



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Faktor Keamanan Lereng (SF)

Dalam pembuatan peta potensi longsor diperlukan nilai faktor keamanan lereng. Menurut Mohr-Coulomb, faktor keamanan lereng adalah perbandingan antara gaya penahan gaya pendorong. Lereng dikatakan longsor, jika gaya pendorong lebih tinggi dibandingkan dengan nilai gaya penahan.

Nilai faktor keamanan lereng dibedakan menjadi 3 yaitu: jika nilai faktor keamanan lereng < 1 maka lereng tersebut tidak aman, jika nilai faktor keamanan lereng $= 1$ maka lereng tersebut labil, dan jika nilai faktor keamanan lereng > 1 maka lereng tersebut aman.

Faktor keamanan lereng dirumuskan sebagai berikut:

dimana:

SF = faktor keamanan,
 c = tahanan geser maksimum (kuat geser tanah),
 σ = tegangan geser yang terjadi.

Menurut teori Mohr-Coulomb gaya penahan longsor adalah tahanan geser tanah maksimum (c) yang dapat dimobilisasi tanah sepanjang bidang longsor.

dimana:

c = tahanan geser maksimum (kuat geser tanah),
 c = kohesi,
 σ = tegangan normal,
 α = sudut geser dalam tanah.

Menurut teori Mohr-Coulomb gaya yang menggerakkan berupa tegangan geser tanah yang terjadi (τ) akibat beban tanah dan beban-beban lainnya pada bidang longsor.

dimana:

= tegangan geser akibat gaya berat tanah yang akan longsor,

= kohesi,

= tegangan normal,

= sudut geser dalam tanah.

Formulasi persamaan di atas dapat disubstitusikan sehingga diperoleh nilai faktor keamanan berikut:

Menurut PSN/XX/2012 bahwa kriteria kemiringan lereng dibedakan menjadi 5 kelas. Dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Kriteria Kemiringan Lereng.

KELAS	KEMIRINGAN (%)	KLASIFIKASI
I	0-8	Datar
II	8-15	Landai
III	15-25	Agak Curam
IV	25-45	Curam
V	>45	Sangat Curam

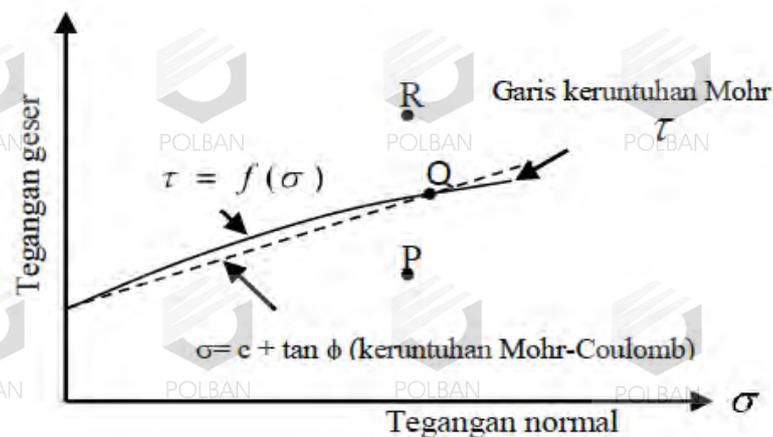
Sumber: PSN/XX/2012

2.2 Kekuatan Geser Tanah (*shear Strength*)

Menurut Braja M Das kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Kuat geser tanah ditentukan berdasarkan kohesi dan sudut geser dalam. Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel dalam batuan, dinyatakan dalam satuan berat per satuan luas, sedangkan sudut geser dalam merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan. Kekuatan geser tanah ini adalah kekuatan yang berfungsi sebagai gaya untuk melawan atau menahan penyebab kelongsoran/keruntuhan.

Menurut Mohr-Coloumb kondisi keruntuhan suatu tanah terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser pada sebuah bidang keruntuhan dinyatakan menurut persamaan:

Coulomb (1900) mendefinisikan fungsi dari nyaitu:



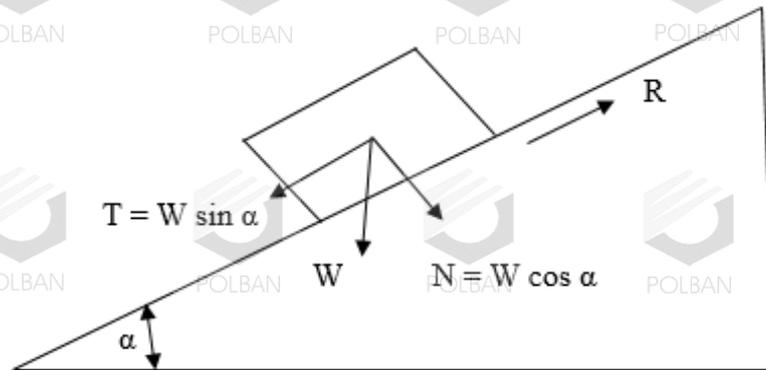
Gambar 6. Kriteria Kegagalan/Keruntuhan Lereng

Sumber: *Stabilitas Lereng Mohr-Coulomb*

Dapat dilihat pada **Gambar 6** suatu masa tanah dalam satu bidang memiliki tegangan geser dan tegangan normal. Jika tegangan-tegangan tersebut baru mencapai titik P, maka keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser terjadi jika tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis keruntuhan, dan titik R tidak akan pernah terjadi pada lereng karena tanah telah mengalami keruntuhan pada titik Q.

2.3 Tegangan Geser Kerja

Menurut M Sang Gumilar tegangan geser kerja adalah gaya yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap bidang miring lereng, dilambangkan dengan (σ) sigma. Contoh gaya yang bekerja pada bidang miring dapat dilihat pada **Gambar 7** berikut.



Gambar 7. Gaya-Gaya Bekerja Pada Bidang Miring

Sumber: *Stabilitas Lereng Mohr-Coulomb*

Tegangan geser kerja menurut Terzaghi yaitu:

Dimana:

A = luas dasar balok

α = sudut geser

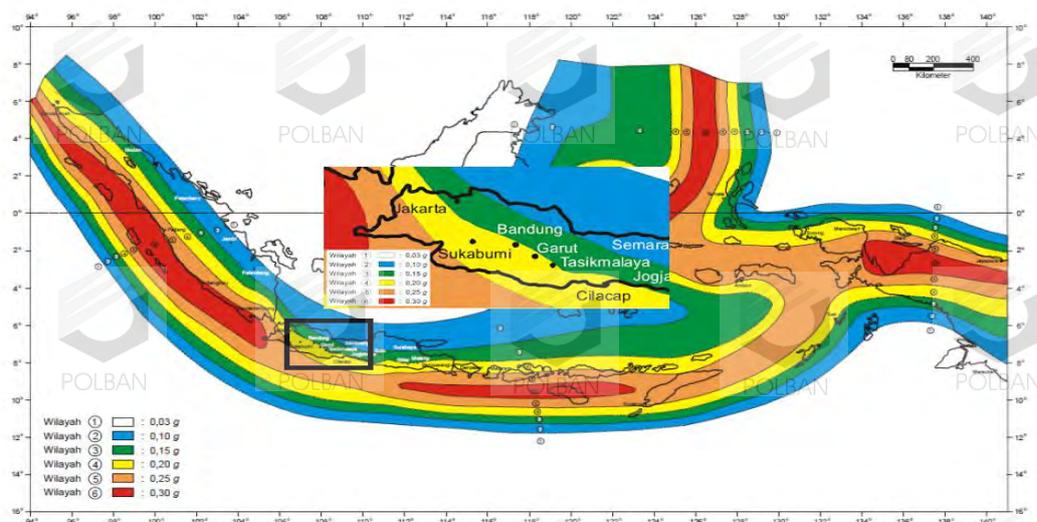
R = gaya penahan

T = gaya pendorong

N = beban gaya yang bekerja pada bidang

W = berat balok

2.4 Gempa Bandung Raya



Gambar 8. Peta Gempa Jawa Barat Menurut SNI-1726-2010

Sumber: *SNI-1726-2010*

Berdasarkan peta zonasi gempa Indonesia tahun 2010 dan SNI-1726-2010 lokasi Bandung Raya berada pada zonasi dengan percepatan gempa 0.2g. Beban gempa diperhitungkan dengan koefisien gempa horizontal sebesar 0.2g. Koefisien gempa vertical diasumsikan 0.

2.5 Alat Sondir

Menurut Buku Mekanika Polban alat sondir atau *Cone Penetrometer Tes* (CPT) merupakan alat untuk mendapatkan nilai kekerasan tanah. Nilai yang didapat yaitu nilai tahanan konus dan friksi selubung dalam bentuk grafik atau diagram sondir. Dalam pengujian sondir dapat menentukan elevasi tanah keras dan menentukan lapisan tanah berdasarkan korelasi tahanan ujung konus. Untuk mengetahui tingkat kekerasan pada tanah dan mengetahui perkiraan lapisan tanah berdasarkan data **Tabel 3** dan **Tabel 4** berikut.

Tabel 3. Tingkat Kekerasan Tanah.

q_c (kg/cm^2)	Konsistensi Tanah
< 6	Sangat Lunak
6 - 12	Lunak
12 - 24	Sedang
24 - 45	Liat
45 - 75	Sangat Liat
> 75	Keras

Sumber: Buku Sondir Polban

Tabel 4. Perkiraan Jenis Tanah.

FR (%)	Perkiraan Jenis Tanah
< 0.5	Kerikil
0.5 - 2	Pasir
2 - 5	Lanau / lempung Pasiran
> 5	Lempung

Sumber: Buku Sondir Polban

2.4.1 Korelasi Antara Jenis Tanah Dengan Berat Isi (γ)

Menurut Aswin Lim 2014 bersumber pada Begeman 1965, definisi berat isi tanah ialah berat tanah utuh dalam keadaan kering dibagi dengan volume tanah dinyatakan dalam (KN/m^3). Nilai berat isi tanah pasti berbeda antara titik satu dengan titik lainnya, dikarenakan adanya

kandungan bahan organik dan kadar air tanah. Korelasi antara jenis tanah dengan berat isi dapat dilihat pada **Tabel 5** sebagai berikut.

Tabel 5. Korelasi Nilai Berat Isi (γ) Dengan Jenis Tanah.

Jenis Tanah	Berat Isi (γ) (KN/m ³).
Lanau Lempung	1.575 - 1.715
Satuan Pasir - Pasiran Lanauan	1.66
Satuan Batu Pasir, Batu Lempung	1.49
Batuan Basal	1.57

Sumber: Begeman 1965.

2.4.2 Korelasi Antara Nilai Jenis Tanah Dengan Sudut Geser Dalam

Menurut Bjerrum 1960, sudut geser dalam bersamaan dengan kohesi menentukan ketahanan tanah akibat tegangan yang bekerja pada lereng, berupa tekanan lateral tanah. Nilai sudut geser dalam didapatkan dengan korelasi jenis tanah dengan sudut geser dalam.

Dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut.

Tabel 6. Korelasi Jenis Tanah Dengan Sudut Geser Dalam.

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam (°)
Kerikil Kepasiran	35 - 40
Kerikil Kerakal	35 - 40
Pasir Padat	35 - 40
Pasir Lepas	30
Lempung Kelanauan	25 - 30

Sumber: Bjerrum 1960.

2.4.3 Kohesi

Menurut Bonafius 2011, gaya tarik menarik antar partikel tanah ialah kohesi. Kohesi dengan sudut geser dalam merupakan parameter kuat geser tanah yang dapat menentukan ketahanan tanah terhadap kelongsoran/deformasi yang diakibatkan oleh tegangan tanah yang bekerja pada lereng. Nilai kohesi menurut Sri Dwi Aryandi dan Dimas Mehamad Zakki ialah:

$$C \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = qc/20 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \text{ Atau}$$

$$C \text{ (T/m}^2\text{)} = qc/2 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$



2.6 Program Geoslope

Dalam studi penyusunan kriteria keamanan lereng terhadap kelongsoran dibutuhkan suatu analisis stabilitas lereng yang dapat memodelkan sesuai dengan kondisi asli di lapangan sebagai pendekatan dalam hasil analisis, salah satunya dengan menggunakan *software Geoslope*. *Software Geoslope* merupakan aplikasi komputer yang menggunakan metode kesetimbangan batas untuk mencari faktor keamanan. program ini dibuat oleh *Geo-Slope International Ltd, Calgary, Alberta, Canada*. *Software* ini melingkupi slope w, seep w, sigma w, queke w, temp w, dan ctran w. Dengan *software Geoslope* kita dapat menganalisis masalah sederhana maupun rumit dengan menggunakan salah satu dari delapan metode analisis untuk berbagai permukaan miring. *Geoslope* merupakan program pemodelan permasalahan lereng dalam bentuk gambar yang di input dari *Autocad* (CAD), parameter tanah yang harus diinput pada *software Geoslope* adalah kohesi, berat isi, dan sudut geser (*Geoslope, Canada 2007*)

2.7 Garis Kontur

Menurut Prof. H.A. Brouwer garis kontur adalah garis yang memperlihatkan ketinggian di peta sama dengan ketinggian di lapangan. Garis kontur dibuat di atas kertas grid untuk memperlihatkan naik turunnya keadaan permukaan tanah, jika garis kontur +25 m pada kertas grid diartikan bahwa ketinggian asli disuatu wilayah +25 m.

1. Sifat Garis Kontur

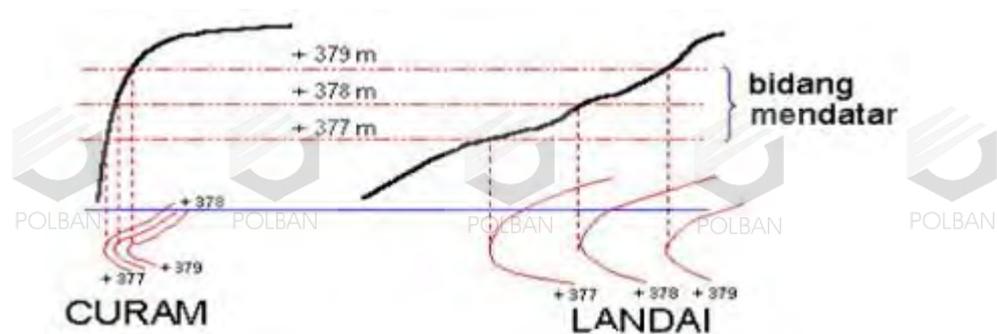
Garis kontur merupakan cara untuk menggambarkan permukaan tanah pada peta. Menurut Prof. H.A. Brouwer penggambaran garis kontur memiliki sifat sebagai berikut:

- a. Berbentuk kurva tertutup.
- b. Tidak bercabang.
- c. Tidak berpotongan.
- d. Menjorok ke arah hulu jika melewati sungai.
- e. Menjorok ke arah jalan menurun jika melewati permukaan jalan.

- f. Tidak tergambar jika melewati bangunan.
- g. Garis kontur yang rapat menunjukkan keadaan permukaan tanah yang terjal.
- h. Garis kontur yang jarang menunjukkan keadaan permukaan yang landai
- i. Penyajian interval garis kontur tergantung pada skala peta yang disajikan, jika datar maka interval garis kontur tergantung pada skala peta yang disajikan, jika datar maka interval garis kontur adalah 1/1000 dikalikan dengan nilai skala peta, jika berbukit maka interval garis kontur adalah 1/500 dikalikan dengan nilai skala peta dan jika bergunung maka interval garis kontur adalah 1/200 dikalikan dengan nilai skala peta.
- j. Penyajian indeks garis kontur pada daerah datar adalah setiap selisih 3 garis kontur, pada daerah berbukit setiap selisih 4 garis kontur sedangkan pada daerah bergunung setiap selisih 5 garis kontur.
- k. Satu garis kontur mewakili satu ketinggian tertentu.
- l. Garis kontur berharga lebih rendah mengelilingi garis kontur yang lebih tinggi.
- m. Rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf "U" menandakan punggung gunung.
- n. Rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf "V" menandakan suatu lembah/jurang.

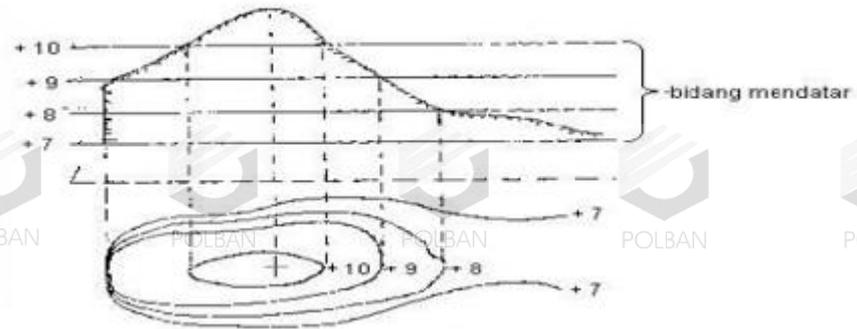
Contoh gambar sifat-sifat garis kontur pada peta dapat dilihat pada

Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10 berikut:



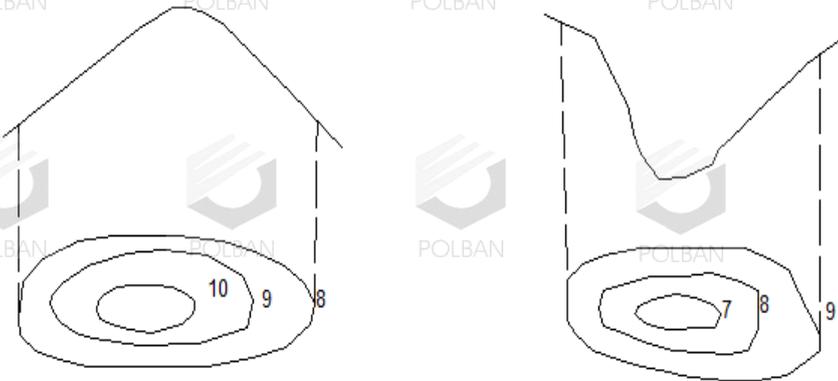
Gambar 9. Garis Kontur Pada Daerah Curam dan Landai

Sumber: Prof. H.A. Brouwer



Gambar 10. Proyeksi Ketinggian Garis Kontur

Sumber: Prof. H.A. Brouwer



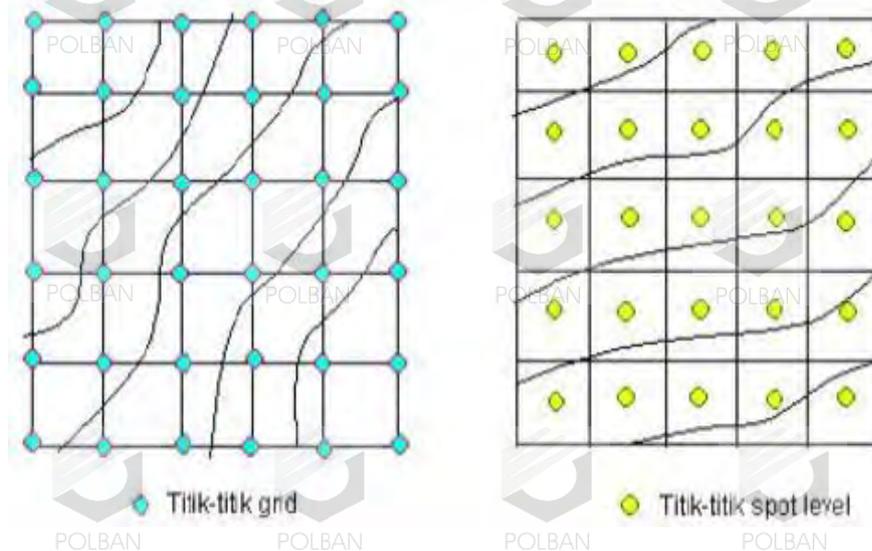
Gambar 11. Garis Kontur Pada Bukit, Curah Sempit, dan Cekung

Sumber: Prof. H.A. Brouwer

2. Pengukuran titik pembuatan garis kontur

a. Pengukuran tidak langsung

Menurut Prof. H.A. Brouwer titik detail garis kontur tidak harus sama tinggi, dipilih mengikuti pola tertentu yaitu: pola kotak-kotak (*spot level*) dan profil (*grid*) dan pola radial. Dengan pola-pola tersebut garis kontur dapat dibuat dengan cara interpolasi dan pengukuran titik-titik detailnya. Contoh pembuatan garis pada pola *spot level* dan *grid* dapat dilihat pada **Gambar 11** berikut:



Gambar 12. Pola Garis Kontur Pada *Grid* dan *Spot level*

Sumber: Prof. H.A. Brouwer

b. Pengukuran langsung

Menurut Prof. H.A. Brouwer titik detail dicari yang mempunyai ketinggian sama untuk ditentukan posisinya pada peta lalu diukur pada ketinggian tertentu. cara pengukurannya bisa menggunakan cara *tachymetry*, atau kombinasi antara sifat datar memanjang dan pengukuran poligon. Cara ini lebih sulit dibandingkan dengan tidak langsung.

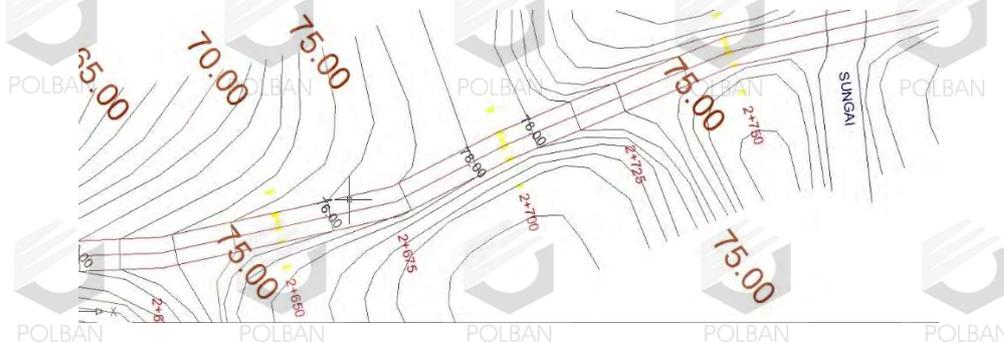
2.8 Peta

Menurut Erwin Raisz (1948) Peta adalah gambaran dari permukaan bumi yang digambar pada bidang datar dengan skala tertentu dan dilengkapi simbol sebagai penjelas.

1. Syarat geometrik yang harus dipenuhi oleh suatu peta
 - a. Jarak titik pada peta harus sesuai dengan aslinya di permukaan bumi (dengan skala tertentu).
 - b. Luas suatu wilayah pada peta harus sesuai dengan aslinya di permukaan bumi (dengan skala tertentu).
 - c. Sudut dan arah harus sama dengan aslinya pada aslinya di permukaan bumi.
2. Jenis peta
 - a. Peta Kontur

Menurut Hadi peta kontur adalah peta yang memperlihatkan garis kontur dengan ketinggian yang ada di lapangan dengan datum yang ditentukan. Cangkupan peta kontur sangat kecil ialah 350m-1000m.

Contoh peta kontur dapat dilihat pada **Gambar 12** berikut.

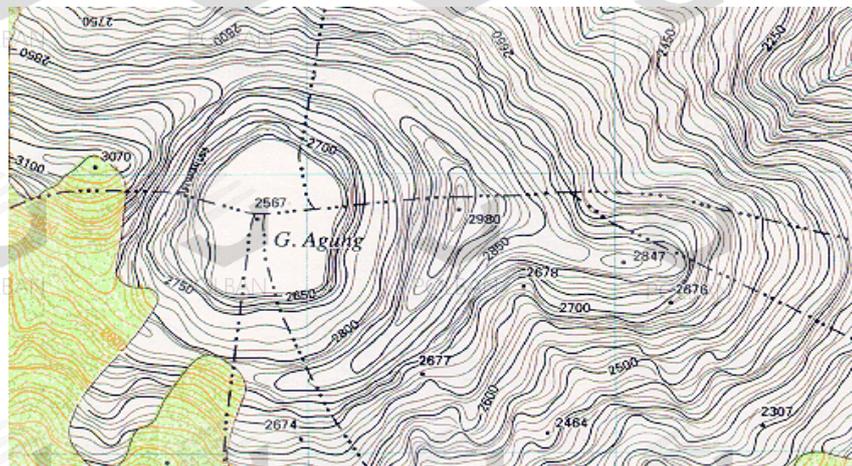


Gambar 13. Peta Kontur Jalan Maribaya

Sumber: yurykewinn.wordpress.com

b. Peta Topografi

Menurut Prof. H.A Brouwer peta topografi adalah peta yang ditandai dengan skala besar dan detail, biasanya menggunakan garis kontur dalam pemetaan modern. Sebuah peta topografi biasanya terdiri dari dua atau lebih peta kontur yang digabungkan untuk membentuk keseluruhan peta. Contoh peta topografi dapat dilihat pada **Gambar 13** berikut.



Gambar 14. Peta Topografi Kecamatan Rendang

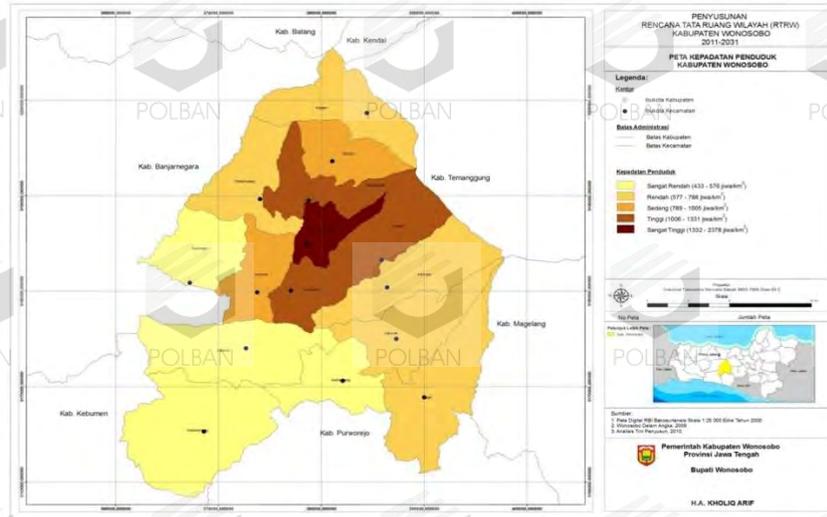
Sumber: kompasalam.com

c. Peta Tematik

Menurut Prof. H.A Brouwer Peta Tematik adalah peta yang menyajikan tema tertentu dan untuk kepentingan tertentu (land status, penduduk, transportasi dll.) dengan menggunakan peta



rupabumi yang telah disederhanakan sebagai dasar untuk meletakkan informasi tematiknya. Contoh peta tematik dapat dilihat pada **Gambar 15** berikut.



Gambar 15. Peta Tematik Kepadatan Penduduk

Sumber: gurugeodesiku.com