

Tinjauan Literatur dan Analisis Hubungan Kerapatan Kontur terhadap Resistensi Batuan Daerah Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah

Daniel Radityo*¹⁾, Adam Raka Ekasara¹⁾, Hasan Tri Atmojo¹⁾, Thema Arrisaldi¹⁾, Dwi Rachmawati²⁾

¹⁾Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta

Jl. SWK (104) Lingkar Utara, Condongcatur, Depok Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283

²⁾Prodi Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Mineral Indonesia.

Jl. Gatot Subroto No.313, Maleer, Kec. Batununggal, Kota Bandung, Jawa Barat 40162

*daniel.radityo@upnyk.ac.id

ABSTRAK - Daerah penelitian berada di Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah secara administratif, dan terletak di dalam Zona Pegunungan Serayu Utara dan sedikit Gunungapi Kuarter menurut pembagian fisiografi Jawa Tengah oleh Van Bemmelen (1949). Berdasarkan jenis dan keterdapatannya, litologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi empat satuan batuan, yang terurut dari tua ke muda yaitu satuan batulempung, satuan batupasir, satuan breksi vulkanik dan intrusi diorit. Struktur geologi yang berkembang umumnya terjadi pada periode tektonik Miosen tengah, berupa struktur lipatan Antiklin Tlagasana dan kekar. Struktur kekar terdiri kekar gerus dan kekar tarik. Geomorfologi daerah penelitian dapat dibedakan menjadi lima satuan yaitu satuan geomorfologi perbukitan struktural agak curam, satuan geomorfologi perbukitan struktural curam, satuan geomorfologi perbukitan denudasional agak curam, satuan geomorfologi perbukitan vulkanik curam, satuan geomorfologi perbukitan intrusi agak curam. Kajian penelitian berupa tinjauan literatur yang menghubungkan antara kerapatan lereng Van Zuidam (1985) terhadap resistensi batuan dalam hal ini berupa kekuatan batuan Price (2009).

Kata kunci: geologi teknik, resisten, kuat tekan, geomorfologi, kontur.

ABSTRACT - The research area is located administratively in the Watukumpul District, Pemalang Regency, Central Java Province, and falls within the Northern Serayu Mountain Zone and the Kuarter Volcanic Quarter according to the physiographic division of Central Java by Van Bemmelen (1949). Based on the type and distribution of rock formations, lithology of the research area can be divided into four rock units, arranged from oldest to youngest, namely the claystone unit, sandstone unit, volcanic breccia unit, and diorite intrusion. Geological structures in the area primarily developed during the middle Miocene tectonic period, consisting of the Anticlinic Tlagasana folding structure and various types of fractures, including shear fractures and tension fractures. The geomorphology of the research area can be distinguished into five units, which are the structural hilly geomorphology with moderately steep slopes, steep structural hilly geomorphology, moderately steep denudational hilly geomorphology, steep volcanic hilly geomorphology, and moderately steep intrusive hilly geomorphology units. The research study involves a literature review that connects the relationship between slope density as proposed by Van Zuidam (1985) and rock resistance, specifically in terms of rock strength as described by Price (2009).

Keywords: engineering geology, resistance, compressive strength, geomorphology, contour.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Geologi merupakan suatu ilmu pengetahuan umum mengenai bumi dan batuan, serta proses keterbentukannya. Geologi mempelajari mengenai fenomena terbentuknya bumi, susunan, komposisi, kandungan material serta sejarah keterbentukannya. Beberapa kajian penelitian ini di bidang geologi yaitu geomorfologi, litologi, geologi teknik, hubungan kontur terhadap resistensi dari kekuatan batuan. Pemetaan geologi permukaan merupakan salah satu cara untuk mempelajari, mengetahui, memahami serta merekonstruksi kondisi geologi dan sejarah keterbentukannya di suatu daerah. Pemetaan geologi permukaan yang dilakukan oleh penulis berada di Daerah Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah. Daerah ini memiliki kondisi geologi yang cukup menarik, karena meliputi berbagai aspek dan fenomena geologi yang beragam untuk dipelajari. Penelitian ini diharapkan dapat mengungkapkan dan menjelaskan kondisi geologi,

morfologi, morfogenetik, morfometri, kontur, resistensi, dan kekuatan batuan di daerah tersebut dari data geologi yang telah disusun ke dalam berbagai bentuk peta. Penelitian ini dapat berfungsi untuk pengembangan secara ilmu pengetahuan pada daerah pemetaan tersebut.

Permasalahan

Terdapat beberapa perumusan permasalahan yang ada pada pemetaan di daerah Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah. Pemetaan ini membutuhkan data kondisi geologi secara umum, morfogenetik, morfometri, morfologi, dan hubungan kontur terhadap literatur resistensi berupa kekuatan batuan. Jika kontur rapat, maka identik dengan resistensi batuan yang lebih resisten dalam hal ini lebih tinggi (kuat) nilai kekuatan batuanya. Sebaliknya, jika kontur renggang, maka identik dengan resistensi batuan yang kurang resisten dalam hal ini lebih rendah (lemah) nilai kekuatan batuanya. Kerapatan kontur dihubungkan dengan literatur Price (2009) yang menjabarkan mengenai kekuatan batuan secara umum.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan kondisi geologi secara umum, morfogenetik, morfometri, morfologi, dan hubungan kontur terhadap literatur resistensi berupa kekuatan batuan.
2. Menjelaskan hubungan kerapatan kontur terhadap resistensi (kekuatan) batuan.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup dan batasan masalah penelitian ini adalah menggunakan data geologi secara umum, morfogenetik, morfometri, morfologi, dan hubungan kontur terhadap literatur resistensi berupa kekuatan batuan. Kemudian menghubungkan kerapatan kontur terhadap literatur resistensi (kekuatan) batuan.

Asumsi

Ruang lingkup dan batasan masalah penelitian ini adalah menggunakan data geologi secara umum, morfogenetik, morfometri, morfologi, dan hubungan kontur terhadap literatur resistensi berupa kekuatan batuan. Kemudian menghubungkan kerapatan kontur terhadap literatur resistensi (kekuatan) batuan. Tidak dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan alat-alat laboratorium maupun *handheld (Schmidt Hammer)*

METODE PENELITIAN

Daerah dan Objek Penelitian

Geografis daerah penelitian terletak antara 109° 26' 00'' BT - 109° 31' 27'' BT dan 07° 9' 20'' LS - 07° 14' 44'' LS termasuk ke dalam Lembar Peta Rupa Bumi Digital Indonesia terbitan Bakosurtanal yaitu Lembar Peta Watukumpul 1308-642 dan Lembar Peta Panningaran 1408-431. Total luas daerah penelitian kurang lebih 100 km². Secara administratif daerah penelitian termasuk ke dalam daerah Tlagasana, Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Propinsi Jawa Tengah (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

Tahap-tahap Penelitian

Penelitian ini melalui tiga tahapan yang berupa pembelajaran literatur, pengambilan data lapangan, dan analisis studio. Pembelajaran literatur merupakan suatu tahapan untuk mempelajari literatur dan metode yang digunakan serta membutuhkan data dari peneliti terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini. Pengambilan data lapangan adalah tahapan berikutnya dalam pengambilan data lapangan. Data lapangan yang diambil adalah kondisi geologi, bentangalam, bentuklahan, kerapatan kontur, jenis litologi geologi secara umum. Tahapan berikutnya adalah analisis studio untuk membuat peta geomorfologi berdasarkan morfogenetik, morfometri, dan morfografi dari daerah penelitian, kemudian kerapatan kontur dihubungkan dengan literatur mengenai resistensi (kekuatan) batuan, menganalisis hasil penelitian, menarik kesimpulan, dan penyusunan laporan.

TINJAUAN PUSTAKA

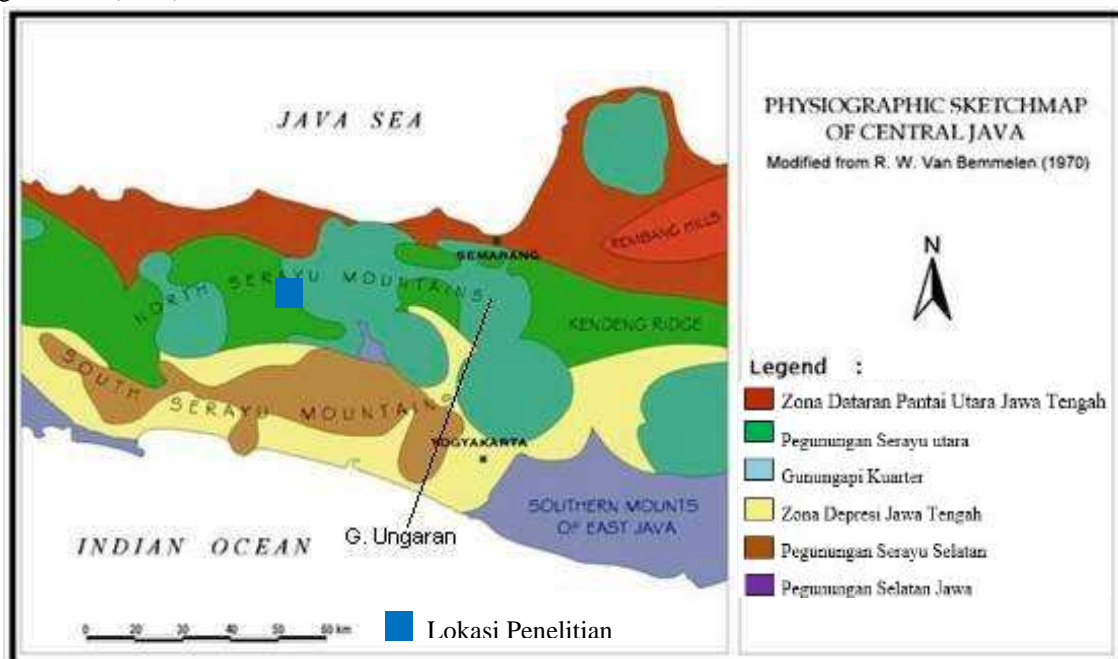
Fisiografi Regional

Daerah penelitian berada di daerah Tlagasana, Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pematang, Propinsi Jawa tengah. Daerah tersebut masuk ke dalam zona fisiografi yang berada di Provinsi Jawa Tengah, maka daerah penelitian terletak pada Zona Pegunungan Serayu Utara dan sedikit Gunungapi Kuarter. Van Bemmelen (1949) telah membagi fisiografi Jawa Tengah menjadi 6 zona (Gambar 2), yaitu:

1. Zona Dataran Pantai Utara Jawa Tengah: mempunyai lebar sekitar 40 kilometer diselatan Brebes dimana Lembah Pemali memisahkan Zona Bogor di Jawa Barat dengan Pegunungan Utara di Jawa Tengah. Bagian timur zona ini sekitar 20 kilometer sebelah selatan Tegal dan Pekalongan merupakan kawasan pegunungan pantai. Antara Weliri dan Kaliwangu merupakan dataran alluvial yang subur yang terbentuk oleh delta Sungai Bodri.
2. Zona Dataran Endapan Vulkanik Kuarter; meliputi gunung-gunung yang berumur kuarter, seperti Gunung Ungaran, Merbabu, Merapi, Sumbing, Sindoro dan gunung-gunung lainnya.
3. Zona Rangkaian Pegunungan Serayu Utara: merupakan kelanjutan dari Zona Bogor di Jawa Barat dan ke arah timurnya berbatasan dengan Pegunungan Kendeng di Jawa Timur. Lebar zona ini berkisar antara 30 sampai 50 kilometer. Di bagian barat zona ini muncul Gunung Slamet (3428 m) dan ujung timurnya ditutupi oleh endapan gunungapi hasil Pegunungan Rorojembangan (2177 m). Batas antara Pegunungan Serayu Utara ini dengan Zona Bogor terdapat di sekitar Prupuk Bumiayu – Ajibarang.

4. Zona Rangkaian Pegunungan Serayu Selatan: terdiri atas bagian barat dan bagian timur yang keduanya dipisahkan oleh Lembah Jatilawang yang termasuk ke dalam Zona Pusat Depresi Jawa Tengah. Bagian barat merupakan daerah ketinggian di dalam Zona Depresi Bandung di Jawa Barat atau sebagai elemen struktur tersendiri di Jawa Tengah. Pegunungan ini merupakan suatu antiklin yang sederhana dengan sayap yang sempit di bagian barat yaitu di sekitar Ajibarang. Di bagian timur Banyumas berkembang menjadi suatu antiklinorium dengan lebar mencapai 30 kilometer (di daerah Lok Ulo), di selatan Banjarnegara. Bagian timur Pegunungan Serayu Selatan ini merupakan Pegunungan Progo Barat yang pada umumnya merupakan struktur dome.
5. Zona Pusat Depresi Jawa Tengah: memanjang dari Majenang – Ajibarang – Purwokerto – Jatilawang sampai Wonosobo. Antara Purwokerto dan Banjarnegara, lebar zona ini sekitar 15 kilometer tetapi disebelah timur Wonosobo semakin meluas dan ke arah timur tersingkap kembali yaitu di sekitar Dataran Kemanggung – Magelang. Zona Pusat Depresi Jawa Tengah ini merupakan jalur yang sempit berupa dataran Cangkring terus ke lembah-lembah Karangpucung, Lumbir, Wangon dan Jatilawang yang membelok dan bersatu dengan Lembah Segara Anakan di sebelah selatan.
6. Zona Pegunungan Selatan Jawa Tengah: secara tektonik global diperkirakan pada cekungan antar busur sampai busur vulkanik. Daerah pegunungan selatan yang membujur mulai dari Yogyakarta ke arah timur, Wonosari, Wonogiri, Pacitan menerus ke Malang selatan, terus ke arah Blambangan. Bentang alam yang terdiri atas rangkaian pegunungan yang memanjang relatif barat-timur dan jenis litologi penyusunya yang didominasi oleh material-material vulkaniklastik.

Fisiografi di daerah penelitian didukung dengan peta geologi regional yang sudah diteliti oleh Condon, dkk. (1996) dan Djuri, dkk. (1996) yang membahas regional geologi pada daerah Banjarnegara, Pekalongan, Purwokerto, Tegal, dan sekitarnya. Selain itu sejalan juga dengan penelitian tatanan stratigrafi dan tektonik Cekungan Jawa Tengah bagian Utara Ketanegara, dkk. (1987)



Gambar 2. Fisiografi Jawa Tengah (Van Bemmelen, 1949)

Konsep Geomorfologi

Penelitian ini membutuhkan analisis geomorfologi yang meliputi beberapa aspek, yaitu morfometri, morfografi, morfogenetik, dan material penyusun dengan pendekatan yang telah dikembangkan oleh Van Zuidam (1985). Untuk membantu kegiatan pemetaan geologi. Morfometri adalah suatu perhitungan kuantitatif berdasarkan bentuk lahan suatu daerah. Morfografi adalah gambaran bentuk permukaan bumi yang dinyatakan dalam bentuk kualitatif. Morfogenetik adalah bentuk bentang alam yang terjadi berdasarkan awal mula jadi (genetik), proses dan perkembangan bentuk lahan. Hasil interpretasi pola pengaliran, dapat membantu penelitian ini untuk menentukan kondisi batuan. Pola pengaliran terbentuk karena hasil dari proses erosi dan tektonik berhubungan dengan sejarah bentuk bumi, jenis batuan, dan struktur geologi.

Morfografi

Morfografi sebagai penentuan aspek deskriptif seperti kelas relief, bentuk lembah, lahan, dan lereng. Variasi nilai kemiringan yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan klasifikasi kemiringan lereng Van Zuidam (1985) sehingga diperoleh penamaan kelas lerengnya (Tabel 1.1). Morfografi mengkaji mengenai karakteristik permukaan bumi, termasuk struktur geologi, relief, dan fitur fisik lainnya yang ada di alam. Morfografi memiliki fokus dalam analisis dan deskripsi bentuk dan pola permukaan bumi, serta proses yang membentuknya.

Tabel 1. Hubungan kelas relief – kemiringan lereng dan perbedaan ketinggian (Van Zuidam, 1985)

Kelas Relief	Kemiringan Lereng (%)	Perbedaan Ketinggian (m)
Datar atau hampir datar	0 – 2	< 5
Bergelombang/sangat landai	3 – 7	5 – 50
Bergelombang/landai	8 – 13	25 – 75
Berbukit/agak curam	14 – 20	75 – 200
Berbukit/curam	21 – 55	200 – 500
Pegunungan/sangat curam	55 – 140	500 – 1000
Pegunungan/curam ekstrim	> 140	> 1000

Morfometri

Morfometri sebagai penilaian aspek kuantitatif seperti ketinggian absolut, panjang lereng, kemiringan lereng (Tabel 2) dari suatu morfologi. Perhitungan menggunakan rasio perbedaan elevasi jarak horizontal dua titik pengamatan yakni variasi data kemiringan lereng. Teknik penghitungan kemiringan lerengnya menggunakan *gridcell*. pengukuran dan analisis geometri bentuk permukaan bumi, termasuk fitur-fitur alam seperti gunung, lembah, sungai, dan bentang alam lainnya. Tujuan utama morfometri adalah untuk memahami dan mengukur karakteristik topografi, bentuk, dan relief permukaan bumi, serta proses-proses geologis yang membentuknya. Morfometri melibatkan berbagai parameter dan metode pengukuran untuk menggambarkan, mengklasifikasikan, dan menganalisis fitur-fitur topografi tersebut. Berikut perhitungan kemiringan lereng menurut Van Zuidam (1985) dapat ditulis pada (1):

$$S = \frac{(n-1) \times k}{D \times Sp} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- S = kemiringan lereng (%)
- n = banyaknya kontur yang terpotong
- k = interval kontur (m)
- D = jarak mendatar sebenarnya (m)
- Sp = skala peta

Tabel 2. Ukuran kemiringan lereng (Van Zuidam, 1985)

Kelas Lereng	% Lereng
Datar	0-3
Agak landai	3-8
Landai	8-14
Agak curam	14-21
Curam	21-56
Sangat curam	56-140
Terjal	>140

Morfogenetik

Morfogenetik, yang merupakan aspek endogen dan eksogen dari pembentukan awal mula (genetik) serta proses geomorfologi yang berlangsung (Tabel 3). Morfogenetik mengkaji proses dan mekanisme yang membentuk dan mengubah fitur-fitur fisik secara genetik di permukaan Bumi. Ini mencakup pemahaman tentang bagaimana berbagai elemen geomorfologi, seperti gunung, sungai, lembah, dan bentang alam lainnya, terbentuk dan berubah seiring waktu. Morfogenetik memeriksa berbagai gaya dan proses geologis, meteorologis, hidrologis, dan lainnya yang berperan dalam membentuk dan mengubah lanskap.

Tabel 3. Warna yang direkomendasikan untuk dijadikan simbol satuan geomorfologi berdasarkan aspek genetik (Van Zuidam, 1985).

Kelas Genetik	Simbol Warna
Bentuk lahan asal structural	Ungu / violet
Bentuk lahan asal vulkanik	Merah
Bentuk lahan asal denudasional	Coklat
Bentuk lahan asal laut (<i>marine</i>)	Hijau
Bentuk lahan asal sungai (<i>fluvial</i>)	Biru tua
Bentuk lahan asal es (<i>glacial</i>)	Biru muda
Bentuk lahan asal angin (<i>aeolian</i>)	Kuning
Bentuk lahan asal gamping (<i>karst</i>)	Jingga (Orange)

Kekuatan Batuan

Kerapatan kontur merupakan jarak antara garis kontur (kerapatan kontur) pada peta topografi mencerminkan perbedaan elevasi di wilayah tersebut. Jika garis kontur satu dengan kontur lainnya memiliki jarak yang renggang, maka bentuklahannya cenderung landai, sebaliknya jika garis kontur satu dengan kontur lainnya memiliki jarak yang rapat, maka bentuklahannya cenderung terjal. Kerapatan kontur dapat memiliki hubungan yang signifikan dengan resistensi batuan dalam konteks geomorfologi dan geologi. Batuan yang tahan erosi atau lebih keras, seperti granit atau batu gamping, cenderung menciptakan kontur yang lebih rapat, sementara batuan yang lebih mudah tererosi, seperti lempung atau pasir, cenderung menciptakan kontur yang lebih renggang. Kerapatan kontur ini dapat memberikan petunjuk awal tentang tipe batuan di daerah tersebut. Kerapatan kontur yang berkaitan dengan morfometri dan morfografi kemudian dihubungkan dengan morfogenesis dan jenis litologi pada daerah tersebut. Kemudian, jenis litologinya dihubungkan dengan tabel (Tabel 4) General Range of Strengths Rock dari Price (2009) menghubungkan kerapatan kontur dengan kekerasan batuan dari price ini

Tabel 4. General Range of Strengths for common rock types (Price 2009)

Very weak	Weak	Moderately weak	Moderately strong	Strong	Very strong	Extremely strong	
MPa	1.25	5	12.5	50	100	200	500
	Clastic			Crystalline			
	Calcarenite	Chalk	Limestones			Siliceous	
			High porosity: weak cement	Low porosity: strong cement		Quartzite: quartz grains with quartz cement	
		Sandstones					
		Shales Fissile	Mudstones Bedded				
		Slates Very anisotropic	Schists Anisotropic	Gneisses Less significantly anisotropic on scale of test specimen			
				Igneous rocks (excluding flow volcanics)			
				Coarse	Fine		

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Geologi Daerah Penelitian

Pengelompokan satuan batuan di daerah penelitian didasarkan pada ciri litologi, keseragaman gejala litologi, dan gejala lainnya dalam tubuh batuan (Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996). Dalam pembahasan stratigrafi daerah penelitian, satuan batuan menggunakan tata nama satuan litostratigrafi tidak resmi. Penentuan kedudukan stratigrafi didasarkan pada beberapa prinsip seperti aplikasi azas pemotongan dan hukum superposisi, yaitu suatu urutan pengendapan dimana yang tertua terletak lebih bawah dari satuan yang lebih muda (apabila lapisan batuan normal/tidak terjadi proses pembalikan). Penentuan kedudukan stratigrafi membutuhkan analisis paleontologi dimana menggunakan kandungan fosil pada batuan untuk mendapatkan umur relatif. Satuan batuan di daerah pemetaan dapat dibedakan menjadi empat satuan batuan, dengan urutan dari tua ke muda sebagai berikut:

1. Satuan Batulempung (Tmbl)
2. Satuan Batupasir (Tmbp)
3. Satuan Breksi Vulkanik (Tmbv)
4. Intrusi Diorit (Tmid)

Satuan Batulempung (Tmbl)

Satuan batulempung ini tersusun dari batulempung dengan warna segar abu-abu gelap, warna lapuk abu-abu kecoklatan, dominan karbonatan, kekerasannya dapat diremas, serpih. Setempat terdapat perselingan dengan batupasir. Batupasir dengan warna segar abu-abu kekuningan, warna lapuk abu-abu kecoklatan, besar butirnya halus-sangat halus, membundar tanggung-membundar, kemas tertutup, struktur paralel laminasi dan wavy laminasi, permeabilitas buruk, pemilahan sedang, dominan karbonatan, kekerasannya agak keras. Penyebaran satuan batuan ini berada di bagian timur laut dan timur daerah penelitian. Secara keseluruhan penyebaran satuan ini menempati sekitar 20% dari seluruh luas daerah penelitian. Tersingkap hampir di sepanjang Kali Keruh, Kali Platar, Kali Polaga, dan Kali Pete.

Satuan Batupasir (Tmbp)

Satuan batupasir ini tersusun dari batupasir dengan warna segar abu-abu terang, warna lapuk abu-abu, besar butirnya sedang-halus, menyudut tanggung-membundar tanggung, kemas tertutup, struktur paralel laminasi, wavy laminasi dan cross laminasi, permeabilitas buruk, pemilahan sedang, dominan karbonatan, kekerasannya agak keras. Setempat terdapat perselingan dengan batulempung. Batulempung dengan warna segar abu-abu terang, warna lapuk abu-abu gelap, dominan karbonatan, kekerasannya agak keras, serpih. Setempat terdapat konglomerat polimik (Matrix Supported) dengan matriks berupa batupasir warna segar abu-abu putih, berwarna lapuk abu-abu putih, besar butirnya fine-very fine sand, rounded, kemas tertutup, permeabilitas buruk, pemilahan baik, karbonatan, kekerasannya lunak. Batupasir (komponen) berwarna segar abu-abu putih, warna lapuk abu-abu putih, besar butirnya halus-sangat halus, membundar tanggung-membundar, kemas tertutup, permeabilitas buruk, pemilahan baik, karbonatan, kekerasannya lunak. Batubeku (komponen) berwarna segar abu-abu kehitaman, warna lapuk abu-abu kehitaman, porfiritik, terdapat mineral biotit dan piroksen. Ukuran

komponen butiran-bongkah. Penyebaran satuan batuan ini berada di bagian barat dan tengah daerah penelitian. Secara keseluruhan penyebaran satuan ini menempati sekitar 35% dari seluruh luas daerah penelitian. Tersingkap di Kali Lengser, Kali Wuni, Kali Tengah, dan Kali Bawahan.

Satuan Breksi Vulkanik (Tmbv)

Satuan ini seluruhnya tersusun atas breksi vulkanik. Breksi vulkanik monomik (Matrix Supported) dengan matriks berupa tuf dengan warna segar abu-abu gelap, warna lapuk abu-abu gelap, ukuran butir sedang-halus, menyudut tanggung-membulat tanggung, permeabilitas buruk, pemilahan baik, kemas terbuka, kekerasan lunak, terdapat mineral piroksen. Andesit (komponen) warna segar abu-abu, warna lapuk abu-abu kehitaman, porfiritik, euhedral-subhedral, hipokristalin, inequigranular, hipidiomorf, terdapat mineral piroksen dan kuarsa. Ukuran komponen butiran-bongkah. Penyebaran satuan batuan ini berada di bagian selatan daerah penelitian. Secara keseluruhan penyebaran satuan ini menempati sekitar 40% dari seluruh luas daerah penelitian. Tersingkap di Gunung Sewu, Sibendo, Sidengok.

Intrusi Diorit (Tmid)

Satuan ini seluruhnya tersusun atas intrusi diorit. Diorit dengan warna segar abu-abu kehitaman, warna lapuk abu-abu kehitaman, faneritik-porfiritik, hipokristalin, inequigranular, euhedral-subhedral, hipidiomorf, masif, terdapat mineral piroksen. Penyebaran satuan batuan ini berada di bagian utara daerah penelitian. Secara keseluruhan penyebaran satuan ini menempati sekitar 5% dari seluruh luas daerah penelitian. Tersingkap di Gunung Wil.

Geomorfologi Daerah Penelitian

Satuan geomorfologi pada daerah penelitian berdasarkan aspek morfogenetik, morfografi dan morfometri dibagi menjadi lima satuan, yaitu:

1. Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural Agak Curam
2. Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural Curam
3. Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional Agak Curam
4. Satuan Geomorfologi Perbukitan Vulkanik Curam
5. Satuan Geomorfologi Perbukitan Intrusi Agak Curam

Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural Agak Curam

Satuan geomorfologi ini menempati wilayah seluas kira-kira 40% dari seluruh daerah penelitian dan dijumpai pada bagian utara hingga tengah daerah penelitian. Satuan ini memiliki kemiringan lereng 4% - 14%. Bentuk lembahnya U sampai V. Satuan daerah ini tersusun oleh litologi batupasir, batulempung, dan telah mengalami proses struktur geologi sehingga dikategorikan ke dalam satuan perbukitan struktural agak curam. Pola aliran sungai yang berkembang di sekitar daerah ini merupakan pola aliran sub-paralel, sungai yang termasuk dalam satuan geomorfologi ini adalah Kali Batur dan Tengah. Secara morfogenetik, ada beberapa proses yang mempengaruhi satuan ini yakni proses eksogen berupa pelapukan mekanik dan proses erosi sedangkan proses endogen berupa struktural. Satuan geomorfologi ini memiliki tinggi elevasi antara 312 – 900 mdpl. Daerah pada Satuan ini dimanfaatkan warga untuk pemukiman, perkebunan dan pertanian (Gambar 3).



Gambar 3. Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan struktural agak curam di daerah Cikadu, dilihat dari arah barat ke arah timur.

Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural Curam

Satuan geomorfologi ini menempati wilayah seluas kira-kira 17% dari seluruh daerah penelitian dan terdapat di bagian tengah dan timur daerah penelitian. Satuan ini memiliki rata-rata kemiringan lereng 15% - 39%. Bentuk lembahnya U sampai V. Satuan geomorfologi daerah ini tersusun oleh batupasir dan telah mengalami proses struktur geologi sehingga

dikategorikan ke dalam satuan perbukitan struktural curam. Pola aliran sungai yang berkembang di satuan geomorfologi ini adalah pola aliran rektangular dan sub-dendritik, sungai yang termasuk dalam satuan ini adalah Kali Wuni dan Lengser. Secara morfogenetik, ada beberapa proses yang mempengaruhi satuan ini yakni proses eksogen berupa pelapukan mekanik dan proses erosi sedangkan proses endogen berupa struktural. Satuan geomorfologi ini memiliki tinggi elevasi antara 450 – 1000 mdpl. Daerah pada Satuan ini dimanfaatkan warga untuk pemukiman, pertanian, dan perkebunan (Gambar 4).



Gambar 4. Kenampakan satuan perbukitan struktural curam di daerah Kaligondang, dilihat dari arah utara ke selatan.

Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional Agak Curam

Satuan geomorfologi ini menempati wilayah seluas kira-kira 15% dari seluruh daerah penelitian dan dijumpai pada bagian barat daerah penelitian. Bentuk lembahnya U sampai V. Satuan geomorfologi daerah ini tersusun oleh batupasir sehingga dikategorikan ke dalam satuan perbukitan denudasional agak curam. Pola aliran sungai yang berkembang di sekitar daerah ini merupakan pola aliran sub-dendritik, sungai yang termasuk dalam satuan geomorfologi ini adalah Kali Mandiri, Krinjing, Pelung, Ading, dan Tambra. Secara morfogenetik, ada beberapa proses yang mempengaruhi satuan ini yakni proses eksogen berupa pelapukan mekanik dan proses erosi sedangkan proses endogen berupa struktural. Satuan geomorfologi ini memiliki tinggi elevasi antara 312 – 825 mdpl. Daerah pada Satuan ini dimanfaatkan warga untuk pemukiman, pertanian, dan perkebunan (Gambar 5).



Gambar 5. Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan denudasional agak curam di daerah Peguyangan, dilihat dari arah utara ke arah selatan.

Satuan Geomorfologi Perbukitan Vulkanik Curam

Satuan geomorfologi ini menempati wilayah seluas kira-kira 25% dari seluruh daerah penelitian dan dijumpai pada bagian selatan hingga tengah daerah penelitian. Satuan ini memiliki rata-rata kemiringan lereng 15% - 37%. Bentuk lembah pada satuan geomorfologi ini adalah V. Satuan geomorfologi daerah ini tersusun oleh breksi vulkanik sehingga dikategorikan ke dalam satuan perbukitan vulkanik curam. Pola aliran sungai yang berkembang di sekitar daerah ini merupakan pola aliran sub-dendritik dan sub-paralel, sungai yang termasuk dalam satuan geomorfologi ini adalah Sungai intermiten yang tidak memiliki nama. Secara morfogenetik, ada beberapa proses yang mempengaruhi satuan ini yakni proses eksogen berupa pelapukan mekanik dan proses erosi sedangkan proses endogen berupa aktivitas vulkanik. Satuan geomorfologi ini memiliki tinggi elevasi antara 350 – 1262 mdpl. Daerah pada Satuan ini dimanfaatkan warga untuk pemukiman, pertanian, dan perkebunan (Gambar 6).



Gambar 6. Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan vulkanik curam di daerah Peguyangan, dilihat dari arah utara ke arah selatan.

Satuan Geomorfologi Perbukitan Intrusi Agak Curam

Satuan geomorfologi ini menempati wilayah seluas kira-kira 3% dari seluruh daerah penelitian dan dijumpai pada bagian tengah daerah penelitian. Bentuk lembahnya U sampai V. Satuan geomorfologi daerah ini tersusun oleh diorit sehingga dikategorikan ke dalam satuan perbukitan intrusi agak curam. Pola aliran sungai yang berkembang di sekitar daerah ini merupakan pola aliran sub-paralel, sungai yang termasuk dalam satuan geomorfologi ini adalah Kali Polaga. Secara morfogenetik, ada beberapa proses yang mempengaruhi satuan ini yakni proses eksogen berupa pelapukan mekanik dan proses erosi sedangkan proses endogen berupa structural dan magmatisme. Satuan geomorfologi ini memiliki tinggi elevasi antara 375 – 525 mdpl. Daerah pada Satuan ini dimanfaatkan warga untuk pemukiman, pertanian, dan perkebunan (Gambar 7).



Gambar 7. Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan intrusi agak curam di daerah Cikadu, dilihat dari arah barat laut ke arah tenggara.

Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Beberapa satuan geomorfologi yang sudah didelineasi kemudian dibuat Peta Geomorfologi daerah penelitian. Peta Geomorfologi dibedakan ke dalam lima satuan geomorfologi yang diberikan warna berbeda-beda sesuai dengan morfogenetiknya yang tertera pada Tabel 3. Keterangan penjelasan mengenai morfometri, morfografi, dan morfogenesis dapat dilihat pada Tabel 5. Berikut Peta Geomorfologi Daerah Penelitian pada Gambar 8.

Tabel 5. Kriteria geomorfologi di daerah penelitian berdasarkan satuan geomorfologi, morfografi, morfometri, dan morfogenetik.

SATUAN GEOMORFOLOGI	SIMBOL WARNA	KRITERIA GEOMORFOLOGI								
		MORFOGRAFI			MORFOMETRI			MORFOGENETIK		
		Pola Aliran Sungai	Bentuk Lembah	Bentuk Lahan	Elevasi (m)	Kemiringan Lereng (%)	Kelas Lereng	Proses		Material Penyusun
						Endogen	Eksogen			
Perbukitan Struktural Agak Curam		Sub-Paralel	U - V	Perbukitan Memanjang	312 - 900	4% - 14%	Agak Curam	Struktural	Pelapukan, Erosi	Batulempung, Batupasir
Perbukitan Struktural Curam		Rektangular, Sub-Dendritik	U - V	Perbukitan Memanjang	450 - 1000	15% - 39%	Curam	Struktural	Pelapukan, Erosi	Batupasir
Perbukitan Denudasional Agak Curam		Sub-Dendritik	U - V	Perbukitan	312 - 825	4% - 14%	Agak Curam	Struktural	Pelapukan, Erosi	Batupasir
Perbukitan Vulkanik Curam		Sub-Dendritik, Sub-Paralel	V	Perbukitan Memanjang	350 - 1262	15% - 37%	Curam	Aktivitas Vulkanik	Pelapukan, Erosi	Breksi Vulkanik
Perbukitan Intrusi Agak Curam		Sub-Paralel	U - V	Perbukitan Intrusi	375 - 525	13% - 22%	Agak Curam	Struktural, Magmatisme	Pelapukan, Erosi	Diorit

Hubungan Kerapatan Kontur dengan Resistensi Batuan

Kerapatan kontur dapat dilihat dari peta, interval elevasi, interval kemiringan lereng, dan kelas lereng pada tabel 5. Resistensi batuan dapat dilihat dari kekuatan batuan pada tabel 4 yang litologi batumannya disesuaikan dengan material penyusun morfogenetik pada tabel 5. Kemudian dilakukan analisis hubungan antar kerapatan kontur dengan resistensi batuan.

Hubungan Kerapatan Kontur dengan Resistensi Batuan pada Perbukitan Struktural Agak Curam

Pada satuan geomorfologi Perbukitan Struktural Agak Curam memiliki interval elevasi 312 – 900 meter, interval 4% - 14% kemiringan lereng, kelas lereng agak curam, dengan material penyusun berupa batulempung dan batupasir. Kerapatan kontur termasuk yang sedikit renggang. Berdasarkan tabel 4 mengenai kuat tekan batuan (Price, 2009) batulempung dan batupasir memiliki kekuatan batuan sekitar 3 – 50 MPa dan dapat disimpulkan sebagai resistensi rendah – resistensi menengah.

Hubungan Kerapatan Kontur dengan Resistensi Batuan pada Perbukitan Struktural Curam

Pada satuan geomorfologi Perbukitan Struktural Curam memiliki interval elevasi 450 – 1000 meter, interval 15% - 39% kemiringan lereng, kelas lereng curam, dengan material penyusun berupa batupasir. Kerapatan kontur termasuk yang sedikit rapat. Berdasarkan tabel 4 mengenai kuat tekan batuan (Price, 2009) batupasir memiliki kekuatan batuan sekitar 12.5 – 50 MPa dan dapat disimpulkan sebagai resistensi menengah.

Hubungan Kerapatan Kontur dengan Resistensi Batuan pada Perbukitan Denudasional Agak Curam

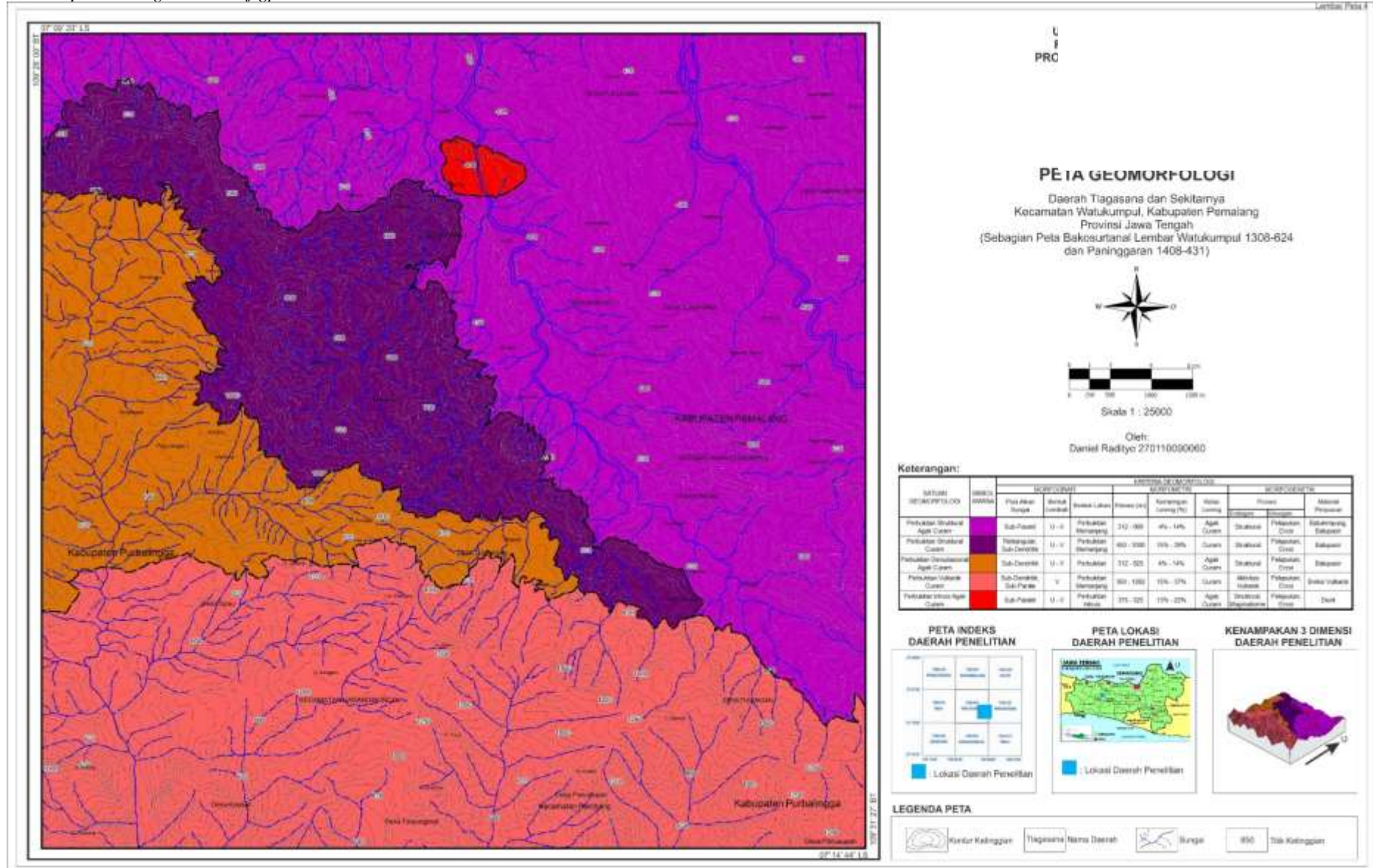
Pada satuan geomorfologi Perbukitan Denudasional Agak Curam memiliki interval elevasi 312 – 825 meter, interval 4% - 14% kemiringan lereng, kelas lereng agak curam, dengan material penyusun berupa batupasir. Kerapatan kontur termasuk yang sedikit renggang. Berdasarkan tabel 4 mengenai kuat tekan batuan (Price, 2009) batupasir memiliki kekuatan batuan sekitar 12.5 – 50 MPa dan dapat disimpulkan sebagai resistensi menengah.

Hubungan Kerapatan Kontur dengan Resistensi Batuan pada Perbukitan Vulkanik Curam

Pada satuan geomorfologi Perbukitan Vulkanik Curam memiliki interval elevasi 350 – 1262 meter, interval 15% - 37% kemiringan lereng, kelas lereng curam, dengan material penyusun berupa breksi vulkanik. Kerapatan kontur termasuk yang sedikit rapat. Berdasarkan tabel 4 mengenai kuat tekan batuan (Price, 2009) breksi vulkanik termasuk ke dalam batuan beku yang memiliki kekuatan batuan sekitar 50 – 200 MPa dan dapat disimpulkan sebagai resistensi tinggi.

Hubungan Kerapatan Kontur dengan Resistensi Batuan pada Perbukitan Intruksi Agak Curam

Pada satuan geomorfologi Perbukitan Intruksi Agak Curam memiliki interval elevasi 375 – 525 meter, interval 13% - 22% kemiringan lereng, kelas lereng agak curam, dengan material penyusun berupa diorit. Kerapatan kontur termasuk yang sedikit renggang. Berdasarkan tabel 4 mengenai kuat tekan batuan (Price, 2009) diorit termasuk ke dalam batuan beku yang memiliki kekuatan batuan sekitar 50 – 200 MPa dan dapat disimpulkan sebagai resistensi tinggi.



Gambar 8. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa geologi Daerah Tlagasana dan sekitarnya, Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah sebagai berikut:

1. Geomorfologi daerah penelitian di kelompokkan menjadi lima satuan geomorfologi, yaitu:
 - a. Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural Agak Curam
 - b. Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural Curam
 - c. Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional Agak Curam
 - d. Satuan Geomorfologi Perbukitan Vulkanik Curam
 - e. Satuan Geomorfologi Perbukitan Intrusi Agak Curam
2. Litologi penyusun daerah penelitian dibagi menjadi menjadi empat satuan batuan, yaitu:
 - a. Satuan Batulempung (Tmbl).
 - b. Satuan Batupasir (Tmbp).
 - c. Satuan Breksi Vulkanik (Tmbv).
 - d. Intrusi Diorit (Tmid).
3. Hubungan kerapatan kontur dengan resistensi batuan. Untuk kontur yang rapat cenderung memiliki resistensi yang tinggi, sedangkan untuk kontur yang renggan cenderung memiliki resistensi yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Condon, W.H., Pardyanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S., dan Samodra, H., 1996. Peta Geologi Regional Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Djuri, M., Samodra, H., Amin, T.C., dan Gafoer, S., 1996. Geological Map of The Purwokerto and Tegal Quadrangles, Java, scale 1 : 100.000. Geological Research and Development Center, Bandung.
- Kartanegara, L., Unepetty, H., dan Asikin, S., 1987. Tatanan Stratigrafi dan Posisi Tektonik Cekungan Jawa Tengah Utara selama Jaman Tersier. PIT-IAGI ke-16, Bandung.
- Price, D. G., 2009, *Engineering Geology Principles and Practice*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. The Geology of Indonesia Vol. IA. Government Printing Office, The Hague.
- Van Zuidam, R. 1985. Aerial Photo-Interperation in Terrain Analysis and Geomorphology Mapping. Publisher The Hague, Netherland.