

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Klasifikasi Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7112-2005, dijelaskan bahwa Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) merupakan sebuah wilayah baik daratan maupun perairan dan di udara yang terletak di area kawasan bandar udara yang digunakan untuk mengatur operasional penerbangan yang menjadi jaminan keselamatan penerbangan. KKOP terbagi atas beberapa kawasan, yaitu :

1. Kawasan pendekatan dan lepas landas,
2. kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan,
3. kawasan di bawah permukaan horizontal dalam,
4. kawasan di bawah permukaan horizontal luar,
5. kawasan di bawah permukaan kerucut dan
6. kawasan permukaan transisi.

Titik acuan bandar udara (*Aerodrome Reference Point/ARP*) pada Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) menunjukkan posisi bandar udara terhadap koordinat geografis. Koordinat geografis tersebut merupakan titik dipermukaan bumi yang dinyatakan dalam lintang (L) dan bujur (B) mengacu kepada system koordinat dalam referensi *World Geodetic System 1984 (WGS'84)* dengan satuan derajat, menit, dan detik. Sistem kartesius digunakan sebagai sistem pada bandar udara (*Aerodrome*

Coordinate System /ACS) dengan referensi titik koordinat ($X = + 20.000$ m ; $Y = + 20.000$ m) terletak di garis perpotongan sumbu X yang berdekatan dengan salah satu garis sumbu *runway* dan garis sumbu Y tegak lurus garis X yang berada di ujung *runway* tersebut dengan catatan nantinya tidak akan diubah dengan menambah perpanjangan *runway*.

Sistem elevasi bandar udara (*Aerodrome Elevation System/AES*) pada Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) menggunakan sistem untuk menunjukkan ketinggian lokal bandar udara dimana pada ambang *runway* (ujung over run) titik yang terendah digunakan untuk titik referensi pada ketinggian titik disetiap kawasan dengan ukuran ketinggian ambang *runway* terendah adalah 0,00 m AES. Elevasi dasar yang dipergunakan di alat bantu navigasi penerbangan berada pada ketinggian dasar disuatu titik kawasan dibandingkan dengan permukaan laut rata-rata (*Mean Sea Level/MSL*).

Klasifikasi Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) bertujuan untuk menentukan dimensi Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP). Klasifikasi tersebut dibagi atas beberapa klasifikasi, yaitu :

1. *Instrument precision category I code number 1 dan 2,*
2. *Instrument precision category II code number 3 dan 4,*
3. *Instrument precision category III dan IV code number 3 dan d 4,*
4. *Instrument non precision code number 1 dan 2,*
5. *Instrument non precision code number 3,*

6. *Instrument non precision code number 4,*
7. *Non instrument code number 1,*
8. *Non instrument code number 2,*
9. *Non instrument code number 3, dan*
10. *Non instrument code number 4.*

Klasifikasi tersebut diambil dengan meninjau klasifikasi *runway* berupa kelengkapan berupa alat bantu navigasi penerbangan pada bandar udara dan dimensi *runway*. Adapun klasifikasi *runway* berdasarkan pada kelengkapan alat bantu navigasi penerbangan yang dimaksudkan meliputi :

a) *Instrument Precision*

Runway ini menggunakan alat bantu pendaratan *Instrument Landing System (ILS)* dan alat untuk membantu pendaratan visual sebagai alat pelengkap.

b) *Instrument non precision*

Runway ini menggunakan alat bantu navigasi penerbangan *Doppler Very High Frequency Directional Omni Range (DVOR)* dan alat bantu pendaratan visual.

c) *Non Instrument*

Runway yang menggunakan dengan alat bantu navigasi penerbangan *Non Directional Beacon (NDB)*.

Klasifikasi Pada kategori pengelompokan dimensi *runway* meliputi :

a) *Code number 1*

Panjang *runway* kurang dari 800 m.

b) *Code number 2*

Panjang *runway* 800 m atau lebih tetapi lebih kecil 1.200 m.

c) *Code number 3*

Panjang *runway* 1.200 m atau lebih tetapi lebih kecil 1.800 m.

d) *Code number 4*

Panjang *runway* 1.800 m atau lebih

Panjang dan ketinggian Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) tercantum pada menurut *Annex 14 Aerodromes dimensi data dimensi pada tabel 3.1* sebagai berikut.

Tabel 3.1 Dimensi dan Kemiringan KKOP

APPROACH RUNWAYS										
Surface and dimensions ^a	RUNWAY CLASSIFICATION									
	Non-instrument				Non-precision approach			Precision approach category		
	1	2	3	4	1,2	3	4	I	II or III	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	Code number	Code number	Code number
								1,2	3,4	3,4
								(9)	(10)	(11)
CONICAL										
Slope	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Height	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
INNER HORIZONTAL										
Height	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radius	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
INNER APPROACH										
Width	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m ^c	120 m ^c
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Length	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Slope	—	—	—	—	—	—	—	2.5%	2%	2%
APPROACH										
Length of inner edge	60 m	80 m	150 m	150 m	140 m	280 m	280 m	140 m	280 m	280 m
Distance from threshold	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
First section										
Length	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Slope	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%
Second section										
Length	—	—	—	—	—	3 600 m ^b	3 600 m ^b	12 000 m	3 600 m ^b	3 600 m ^b
Slope	—	—	—	—	—	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
Horizontal section										
Length	—	—	—	—	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b
Total length	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
TRANSITIONAL										
Slope	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
INNER TRANSITIONAL										
Slope	—	—	—	—	—	—	—	40%	33.3%	33.3%
BALKED LANDING SURFACE										
Length of inner edge	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m ^c	120 m ^c
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	c	1 800 m ^d	1 800 m ^d
Divergence (each side)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Slope	—	—	—	—	—	—	—	4%	3.33%	3.33%

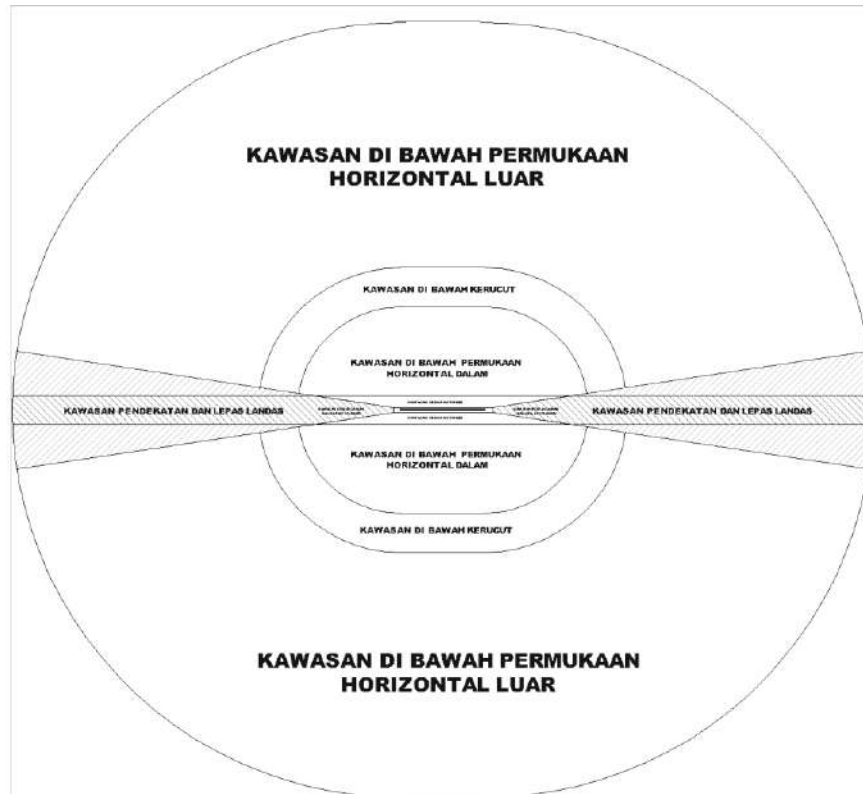
a. All dimensions are measured horizontally unless specified otherwise.
b. Variable length (see 4.2.9 or 4.2.17).
c. Distance to the end of strip.
d. Or end of runway whichever is less.
e. Where the code letter is F (Table 1-1), the width is increased to 140 m except for those aerodromes that accommodate a code letter F aeroplane equipped with digital avionics that provide steering commands to maintain an established track during the go-around manoeuvre.

Note.— See Circulars 301 and 345, and Chapter 4 of the PANS-Aerodromes, Part I (Doc 9981) for further information.

Sumber : Annex 14, ICAO

3.2. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan

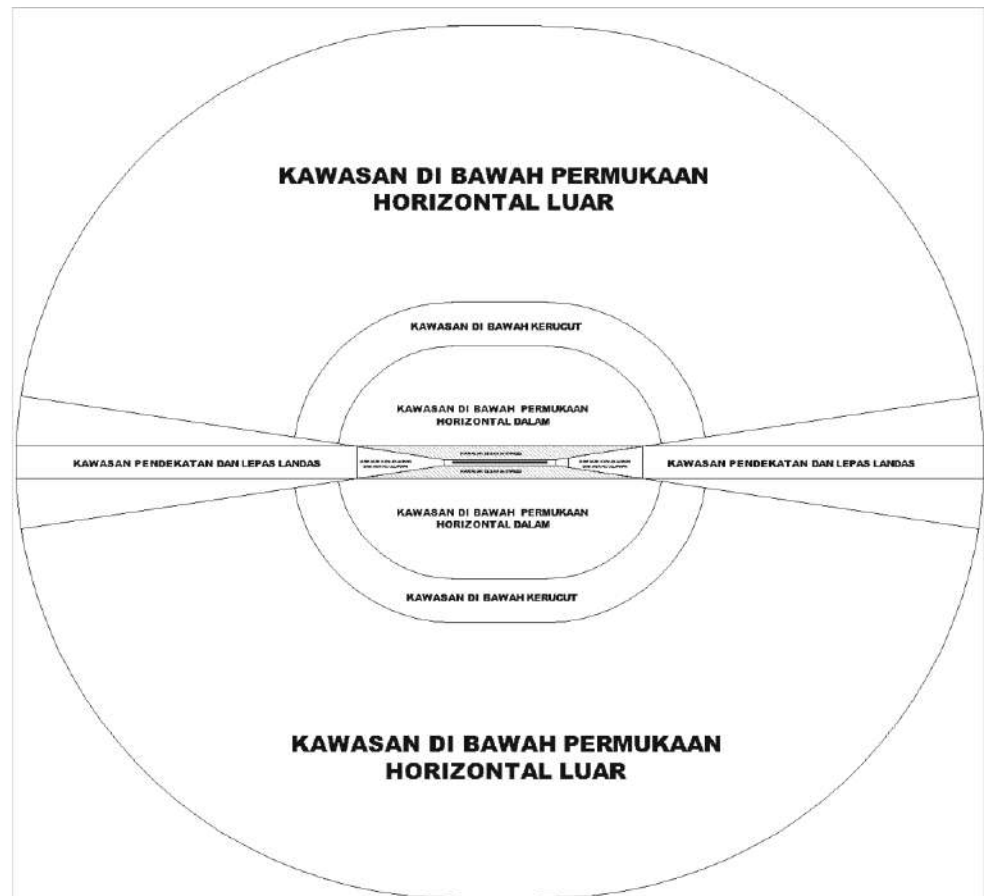
3.2.1 Kawasan pedekatan dan lepas landas



Gambar 3.1 Kawasan pedekatan dan lepas landas

Kawasan ini dibatasi jarak 60 m dari ujung *runway*, tepi bagian dalam ujung *runway* dekat dengan ujung permukaan utama, dan bagian dalamnya memiliki lebar tertentu (menyesuaikan klasifikasi *runway*). Area tersebut memiliki sudut yang melebar 10% atau 15% (menyesuaikan klasifikasi *runway*), dan garis yang berada ditengah merupakan perpanjangan dari garis tengah *runway* (arah horizontal), dan ujung area memiliki lebar tertentu.

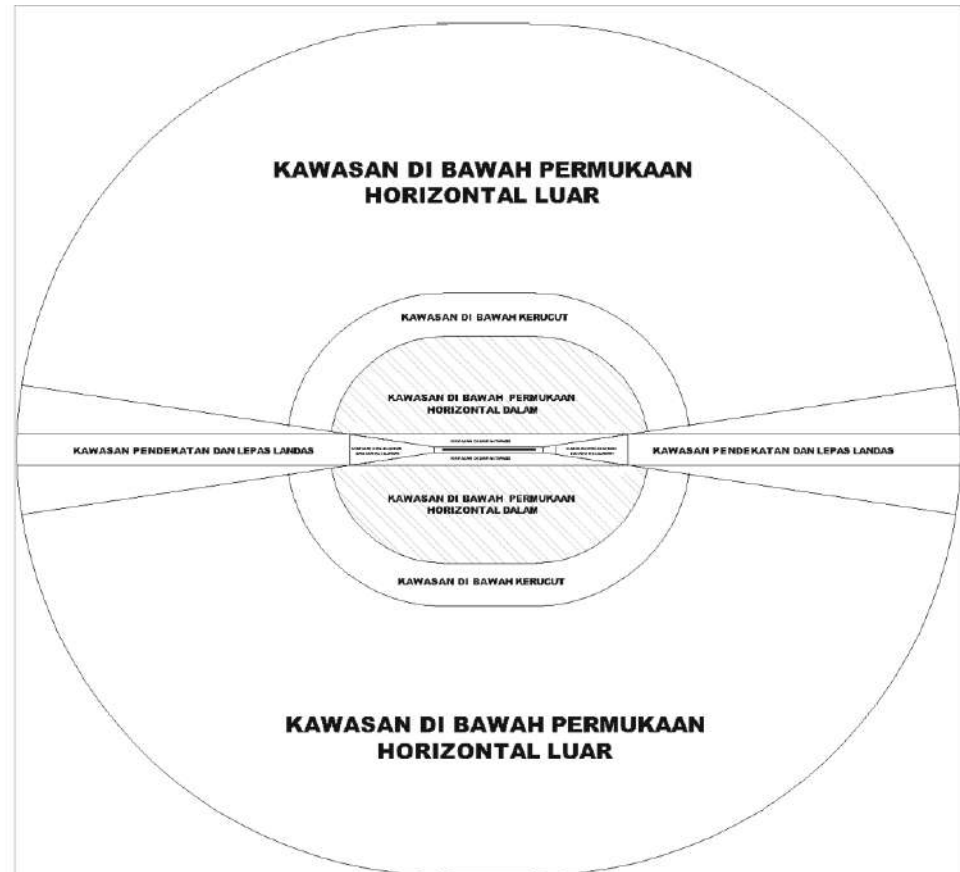
3.2.2 Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan



Gambar 3.2 Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan

Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan ini meluas secara teratur ke arah luar yang garis tengahnya ialah lanjutan dari garis tengah *runway* hingga lebar 660 m, 680 m, 750 m, 1150 m, 1200 m yang menyesuaikan klasifikasi *runway* dan jarak mendatar 3.000 m dari ujung bagian atas utama. Pada kawasan ini berukuran lebar 60 m, 80 m, 150 m, 300 m menyesuaikan klasifikasi *runway*, dibatasi sang tepi dalam yang berhimpit dengan ujung – ujung permukaan utama.

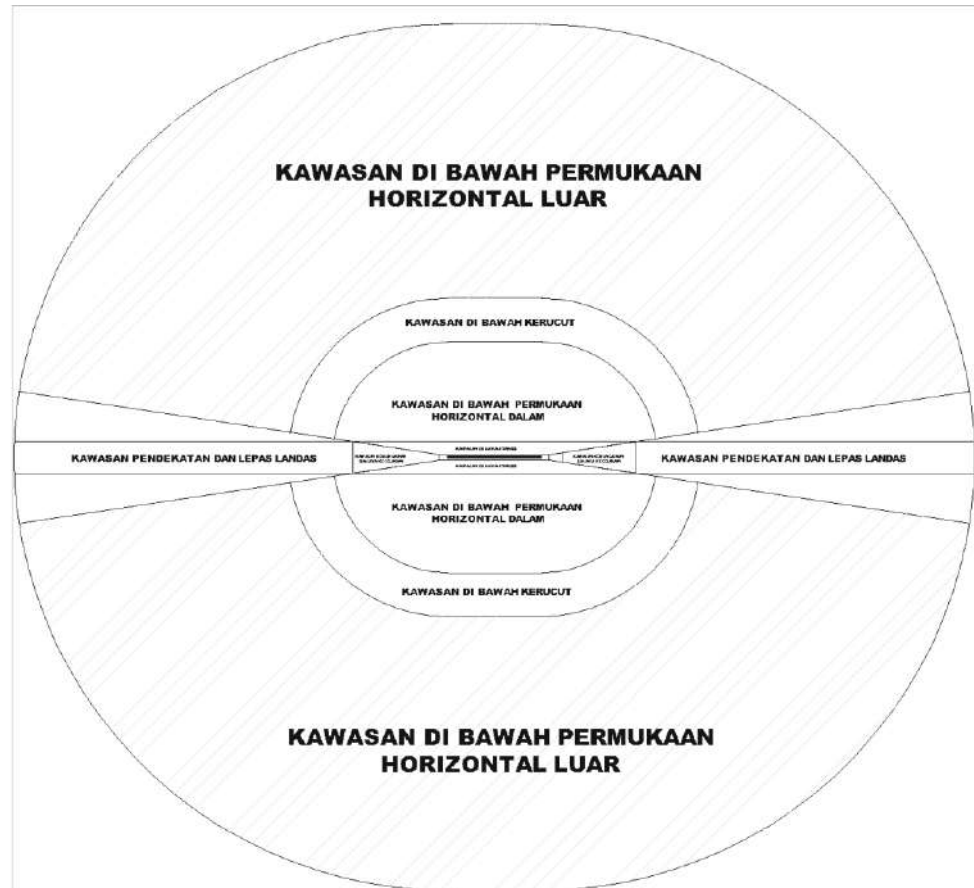
3.2.3 Kawasan di bawah permukaan horizontal dalam



Gambar 3.3 Kawasan di bawah permukaan horizontal dalam

Kawasan ini ialah kawasan dari titik tengah setiap ujung permukaan serta ditarik garis singgung pada kedua lingkaran yang saling berapit namun kawasan ini tidak termasuk kawasan pada bawah permukaan transisi dengan batas yaaitu bundar radius 2000 m , 2500 m , 3500 m , 4000 m menyesuaikan klasifikasi *runway*.

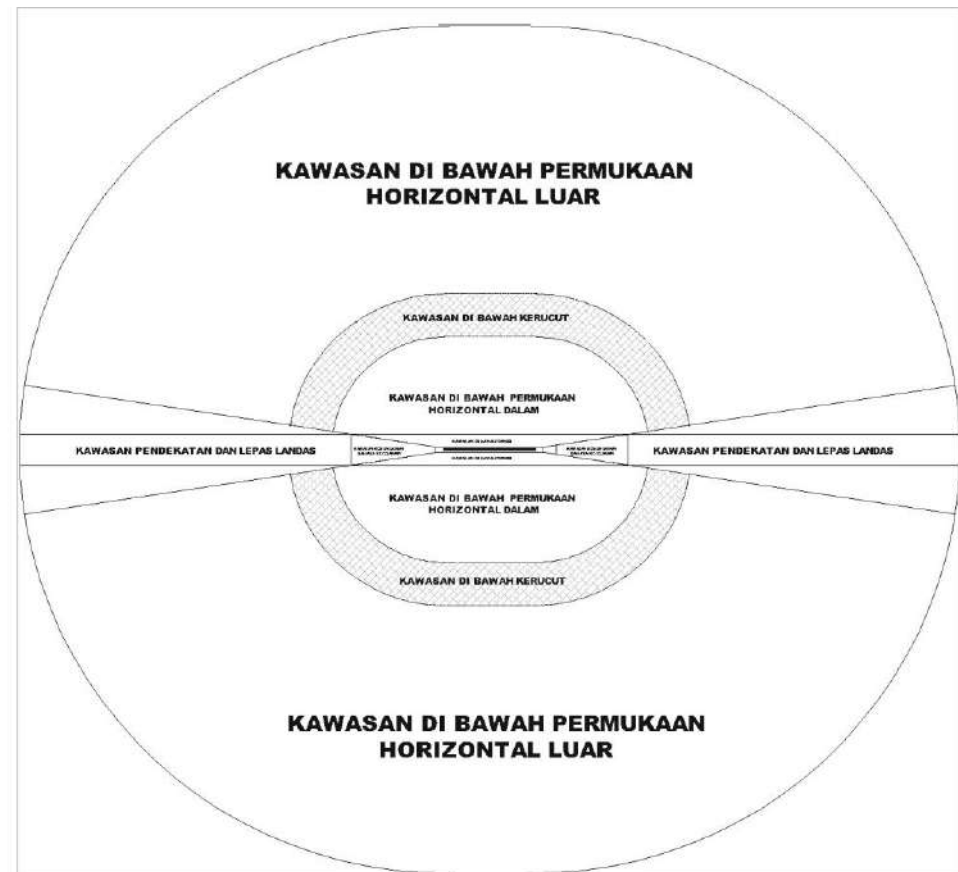
3.2.4 Kawasan di bawah permukaan horizontal luar



Gambar 3.4 Kawasan di bawah permukaan horizontal luar

Kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi, kawasan di bawah permukaan horizontal dalam, kawasan di bawah permukaan kerucut dengan batas berupa lingkaran radius 15.000 m dari setiap titik tengah ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berapit.

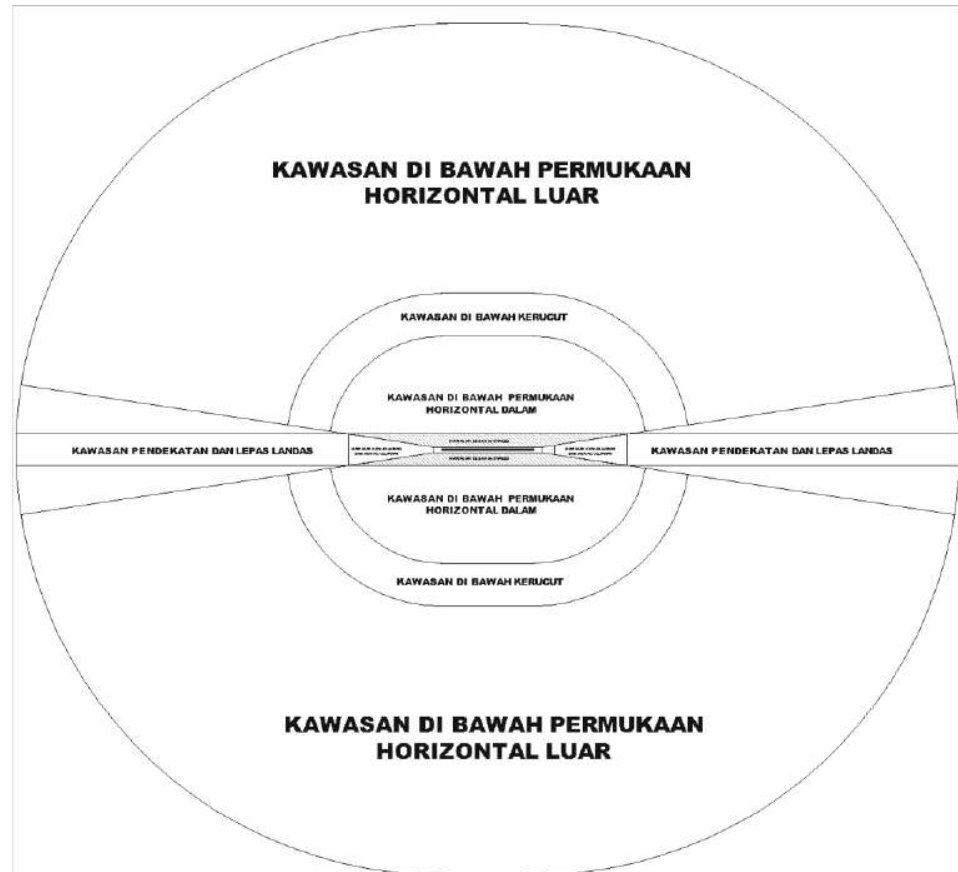
3.2.5 Kawasan di bawah kerucut



Gambar 3.5 Kawasan di bawah kerucut

Kawasan ini dibatasi dari tepi luar kawasan di bawah permukaan horizontal dalam Memperpanjang jarak horizontal 700 m atau 1100 m , 1200 , 1500 m , 2000 m menyesuaikan klasifikasi *runway* dengan kemiringan 5% menyesuaikan klasifikasi *runway*.

3.2.6 Kawasan di bawah transisi



Gambar 3.6 Kawasan di bawah transisi

Kawasan ini meluas keluar sampai jarak mendatar 225 m ataupun 315 m menyesuaikan klasifikasi *runway* dengan kemiringan 14,3% ataupun 20% yang juga menyesuaikan klasifikasi *runway*. Dibatasi oleh tepi dalam yang berdekatan dengan sisi panjang permukaan utama serta sisi permukaan pendekatan,

3.3. Ketinggian Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan

3.3.1 Batas-batas ketinggian pada kawasan pendekatan dan lepas landas

Batas-batas ini ditetapkan dari asal ketinggian titik terendah pertampalan (superimpose) permukaan pendekatan serta lepas landas, permukaan horizontal dalam, permukaan kerucut serta permukaan horizontal luar pada kawasan keselamatan operasi penerbangan.

3.3.2 Batas-batas ketinggian pada kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan

Batas-batas ini ditetapkan mulai ujung permukaan utama pada ketinggian setiap ambang *runway* sampai dengan ketinggian $(45 + H)$ m di atas elevasi ambang *runway* terendah sejauh jarak mendatar 3.000 m dari permukaan utama melewati perpanjangan garis tengah *runway* dengan kemiringan 2% ataupun 2,5% ataupun 3,33% atau 4% ataupun 5% (menyesuaikan klasifikasi *runway*) arah keatas serta keluar.

3.3.3 Batas-batas ketinggian pada kawasan di bawah permukaan horizontal dalam

Batas-batas ini ditetapkan dari ambang *runway* terendah sebesar $(45 + H)$ m di atas elevasi.

3.3.4 Batas-batas ketinggian pada kawasan di bawah permukaan horizontal luar

Batas-batas ini ditetapkan dari elevasi ambang *runway* terendah sebesar $(150 + H)$ m diatas.

3.3.5 Batas-batas ketinggian pada kawasan di bawah permukaan kerucut

Batas-batas ini ditetapkan dimulai tepi terluar tempat yg berada di bawah bagian atas horizontal pada dengan ketinggian $(45 + H)$ m di atas elevasi ambang landas pacu terendah sampai ketinggian $(80 + H)$ atau $100 + H$ atau $(105 + H)$ atau $(120 + H)$ atau $(145 + H)$ (menyesuaikan klasifikasi *runway*) menggunakan kemiringan 5% (lima %) arah keluar atas.

3.3.6 Batas-batas ketinggian pada kawasan di bawah permukaan transisi

Batas-batas ini ditetapkan diawali dari bagian sisi permukaan panjang serta pada ketinggian yang sama semacam permukaan utama serta permukaan pendekatan menerus hingga dengan memotong permukaan horizontal dalam pada ketinggian $(45 + H)$ m diatas elevasi ambang *runway* terendah dengan kemiringan 14, 3% ataupun 20% (menyesuaikan klasifikasi *runway*).

3.4. Pemberian Tanda dan Pemasangan Lampu Halang

Sesuai dengan SNI nomor 03-7051-2004 tentang Pemberian tanda dan pemasangan lampu halang (obstacle lights) di sekitar bandar udara disebutkan bahwa pemberian tanda dan pemasangan lampu ini bertujuan untuk memperkecil resiko kecelakaan pesawat terbang karna ada penghalang tersebut.

Bangunan atau benda bergerak yang diharuskan diberi marka atau diberi lampu halang meliputi :

1. Menurut kategori bandar udara yang bersangkutan, benda bangunan dan bergerak tingginya melebihi permukaan horizontal dalam dan permukaan horizontal luar hingga jarak tertentu di sisi panjang permukaan utama.
2. Bangunan dan benda bergerak yang ketinggiannya melebihi batas ketinggian kawasan keselamatan operasi penerbangan.
3. Rentangan SUTT bergantung pada sungai, pada lembah dan jalan raya yang dicurigai mengganggu keselamatan operasi penerbangan

3.4.1 Ketentuan Warna

Adapun beberapa warna yang digunakan dalam memberi marka dengan tampilan yang mencolok dari sekeliling dengan pola selang-seling kotak yang sama besar. Warna tersebut dapat berupa :

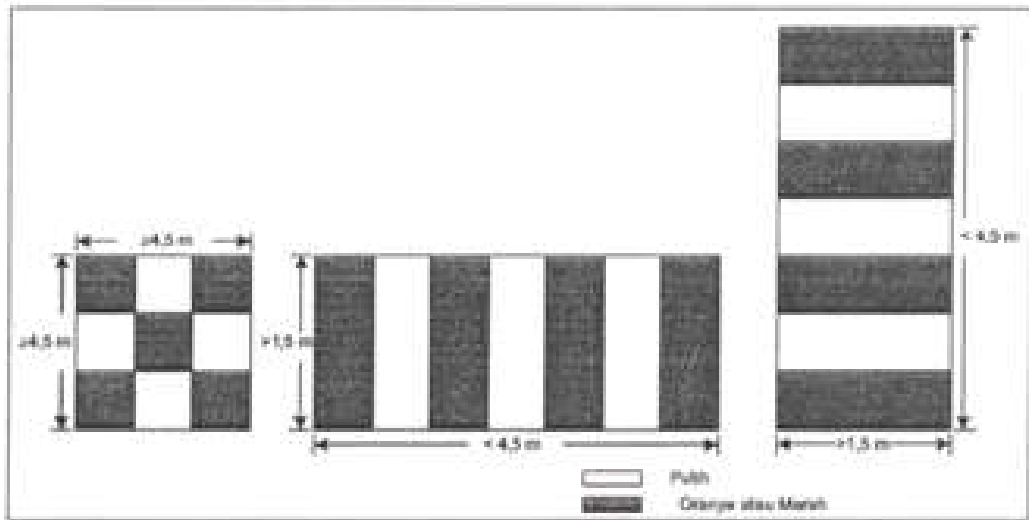
1. Merah – putih;

2. Oranye – putih; dan
3. Warna lain yang karena warna bangunan sekelilingnya tidak mungkin menggunakan warna tersebut.

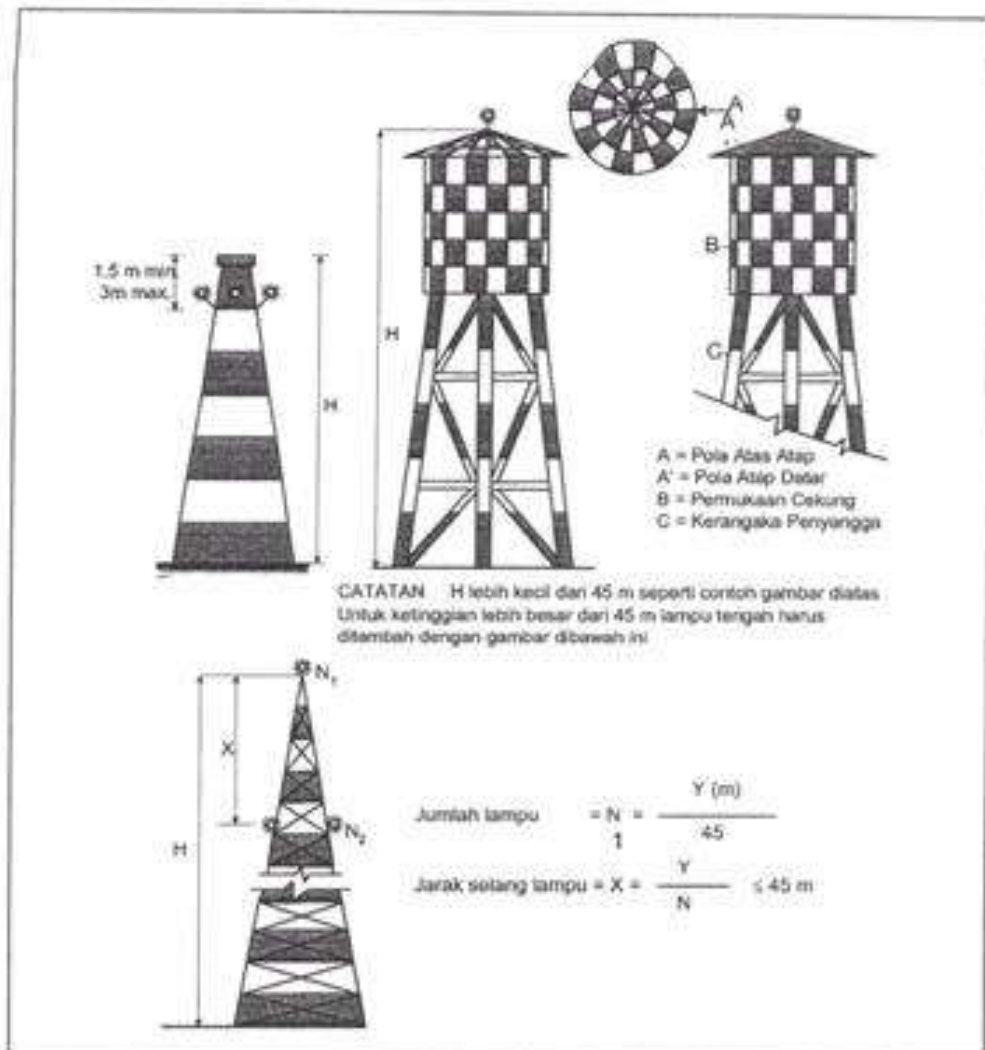
Penggunaan tanda warna pada bangunan ini harus memperhatikan beberapa hal, seperti :

1. Objek yang memiliki bidang horizontal dan bidang vertikal tidak terputus dengan minimal berukuran 4,5 m dan memiliki bentuk pola selang-seling dengan sisi kotak minimal 1.5m dan maksimal 3 m.
2. Objek yang memiliki bidang horizontal lebih besar 1,5m dan bidang vertikal kurang dari 4,5m begitu pula sebaliknya. Warna yang digunakan adalah sisi terpanjang dari persegi panjang dan pola vertikal muncul secara bergantian, lebar bingkai bidang terpanjang $\frac{1}{7}$, dan lebar maksimum 30 m
3. Objek dengan kerangka horizontal atau vertical yang ujurannya melebihi 1,5 m. Warna yang digunakan yaitu pola selang-seling persegi panjang yang tegak lurs dengan sisi terpanjang serta lebar kotak $\frac{1}{7}$ dari bidang terpanjang memiliki warna lain yang mencolok.
4. Bangunan yang merupakan benda bergerak harus diberikan warna kuning diberikan pada bangunan pelayanan operasi, dan warna merah diberikan pada bangunan pelayanan darurat.

Pola dan penggunaan warna yang maksud diatas dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2 berikut.



Gambar 3.7 Pola dasar marka



Gambar 3.8 Pemberian marka dan pemasangan lampu pada bangunan

3.4.2 Ketentuan Lampu

Selain itu untuk ketentuan lampu, lampu yang dipilih merupakan lampu yang tampak mencolok dari sekelilingnya pada malam hari, dengan ketentuan :

1. Lampu berwarna merah atau putih menyala tetap; dan

- Lampu berwarna merah atau putih menyala berkedip-kedip.

Jenis –jenis lampu yang digunakan yaitu :

- Jenis lampu I , yaitu lampu dengan intensitas cahaya yang rendah;
 - Jenis lampu II , yaitu lampu dengan intensitas cahaya yang sedang;
 - Jenis lampu III , yaitu lampu dengan intensitas cahaya yang tinggi;
- dan
- Kombinasi antara jenis lampu I, II, dan III.

Besaran intensitas cahaya ada pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Tanda jenis lampu I

No.	Uraian pemasangan lampu	Warna dan nyala lampu	Intensitas cahaya	Jumlah kedipan per menit
1.	Pada bangunan	merah menyala tetap	tidak kurang dari 10 cd.	-
2.	Bangunan bergerak terbatas	merah menyala tetap	tidak kurang dari 10 cd.	-
3.	Pada benda bergerak			
	Kendaraan <i>Emergensi</i> atau <i>sekuriti</i>	biru atau kuning berkedip-kedip	tidak kurang dari 40 cd	60-90 kali
	Kendaraan pemandu (<i>Follow-Me</i>)	kuning berkedip-kedip	tidak kurang dari 200 cd.	60-90 kali

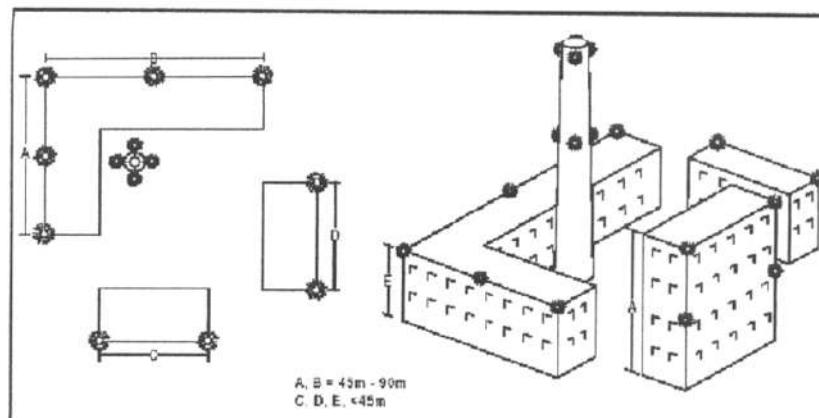
Tabel 3.3 Tanda jenis lampu II

No.	Uraian pemasangan lampu	Warna dan nyala lampu	Intensitas cahaya	Jumlah kedipan per menit
1.	Pada bangunan	- merah berkedip-kedip, bila digunakan jenis lampu II. - putih berkedip-kedip, bila digunakan secara kombinasi dengan jenis lampu III	Tidak kurang dari 1600 cd.	20-60 kali

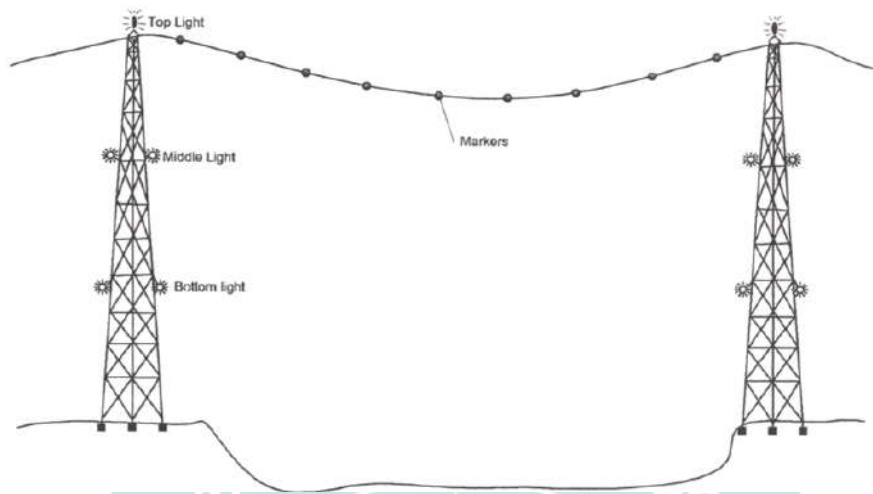
Tabel 3.4 Tanda jenis lampu III

No.	Uraian pemasangan lampu	Warna dan nyala lampu	Macam penggunaan lampu		Daur nyala kedipan lampu	Waktu nyala per siklus daur nyala	Jumlah kedipan per menit
			Cahaya sekeliling	Intensitas cahaya			
1.	Pada bangunan	putih berkedip-kedip	di atas 500 cd/m ²	minimal 200.000 cd	-	-	40-60 kali
			50 – 500 cd/m ²	20.000 ± 25% cd			
			di bawah 50 cd/m ²	2.000 ± 25% cd			
2.	Pada tiang kawat Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)	putih berkedip-kedip	di atas 500 cd/m ²	minimal 200.000 cd	-	-	40-60 kali
			50 – 500 cd/m ²	20.000 ± 25% cd			
			di bawah 50 cd/m ²	2.000 ± 25% cd			
3.	Pada tiang penyangga kawat Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)	putih, menyala berkedip-kedip bergantian dan berurutan	-	-	lampu tengah	1/3 detik	60 kali
					lampu atas	2/3 detik	
					lampu bawah	10/13 detik	

Bangunan yang diberi pemasangan lampu merupakan cerobong asap atau sejenisnya, selain bangunan tersebut pemasangan lampu harus berada pada puncaknya. Apabila bangunan merupakan tiang labrang yang tidak mungkin dipasang lampu pada ujung puncak maka lampu di tempatkan pada titik yang mudah dijangkau atau memungkinkan. Pemasangan lampu tersebut dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.9 Pemasangan lampu pada bangunan



Gambar 3.10 Pemasangan lampu menara penyangga saluran udara tegangan tinggi

3.4.3 Ketentuan Bendera

Pada pemasangan bendera sebagai tanda bendera yang dipilih harus memiliki warna yang mencolok seperti :

1. Warna oranye;
2. Warna Merah – putih;
3. Warna Oranye – putih;



Gambar 3.11 Tanda bendera untuk bangunan tetap dan bangunan bergerak

3.5. Tata Guna Lahan

Pada batas kawasan pendekatan lepas landas tidak boleh melebihi 1.6% ke atas serta keluar ujung permukaan utama pada ketinggian setiap ambang *runway* dari daerah ketika membangun, mengubah, mendirikan atau menanam benda tumbuh menyesuaikan dengan lingkungan kurang lebih begitu pula dengan beberapa penggunaan lahan pada daerah keselamatan operasi penerbangan.

Pada bagian kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan sampai dengan jarak 1.100 m berasal ujung permukaan utama melalui garis tengah landasan hanya boleh dimanfaatkan bangunan yang tidak membahayakan keselamatan operasi penerbangan, dan menggunakan batas ketinggian sesuai dengan ketentuan kemiringan 2% atau 2,5% atau tiga,33% atau 4% atau 5% tergantung menggunakan pembagian terstruktur mengenai *runway* arah ke atas dan keluar diawali dari titik ujung permukaan primer.

Di Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) penggunaan daerah daratan, dan daerah perairan harus mengikuti persyaratan-persyaratan yang telah ditetapkan. Persyaratan tersebut meliputi:

- a) tidak menciptakan gangguan terhadap tanda-tanda navigasi atau isyarat-isyarat komunikasi radio dari setiap bandar udara serta pesawat udara;
- b) tidak menimbulkan gangguan penglihatan penerbang dalam membedakan lampu rambu udara sama dengan lampu- lampu lain;

- c) tidak menimbulkan cahaya yang silau;
- d) tidak memperpendek jarak pandang pada sekitar area bandar udara;
- e) tidak menciptakan atau memicu adanya bahaya burung, atau dapat menyebabkan gangguan pada saat pendaratan atau lepas landas atau gerakan pesawat udara di bandar udara.

Pada objek seperti benda tidak bergerak yang bersifat sementara ataupun menetap didirikan atau dibangun oleh orang seperti : menara, gedung, cerobong asap, jaringan transmisi, dan benda yang telah ada secara alami seperti : bukit dan gunung yang menjadi penghalang saat ini tetap diperbolehkan dengan catatan memiliki prosedur keselamatan operasi penerbangan yang telah terpenuhi.

Jika diduga suatu benda atau bangunan akan membahayakan atau bahkan mengganggu keselamatan operasi penerbangan, sebaiknya dipasang rambu-rambu dan lampu. Namun, ketinggian benda atau bangunan tersebut masih dalam kisaran aman yang diizinkan oleh kawasan aman untuk operasi penerbangan. Tanda atau pemasangan lampu, tergolong dalam pengoperasian dan pemeliharaan, menjadi tanggungan pemilik atau pengelola.