	15	120	24	-15.42690263	15	120	24	-18.3851
21	90	24	8.2085	21	90	24	-22.5526229	21	90	24	-8.2085
19	350	22	-21.6658	19	350	22	-3.820259909	19	350	22	21.6658
22	180	29	27.2511	22	180	29	9.918584156	22	180	29	-27.2511
19	60	28	-4.8621	19	60	28	-27.57461708	19	60	28	4.8621
22	110	25	16.0697	22	110	25	-19.15111108	22	110	25	-16.0697
15	120	22	16.8530	15	120	22	-14.14132741	15	120	22	-16.8530
21	160	28	28.0000	21	160	28	0	21	160	28	-28.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 170°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-14.7841	23	300	23	17.61902219	23	300	23	14.7841
16	240	28	9.5766	16	240	28	26.31139338	16	240	28	-9.5766
21	200	25	21.6506	21	200	25	12.5	21	200	25	-21.6506
15	120	24	15.4269	15	120	24	-18.38506663	15	120	24	-15.4269
21	90	24	4.1676	21	90	24	-23.63538607	21	90	24	-4.1676
19	350	22	-22.0000	19	350	22	2.69533E-15	19	350	22	22.0000
22	180	29	28.5594	22	180	29	5.035797152	22	180	29	-28.5594
19	60	28	-9.5766	19	60	28	-26.31139338	19	60	28	9.5766
22	110	25	12.5000	22	110	25	-21.65063509	22	110	25	-12.5000
15	120	22	14.1413	15	120	22	-16.85297775	15	120	22	-14.1413
21	160	28	27.5746	21	160	28	-4.862148975	21	160	28	-27.5746

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 180°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-11.5000	23	300	23	19.91858429	23	300	23	11.5000
16	240	28	14.0000	16	240	28	24.24871131	16	240	28	-14.0000
21	200	25	23.4923	21	200	25	8.550503583	21	200	25	-23.4923
15	120	24	12.0000	15	120	24	-20.78460969	15	120	24	-12.0000
21	90	24	0.0000	21	90	24	-24	21	90	24	0.0000
19	350	22	-21.6658	19	350	22	3.820259909	19	350	22	21.6658
22	180	29	29.0000	22	180	29	0	22	180	29	-29.0000
19	60	28	-14.0000	19	60	28	-24.24871131	19	60	28	14.0000
22	110	25	8.5505	22	110	25	-23.49231552	22	110	25	-8.5505
15	120	22	11.0000	15	120	22	-19.05255888	15	120	22	-11.0000
21	160	28	26.3114	21	160	28	-9.576564013	21	160	28	-26.3114

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 190°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-7.8665	23	300	23	21.61293028	23	300	23	7.8665
16	240	28	17.9981	16	240	28	21.44924441	16	240	28	-17.9981
21	200	25	24.6202	21	200	25	4.341204442	21	200	25	-24.6202
15	120	24	8.2085	15	120	24	-22.5526229	15	120	24	-8.2085
21	90	24	-4.1676	21	90	24	-23.63538607	21	90	24	4.1676
19	350	22	-20.6732	19	350	22	7.524443153	19	350	22	20.6732
22	180	29	28.5594	22	180	29	-5.035797152	22	180	29	-28.5594
19	60	28	-17.9981	19	60	28	-21.44924441	19	60	28	17.9981
22	110	25	4.3412	22	110	25	-24.62019383	22	110	25	-4.3412
15	120	22	7.5244	15	120	22	-20.67323766	15	120	22	-7.5244
21	160	28	24.2487	21	160	28	-14	21	160	28	-24.2487

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 200°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	-3.9939	23	300	23	22.65057832	23	300	23	3.9939
16	240	28	21.4492	16	240	28	17.99805307	16	240	28	-21.4492
21	200	25	25.0000	21	200	25	0	21	200	25	-25.0000
15	120	24	4.1676	15	120	24	-23.63538607	15	120	24	-4.1676
21	90	24	-8.2085	21	90	24	-22.5526229	21	90	24	8.2085
19	350	22	-19.0526	19	350	22	11	19	350	22	19.0526
22	180	29	27.2511	22	180	29	-9.918584156	22	180	29	-27.2511
19	60	28	-21.4492	19	60	28	-17.99805307	19	60	28	21.4492
22	110	25	0.0000	22	110	25	-25	22	110	25	0.0000
15	120	22	3.8203	15	120	22	-21.66577057	15	120	22	-3.8203
21	160	28	21.4492	21	160	28	-17.99805307	21	160	28	-21.4492

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 210°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	0.0000	23	300	23	23	23	300	23	0.0000
16	240	28	24.2487	16	240	28	14	16	240	28	-24.2487
21	200	25	24.6202	21	200	25	-4.341204442	21	200	25	-24.6202
15	120	24	0.0000	15	120	24	-24	15	120	24	0.0000
21	90	24	-12.0000	21	90	24	-20.78460969	21	90	24	12.0000
19	350	22	-16.8530	19	350	22	14.14132741	19	350	22	16.8530
22	180	29	25.1147	22	180	29	-14.5	22	180	29	-25.1147
19	60	28	-24.2487	19	60	28	-14	19	60	28	24.2487
22	110	25	-4.3412	22	110	25	-24.62019383	22	110	25	4.3412
15	120	22	0.0000	15	120	22	-22	15	120	22	0.0000
21	160	28	17.9981	21	160	28	-21.44924441	21	160	28	-17.9981

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 220°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	3.9939	23	300	23	22.65057832	23	300	23	-3.9939
16	240	28	26.3114	16	240	28	9.576564013	16	240	28	-26.3114
21	200	25	23.4923	21	200	25	-8.550503583	21	200	25	-23.4923
15	120	24	-4.1676	15	120	24	-23.63538607	15	120	24	4.1676
21	90	24	-15.4269	21	90	24	-18.38506663	21	90	24	15.4269
19	350	22	-14.1413	19	350	22	16.85297775	19	350	22	14.1413
22	180	29	22.2153	22	180	29	-18.64084068	22	180	29	-22.2153
19	60	28	-26.3114	19	60	28	-9.576564013	19	60	28	26.3114
22	110	25	-8.5505	22	110	25	-23.49231552	22	110	25	8.5505
15	120	22	-3.8203	15	120	22	-21.66577057	15	120	22	3.8203
21	160	28	14.0000	21	160	28	-24.24871131	21	160	28	-14.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 230°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	7.8665	23	300	23	21.61293028	23	300	23	-7.8665
16	240	28	27.5746	16	240	28	4.862148975	16	240	28	-27.5746
21	200	25	21.6506	21	200	25	-12.5	21	200	25	-21.6506
15	120	24	-8.2085	15	120	24	-22.5526229	15	120	24	8.2085
21	90	24	-18.3851	21	90	24	-15.42690263	21	90	24	18.3851
19	350	22	-11.0000	19	350	22	19.05255888	19	350	22	11.0000
22	180	29	18.6408	22	180	29	-22.21528885	22	180	29	-18.6408
19	60	28	-27.5746	19	60	28	-4.862148975	19	60	28	27.5746
22	110	25	-12.5000	22	110	25	-21.65063509	22	110	25	12.5000
15	120	22	-7.5244	15	120	22	-20.67323766	15	120	22	7.5244
21	160	28	9.5766	21	160	28	-26.31139338	21	160	28	-9.5766

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 240°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	11.5000	23	300	23	19.91858429	23	300	23	-11.5000
16	240	28	28.0000	16	240	28	0	16	240	28	-28.0000
21	200	25	19.1511	21	200	25	-16.06969024	21	200	25	-19.1511
15	120	24	-12.0000	15	120	24	-20.78460969	15	120	24	12.0000
21	90	24	-20.7846	21	90	24	-12	21	90	24	20.7846
19	350	22	-7.5244	19	350	22	20.67323766	19	350	22	7.5244
22	180	29	14.5000	22	180	29	-25.11473671	22	180	29	-14.5000
19	60	28	-28.0000	19	60	28	-3.43042E-15	19	60	28	28.0000
22	110	25	-16.0697	22	110	25	-19.15111108	22	110	25	16.0697
15	120	22	-11.0000	15	120	22	-19.05255888	15	120	22	11.0000
21	160	28	4.8621	21	160	28	-27.57461708	21	160	28	-4.8621

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 250°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	14.7841	23	300	23	17.61902219	23	300	23	-14.7841
16	240	28	27.5746	16	240	28	-4.862148975	16	240	28	-27.5746
21	200	25	16.0697	21	200	25	-19.15111108	21	200	25	-16.0697
15	120	24	-15.4269	15	120	24	-18.38506663	15	120	24	15.4269
21	90	24	-22.5526	21	90	24	-8.20848344	21	90	24	22.5526
19	350	22	-3.8203	19	350	22	21.66577057	19	350	22	3.8203
22	180	29	9.9186	22	180	29	-27.251086	22	180	29	-9.9186
19	60	28	-27.5746	19	60	28	4.862148975	19	60	28	27.5746
22	110	25	-19.1511	22	110	25	-16.06969024	22	110	25	19.1511
15	120	22	-14.1413	15	120	22	-16.85297775	15	120	22	14.1413
21	160	28	0.0000	21	160	28	-28	21	160	28	0.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 260°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	17.6190	23	300	23	14.78411502	23	300	23	-17.6190
16	240	28	26.3114	16	240	28	-9.576564013	16	240	28	-26.3114
21	200	25	12.5000	21	200	25	-21.65063509	21	200	25	-12.5000
15	120	24	-18.3851	15	120	24	-15.42690263	15	120	24	18.3851
21	90	24	-23.6354	21	90	24	-4.167556264	21	90	24	23.6354
19	350	22	0.0000	19	350	22	22	19	350	22	0.0000
22	180	29	5.0358	22	180	29	-28.55942484	22	180	29	-5.0358
19	60	28	-26.3114	19	60	28	9.576564013	19	60	28	26.3114
22	110	25	-21.6506	22	110	25	-12.5	22	110	25	21.6506
15	120	22	-16.8530	15	120	22	-14.14132741	15	120	22	16.8530
21	160	28	-4.8621	21	160	28	-27.57461708	21	160	28	4.8621

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 270°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	19.9186	23	300	23	11.5	23	300	23	-19.9186
16	240	28	24.2487	16	240	28	-14	16	240	28	-24.2487
21	200	25	8.5505	21	200	25	-23.49231552	21	200	25	-8.5505
15	120	24	-20.7846	15	120	24	-12	15	120	24	20.7846
21	90	24	-24.0000	21	90	24	-2.94036E-15	21	90	24	24.0000
19	350	22	3.8203	19	350	22	21.66577057	19	350	22	-3.8203
22	180	29	0.0000	22	180	29	-29	22	180	29	0.0000
19	60	28	-24.2487	19	60	28	14	19	60	28	24.2487
22	110	25	-23.4923	22	110	25	-8.550503583	22	110	25	23.4923
15	120	22	-19.0526	15	120	22	-11	15	120	22	19.0526
21	160	28	-9.5766	21	160	28	-26.31139338	21	160	28	9.5766

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 280°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	21.6129	23	300	23	14.78411502	23	300	23	-21.6129
16	240	28	21.4492	16	240	28	-9.576564013	16	240	28	-21.4492
21	200	25	4.3412	21	200	25	-21.65063509	21	200	25	-4.3412
15	120	24	-22.5526	15	120	24	-15.42690263	15	120	24	-22.5526
21	90	24	-23.6354	21	90	24	-4.167556264	21	90	24	23.6354
19	350	22	7.5244	19	350	22	22	19	350	22	-7.5244
22	180	29	-5.0358	22	180	29	-28.55942484	22	180	29	5.0358
19	60	28	-21.4492	19	60	28	9.576564013	19	60	28	21.4492
22	110	25	-24.6202	22	110	25	-12.5	22	110	25	24.6202
15	120	22	-20.6732	15	120	22	-14.14132741	15	120	22	20.6732
21	160	28	-14.0000	21	160	28	-27.57461708	21	160	28	14.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 290°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	22.6506	23	300	23	3.993908086	23	300	23	-22.6506
16	240	28	17.9981	16	240	28	-21.44924441	16	240	28	-17.9981
21	200	25	0.0000	21	200	25	-25	21	200	25	0.0000
15	120	24	-23.6354	15	120	24	-4.167556264	15	120	24	23.6354
21	90	24	-22.5526	21	90	24	8.20848344	21	90	24	22.5526
19	350	22	11.0000	19	350	22	19.05255888	19	350	22	-11.0000
22	180	29	-9.9186	22	180	29	-27.251086	22	180	29	9.9186
19	60	28	-17.9981	19	60	28	21.44924441	19	60	28	17.9981
22	110	25	-25.0000	22	110	25	-3.06287E-15	22	110	25	25.0000
15	120	22	-21.6658	15	120	22	-3.820259909	15	120	22	21.6658
21	160	28	-17.9981	21	160	28	-21.44924441	21	160	28	17.9981

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 300°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	23.0000	23	300	23	0	23	300	23	-23.0000
16	240	28	14.0000	16	240	28	-24.24871131	16	240	28	-14.0000
21	200	25	-4.3412	21	200	25	-24.62019383	21	200	25	4.3412
15	120	24	-24.0000	15	120	24	-2.94036E-15	15	120	24	24.0000
21	90	24	-20.7846	21	90	24	12	21	90	24	20.7846
19	350	22	14.1413	19	350	22	16.85297775	19	350	22	-14.1413
22	180	29	-14.5000	22	180	29	-25.11473671	22	180	29	14.5000
19	60	28	-14.0000	19	60	28	24.24871131	19	60	28	14.0000
22	110	25	-24.6202	22	110	25	4.341204442	22	110	25	24.6202
15	120	22	-22.0000	15	120	22	-2.69533E-15	15	120	22	22.0000
21	160	28	-21.4492	21	160	28	-17.99805307	21	160	28	21.4492

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 310°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	22.6506	23	300	23	-3.993908086	23	300	23	-22.6506
16	240	28	9.5766	16	240	28	-26.31139338	16	240	28	-9.5766
21	200	25	-8.5505	21	200	25	-23.49231552	21	200	25	8.5505
15	120	24	-23.6354	15	120	24	4.167556264	15	120	24	23.6354
21	90	24	-18.3851	21	90	24	15.42690263	21	90	24	18.3851
19	350	22	16.8530	19	350	22	14.14132741	19	350	22	-16.8530
22	180	29	-18.6408	22	180	29	-22.21528885	22	180	29	18.6408
19	60	28	-9.5766	19	60	28	26.31139338	19	60	28	9.5766
22	110	25	-23.4923	22	110	25	8.550503583	22	110	25	23.4923
15	120	22	-21.6658	15	120	22	3.820259909	15	120	22	21.6658
21	160	28	-24.2487	21	160	28	-14	21	160	28	24.2487

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 320°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	21.6129	23	300	23	-7.866463296	23	300	23	-21.6129
16	240	28	4.8621	16	240	28	-27.57461708	16	240	28	-4.8621
21	200	25	-12.5000	21	200	25	-21.65063509	21	200	25	12.5000
15	120	24	-22.5526	15	120	24	8.20848344	15	120	24	22.5526
21	90	24	-15.4269	21	90	24	18.38506663	21	90	24	15.4269
19	350	22	19.0526	19	350	22	11	19	350	22	-19.0526
22	180	29	-22.2153	22	180	29	-18.64084068	22	180	29	22.2153
19	60	28	-4.8621	19	60	28	27.57461708	19	60	28	4.8621
22	110	25	-21.6506	22	110	25	12.5	22	110	25	21.6506
15	120	22	-20.6732	15	120	22	7.524443153	15	120	22	20.6732
21	160	28	-26.3114	21	160	28	-9.576564013	21	160	28	26.3114

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 330°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	19.9186	23	300	23	-11.5	23	300	23	-19.9186
16	240	28	0.0000	16	240	28	-27.57461708	16	240	28	0.0000
21	200	25	-16.0697	21	200	25	-21.65063509	21	200	25	16.0697
15	120	24	-20.7846	15	120	24	8.20848344	15	120	24	20.7846
21	90	24	-12.0000	21	90	24	18.38506663	21	90	24	12.0000
19	350	22	20.6732	19	350	22	11	19	350	22	-20.6732
22	180	29	-25.1147	22	180	29	-18.64084068	22	180	29	25.1147
19	60	28	0.0000	19	60	28	27.57461708	19	60	28	0.0000
22	110	25	-19.1511	22	110	25	12.5	22	110	25	19.1511
15	120	22	-19.0526	15	120	22	7.524443153	15	120	22	19.0526
21	160	28	-27.5746	21	160	28	-9.576564013	21	160	28	27.5746

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 340°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	17.6190	23	300	23	-14.78411502	23	300	23	-17.6190
16	240	28	-4.8621	16	240	28	-27.57461708	16	240	28	4.8621
21	200	25	-19.1511	21	200	25	-16.06969024	21	200	25	19.1511
15	120	24	-18.3851	15	120	24	15.42690263	15	120	24	18.3851
21	90	24	-8.2085	21	90	24	22.5526229	21	90	24	8.2085
19	350	22	21.6658	19	350	22	3.820259909	19	350	22	-21.6658
22	180	29	-27.2511	22	180	29	-9.918584156	22	180	29	27.2511
19	60	28	4.8621	19	60	28	27.57461708	19	60	28	-4.8621
22	110	25	-16.0697	22	110	25	19.15111108	22	110	25	16.0697
15	120	22	-16.8530	15	120	22	14.14132741	15	120	22	16.8530
21	160	28	-28.0000	21	160	28	-3.43042E-15	21	160	28	28.0000

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 350°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	14.7841	23	300	23	-17.61902219	23	300	23	-14.7841
16	240	28	-9.5766	16	240	28	-26.31139338	16	240	28	9.5766
21	200	25	-21.6506	21	200	25	-12.5	21	200	25	21.6506
15	120	24	-15.4269	15	120	24	18.38506663	15	120	24	15.4269
21	90	24	-4.1676	21	90	24	23.63538607	21	90	24	4.1676
19	350	22	22.0000	19	350	22	0	19	350	22	-22.0000
22	180	29	-28.5594	22	180	29	-5.035797152	22	180	29	28.5594
19	60	28	9.5766	19	60	28	26.31139338	19	60	28	-9.5766
22	110	25	-12.5000	22	110	25	21.65063509	22	110	25	12.5000
15	120	22	-14.1413	15	120	22	16.85297775	15	120	22	14.1413
21	160	28	-27.5746	21	160	28	4.862148975	21	160	28	27.5746

PERHITUNGAN HEADWIND-CROSSWIND-TAILWIND DATA ABOVE AVERAGE BANDARA SEMARANG ARAH RUNWAY 360°											
HEADWIND				CROSSWIND				TAILWIND			
Hour	DIR	WS	HW	Hour	DIR	WS	CW	Hour	DIR	WS	TW
23	300	23	11.5000	23	300	23	-19.91858429	23	300	23	-11.5000
16	240	28	-14.0000	16	240	28	-24.24871131	16	240	28	14.0000
21	200	25	-23.4923	21	200	25	-8.550503583	21	200	25	23.4923
15	120	24	-12.0000	15	120	24	20.78460969	15	120	24	12.0000
21	90	24	0.0000	21	90	24	24	21	90	24	0.0000
19	350	22	21.6658	19	350	22	-3.820259909	19	350	22	-21.6658
22	180	29	-29.0000	22	180	29	-3.55293E-15	22	180	29	29.0000
19	60	28	14.0000	19	60	28	24.24871131	19	60	28	-14.0000
22	110	25	-8.5505	22	110	25	23.49231552	22	110	25	8.5505
15	120	22	-11.0000	15	120	22	19.05255888	15	120	22	11.0000
21	160	28	-26.3114	21	160	28	9.576564013	21	160	28	26.3114

Tabel 3. Hasil Perhitungan Utilisasi Runway Bandara Cilacap Pada Setiap Arah.

Runway orientation (degree)	Wind coverage (%)	Max crosswind from left (user units)	Max crosswind from right (user units)
0	99.95555185	22	18.35
10	99.95277384	22	20.8
20	99.96110787	21	21.52
30	99.96666389	22	21
40	99.96110787	21	21.52
50	99.96388588	18	20.8
60	99.97221991	21	18
70	99.96388588	22	16.5
80	99.96388588	21	13.22
90	99.95277384	22	10
100	99.94999583	21	13.22
110	99.94999583	22	16.4
120	99.95277384	21	18.35
130	99.94166181	21	20.8
140	99.94721782	21	21.52
150	99.94166181	18	21
160	99.95277384	16	21
170	99.96110787	16	21
180	99.95555185	18	21.52
190	99.95277384	21	21.52
200	99.96110787	22	21
210	99.96666389	21	21
220	99.96110787	22	20.8
230	99.96388588	21	18.35
240	99.97221991	18	20.8
250	99.96388588	16	21.52
260	99.96388588	13	21
270	99.95277384	10	21.52
280	99.94999583	14	20.8
290	99.94999583	16	21.52
300	99.95277384	18	21
310	99.94166181	21	21.52
320	99.94721782	22	20.8
330	99.94166181	21	18.35
340	99.95277384	21	16.4
350	99.96110787	21	16.4

Tabel 4. Hasil Perhitungan Utilisasi Runway Bandara Semarang Pada Setiap Arah.

Runway orientation (degree)	Wind coverage (%)	Max crosswind from left (user units)	Max crosswind from right (user units)
0	99.9600894	20.83	37.3
10	99.96807152	18.35	21.6
20	99.94412516	16.49	22.6
30	99.94412516	13.22	22.6
40	99.94412516	10	22.6
50	99.95210728	13.22	21.6
60	99.95210728	16.4	20.6
70	99.93614304	18.35	22.2
80	99.90421456	20.8	37.3
90	99.90421456	21.52	23
100	99.91219668	21	10
110	99.9201788	21.52	13.8
120	99.92816092	20.8	16.4
130	99.92816092	18.35	18.3
140	99.93614304	16.5	20.8
150	99.9600894	13.22	21.52
160	99.98403576	10	21
170	99.98403576	23.7	21.52
180	99.9600894	37	20.8
190	99.96807152	21.64	18.3
200	99.94412516	22	16.49
210	99.94412516	23	13.22
220	99.94412516	22	10
230	99.95210728	21	13.2
240	99.95210728	20.6	16.4
250	99.93614304	22.2	18.35
260	99.90421456	17.5	20.8
270	99.90421456	23	21.52
280	99.91219668	10	21
290	99.9201788	13	21.52
300	99.92816092	16	20.8
310	99.92816092	18.3	18.3
320	99.93614304	20.83	16.49
330	99.9600894	21.52	13.22
340	99.98403576	21	10
350	99.98403576	21.52	23.3

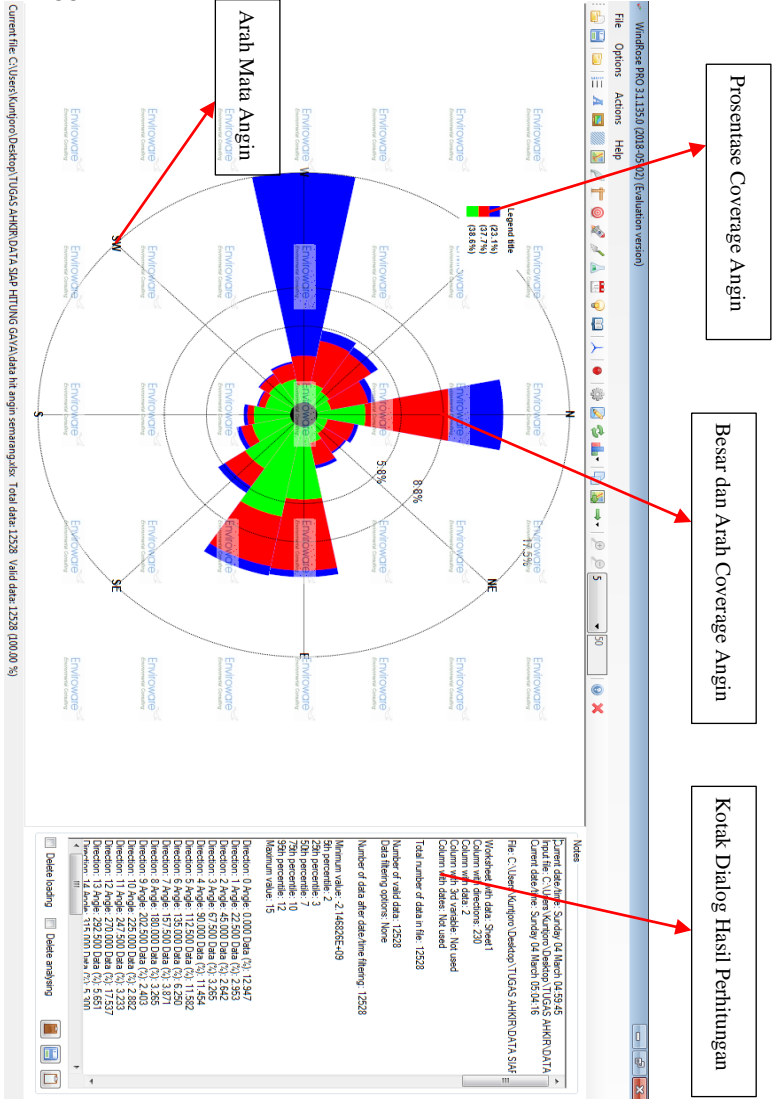
Tabel 5. Hasil Perhitungan Crosswind Maksimum Bandara Cilacap Setiap 10°.

Max headwind (user units)	Max tailwind (user units)
10	21.52
13.22	20.8
16.49	21.52
18.35	21
20.8	21.52
21.52	20.8
21	18.35
21	16.49
21	16.49
21.52	18.35
21.52	20.8
21	21.52
21.52	21
20.8	21.52
18.3	20.83
20.8	18.35
21.52	16.49
21	13.22
21.52	10
20.83	13.22
21.52	16.49
21	18.3
21.52	20.8
20.8	21.52
18.3	21
16.49	21
16.49	21
18.3	21.52
20.8	21.52
21.52	21
21	21.52
21.52	20.8
20.8	18.3
18.3	20.8
16.49	21.52
13.22	21

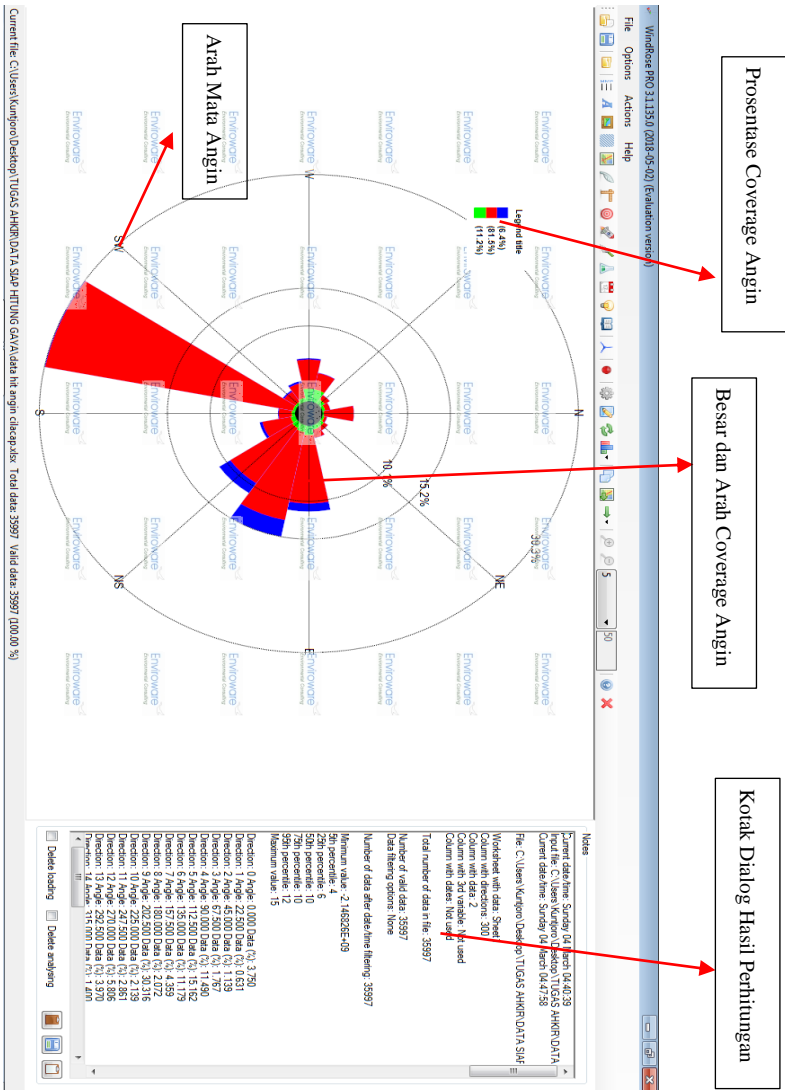
Tabel 6. Hasil Perhitungan Crosswind Maksimum Bandara Semarang Setiap 10°.

Max headwind (user units)	Max tailwind (user units)
23.3	21.52
10	21
13.22	21.52
16.4	20.83
18.3	18.35
20.8	16.49
21.52	13.22
21	10
21.52	23.3
20.8	37.3
18.3	21.6
16.4	22.65
13.22	23
10	22.65
13.22	21.62
16.49	20.67
18.35	22.21
20.8	37.3
21.52	23.3
21	10
21.52	13.22
20.8	16.49
18.35	18.3
16.49	20.83
13.22	21.52
10	21
23.3	21.52
37.3	20.83
21.6	18.3
22.65	16.49
23	13.22
22.65	10
21.6	13.22
20.6	16.49
21.22	18.35
37.3	20.83

Gambar 1. Hasil Perhitungan Data Angin Semarang Menggunakan WindRose Pro3



Gambar 2. Hasil Perhitungan Data Angin Cilacap Menggunakan WindRose Pro3



BIODATA PENULIS



ArkoPutra.

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 26 Juni 1996, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmawanita ITS, SD Kertajaya XII Surabaya, SMPN 30 Surabaya dan SMAN 9 Surabaya. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan program sarjana (S1) di Departemen Teknik Sipil FTSLK – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Surabaya pada tahun 2014 melalui jalur SBMPTN. Penulis pernah aktif dalam berbagai kegiatan baik tingkat jurusan, fakultas maupun universitas. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai organisasi dalam kampus ITS yaitu, UKM Musik ITS dan Himpunan Mahasiswa Sipil ITS. Jika Pembaca ingin berdiskusi dengan penulis harap menghubungi melalui email : arkoputra@gmail.com