

**SKRIPSI**

**INVENTARISASI POTENSI *GEOHERITAGE* DAERAH KABUPATEN  
BARRU, KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN, DAN  
KABUPATEN MAROS PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ANDI ICHLASUL SURYA  
D061171503**



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

INVENTARISASI POTENSI *GEOHERITAGE* DAERAH KABUPATEN  
BARRU, KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN, DAN  
KABUPATEN MAROS PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan Diajukan Oleh :

ANDI ICHLASUL SURYA  
D061171503

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Prof. Dr. Eng. Asri Jaya HS, S.T., M.T.  
NIP. 19690924 199802 1 001

  
Dr. Eng. Hendra Pachri S.T., M.Eng  
NIP. 19771214 200501 1 002

Mengetahui,  
Ketua Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



  
Dr. Eng. Hendra Pachri S.T., M.Eng  
NIP. 19771214 200501 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Ichlasul Surya  
NIM : D061171503  
Program Studi : Teknik Geologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul :

### **INVENTARISASI POTENSI GEOHERITAGE DAERAH KABUPATEN BARRU, KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN, DAN KABUPATEN MAROS**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila ditemukan hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 06 Desember 2022

Yang Menyatakan



Andi Ichlasul Surya

## SARI

Secara administratif, daerah penelitian termasuk dalam wilayah Daerah Kabupaten Maros, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dan Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan dan secara koordinat 118°50'00" sampai dengan 119°50'00" BT dan 03°50'00" sampai dengan 05°15'00" LS. Penelitian dengan judul “Inventarisasi Potensi *Geoheritage* Daerah Kabupaten Barru, Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan, dan Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan” dengan maksud untuk mengetahui potensi *geoheritage* pada daerah penelitian dengan tujuan untuk menginventarisasi potensi *geoheritage* berdasarkan empat faktor yaitu nilai sains, nilai pariwisata, nilai edukasi dan nilai resiko degradasi. Dari hasil analisis yang dilakukan berdasarkan dengan menggunakan standar inventarisasi pusat survey geologi Berdasarkan faktor tersebut maka didapatkan berdasarkan penilaian *scientific* menunjukkan bahwa 11 geosite memiliki nilai tinggi, 9 geosite memiliki nilai sedang, dan 13 geosite memiliki nilai rendah, berdasarkan penilaian edukasi menunjukkan bahwa 11 geosite bernilai tinggi dan 23 geosite bernilai sedang, berdasarkan nilai pariwisata menunjukkan bahwa 9 situs memiliki nilai tinggi dan 22 situs memiliki nilai sedang dan 2 situs memiliki nilai rendah, berdasarkan evaluasi penilaian risiko degradasi individu menunjukkan bahwa 2 geosite memiliki nilai yang tinggi, 14 geosite memiliki nilai sedang dan 17 geosite memiliki nilai rendah.

**Kata kunci :** *geoheritage*, Scientific, Edukasi, Pariwisata, Resiko Degradasi

## **ABSTRACT**

*Administratively, the study area is included in the area of Maros Regency, Pangkajene regency and Islands and Maros Regency, South Sulawesi Province and coordinates 118°50'00" to 119°50'00" BT and 03°50'00" to 05°15'00" LS. The research with the title "Inventory of Geoheritage Potential in Barru Regency, Pangkajenne Regency and Islands, and Maros Regency, South Sulawesi Province" with the intention of determining the geoheritage potential in the research area with the aim of inventorying geoheritage potential based on four factors, namely the value of science, the value of tourism, the value of education and the value of the risk of degradation. . From the results of the analysis carried out based on using the standards of invetarization of geological survey centers. Based on these factors, it was obtained based on scientific assessments showing that 11 geosites have high values, 9 geosites have medium values, and 13 geosites have low values, based on educational assessments show that 11 geosites have high values and 23 geosites have high values, based on tourism values, it shows that 9 sites have high values and 22 sites have medium values and 2 sites have low values, based on the evaluation of the individual degradation risk assessment shows that 2 geosites have a high value, 14 geosites have a medium value and 17 geosites have a low value.*

*Keywords: geoheritage, Scientific, Education, Tourism, Degradation Risk*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur penulis panjatkan atas kejadiat Allah SWT berkat rahmat dna karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan tugas akhir yang berjudul **“Inventarisasi Potensi *Geoheritage* Daerah Kabupaten Barru, Kabupaten Pangkajenne Dan Kepulauan, Dan Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan”**.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung, membimbing, mengarahkan serta membantu penulis dalam menyusun laporan penelitian ini, antara lain :

1. Kepada bapak Dr. Eng. Hendra Pachri S.T., M.Eng. sebagai dosen pembimbing sekaligus Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah mengarahkan dan membimbing dalam pengerjaan laporan ini.
2. Kepada bapak Prof. Dr. Eng. Asri Jaya HS. S.T, M.T sebagai dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing dalam pengambilan data lapangan dan pengerjaan laporan ini.
3. Kedua orang tua atas segala kasih sayang, saran, bimbingan, mendukung dan membantu penulis dari awal sampai akhir pembuatan laporan pemetaan ini.
4. Kepada Kak Baso Rezki Maulana dan Kak Muhammad Dzulhuzair, Kak Ade dan Firdaus Zulkarnain yang telah Membantu baik dalam pengambilan lapangan serta dalam tahap penyusunan laporan

5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingannya.
6. Staf – Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh rekan – rekan Mahasiswa Geologi Unhas, terkhusus pada angkatan 2017 (R17PTORZ) yang telah banyak memberikan dukungan serta ilmu yang belum kudapatkan selama perkuliahan kepada penulis.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dorongan yang diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan di dalamnya, baik dalam penulisan maupun penyusunan, oleh karena penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan selanjutnya.

Semoga apa yang dilakukan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat bernilai ibadah disisi Allah SWT. Aaamiiiiinn.

Makassar, 25 Agustus 2022

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR KEASLIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>SARI .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Letak, Waktu dan Kesampaian Daerah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Geologi Regional .....	5
2.1.1 Geomorfologi Regional .....	5
2.1.2 Stratigrafi Regional.....	6
2.1.3 Struktur Regional.....	7
2.2 <i>Geoheritage</i> .....	8
2.3 Assesment <i>Geoheritage</i> .....	10
2.3.1 Nilai Scientific.....	10
2.3.2 Nilai Edukasi.....	16
2.3.3 Nilai Pariwisata.....	24
2.3.4 Resiko Degradasi.....	33
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Tahapan Pendahuluan .....	39
3.2 Tahapan Observasi lapangan .....	39
3.3 Tahapan Analisis Data .....	40
3.4 Tahapan Pembuatan Laporan.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>

4.2 Pembahasan.....	59
4.2.1 Geologi Daerah Penelitian.....	59
4.2.2 Assesment Nilai Warisan Geologi.....	62
4.2.3 Karakterisasi Keragaman Geologi.....	76
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>82</b>
5.1 Kesimpulan .....	82
5.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>84</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Lokasi Daerah Penelitian.....	4
<b>Gambar 2.1</b> Parameter nilai asesmen faktor <i>saintific</i> menurut Brilha, 2016.....	11
<b>Gambar 2.2</b> Parameter nilai asesmen faktor edukasi menurut Brilha, 2016.....	17
<b>Gambar 2.3</b> Parameter nilai asesmen faktor pariwisata menurut Brilha, 2016.....	25
<b>Gambar 2.4</b> Parameter nilai asesmen faktor resiko degradasi menurut Brilha, 2016.....	34
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	41
<b>Gambar 4.1</b> Proses Obdaksi dan Subduksi.....	60
<b>Gambar 4.2</b> Proses vulkanisme dan sedimentasi.....	61
<b>Gambar 4.3</b> Proses Kartifikasi dan penyingkaan batuan.....	62
<b>Gambar 4.4</b> Hasil asesmen komponen potensi nilai <i>scientific</i> keragaman Geologi ( <i>Geodiversity</i> ) daerah penelitian.....	63
<b>Gambar 4.5</b> Hasil asesmen komponen potensi nilai edukasi keragaman geologi ( <i>Geodiversity</i> ) daerah penelitian.....	67
<b>Gambar 4.6</b> Hasil asesmen komponen potensi nilai pariwisata kekaragaman geologi ( <i>Geodiversity</i> ) daerah penelitian.....	71
<b>Gambar 4.7</b> Hasil asesmen komponen potensi nilai resiko degradasi kekaragaman geologi ( <i>Geodiversity</i> ) daerah penelitian.....	73
<b>Gambar 4.8</b> Hasil akhir dari penilaian kuantitatif nilai resiko degradasi .....	76

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kriteria dan pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai <i>Scientific</i> ..	15
<b>Tabel 2.2</b> Kriteria dan pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai edukasi.....	24
<b>Tabel 2.3</b> Kriteria dan pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai pariwisata..	33
<b>Tabel 2.4</b> Kriteria dan pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai resiko degradasi .....	37
<b>Tabel 2.5</b> Kriteria dan pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai resiko degradasi total.....	38
<b>Tabel 4.1</b> Matrik Inventarisasi Keragaman Geologi .....	44
<b>Tabel 4.2</b> Nilai asesmen sains dan edukasi.....	55
<b>Tabel 4.3</b> Nilai asesmen pariwisata dan resiko degradasi.....	57
<b>Tabel 4.4</b> Matriks Karakteristik Keragaman Geologi .....	78

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kenampakan geologi permukaan bumi pada setiap wilayah berbeda-beda ciri khasnya masing-masing. Rangkaian bentang alam dan patahan ataupun tumbukan lempeng seperti perbukitan kerucut, pegunungan serta jajaran pantai yang terbentuk dari proses abrasi dan sedimentasi serta berbagai macam unsur lain yang terbentuk akibat proses-proses geologi yang dapat di ajukan sebagai warisan geologi.

Keragaman dan keunikan geologi memberikan nilai tersendiri untuk menjadi potensi warisan geologi yang sangat besar di seluruh Indonesia. Potensi tersebut sangat strategis untuk mendukung program konservasi sumberdaya geologi dan pengembangan sektor pariwisata berbasis geologi melalui konsep *Geopark*, melihat potensi yang ada perlu dibangun sistem pengelolaan yang terintegrasi sehingga mampu dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat.

Melihat kondisi geologi pada provinsi sulawesi selatan secara regional yang sangat menarik dengan berbagai macam keragaman geologi mulai dari batuan ,mineral hingga proses-proses pemebentukan batuan dan bentang alam yang ada saat ini sehingga Potensi-potensi warisan geologi yang tersebar di Provinsi Sulawesi Selatan khususnya di Kabupaten Barru, Kabupaten Pangkajenne dan Kepulauan, dan Kabupaten Maros yang begitu kompleks sehingga perlu dilakukannya penelitian mengenai warisan geologi pada daerah tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi geologi pada daerah penelitian?
2. Bagaimana hasil penilaian warisan geologi daerah penelitian
3. Bagaimana resiko degradasi warisan geologi daerah penelitian

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini membahas mengenai penilaian terhadap potensi geoheritage pada daerah penelitian dengan menggunakan standarisasi penilaian yang telah ditetapkan oleh pusat survey geologi berdasarkan nilai sains, edukasi, pariwisata dan resiko degradasi.

## **1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi warisan geologi yang terdapat pada daerah penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk menentukan nilai *scientific* warisan geologi
2. Untuk menentukan nilai edukasi warisan geologi
3. Untuk menentukan nilai pariwisata warisan geologi
4. Untuk menentukan nilai resiko degradasi warisan geologi

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi mengenai potensi geoheritage berdasarkan dari hasil-hasil penilaian sehingga dapat

memberikan gambaran mengenai kekurangan dan kelebihan pada setiap geosite yang terdapat pada daerah penelitian.

### **1.6 Letak, Waktu dan Kesampaian Daerah**

Secara administrasi daerah penelitian termasuk pada kawasan atau wilayah administrasi Kabupaten Maros, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dan Kabupaten Barru. Secara geografis daerah penelitian berada pada koordinat  $118^{\circ}50'00''$  sampai dengan  $119^{\circ}50'00''$  BT dan  $03^{\circ}50'00''$  sampai dengan  $05^{\circ}15'00''$  LS.

Untuk mencapai daerah penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan mobil dan motor dengan estimasi waktu menuju Kabupaten Maros kurang lebih 1 jam dengan jarak tempuh dari Kota Makassar sekitar 30 km, Untuk menuju Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dengan estimasi waktu kurang lebih 1 jam 30 menit dengan jarak tempuh sekitar 53 km dari Kota Makassar, Untuk menuju Kabupaten Barru dengan estimasi waktu kurang lebih 3 jam dengan jarak tempuh dari Kota Makassar sekitar 103 km.



**Gambar 1.1** Lokasi daerah penelitian meliputi Kabupaten Maros, KabupatenPangkajene dan Kepulauan Serta Kabupaten Barru

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional**

Secara regional daerah penelitian termasuk pada lembar pangkajene dan watampone bagian barat skala 1:25.000. yang akan membahas spek geologi secara regional yaitu Geomorfologi, Stratigrafi dan Struktur Geologi.

##### **2.1.1 Geomorfologi Regional**

Di daerah Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat terdapat dua baris pegunungan yang memanjang hampir sejajar pada arah utara-barat laut dan terpisahkan oleh lembah Sungai Walanae. Pegunungan yang barat menempati hampir setengah luas daerah, melebar di bagian selatan (50 km) dan menyempit di bagian utara (22 km). Puncak tertingginya 1694 m, sedangkan ketinggian rata-ratanya 1500 m. Pembentuknya sebagian besar batuan gunungapi.

Di lereng barat dan di beberapa tempat di lereng timur terdapat topografi kras, penceminan adanya batugamping. Di antara topografi kras di lereng barat terdapat daerah pebukitan yang dibentuk oleh batuan Pra-Tersier. Pegunungan ini di baratdaya dibatasi oleh dataran Pangkajene-Maros yang luas sebagai lanjutan dari dataran di selatannya. Pegunungan yang di timur relatif lebih sempit dan lebih rendah, dengan puncaknya rata-rata setinggi 700 m, dan yang tertinggi 787 m. Juga pegunungan ini sebagian besar berbatuan gunungapi. Bagian selatannya selebar 20 km dan lebih tinggi, tetapi ke utara menyempit dan merendah, dan akhirnya menjam ke bawah batas antara Lembah Walanae dan dataran Bone. Bagian utara

pegunungan ini bertopografi kras yang permukaannya sebagian berkerucut. Batasnya di timurlaut adalah dataran Bone yang sangat luas, yang menempati hampir sepertiga bagian timur.

### **2.1.2 Stratigrafi Regional**

Kelompok batuan tua yang umurnya belum diketahui terdiri dari batuan ularabasa, batuan malihan dan batuan melange. Batuannya terbreksikan dan tergerus dan mendaun, dan sentuhannya dengan formasi di sekitarnya berupa sesar atau ketidselarasan. Penarikan radiometri pada sekis yang menghasilkan 111 juta tahun Kemungkinan menunjukkan peristiwa malihan akhir pada tektonik Zaman Kapur. Batuan tua ini tertindih tak selaras oleh endapan flysch Formasi Balangbaru dan Formasi Marada yang tebalnya lebih dari 2000 m dan berumur Kapur Akhir. Kegiatan magma sudah mulai pada waktu itu dengan bukti adanya sisipan lava dalam flysch. Batuan gunungapi berumur Paleosen (58,5- 63,0 it), dan diendapkan dalam lingkungan laut, menindih tak selaras batuan flysch yang berumur Kapur Akhir.

Batuan sedimen Formasi Malawa yang sebagian besar dicirikan oleh endapan darat dengan sisipan batubara, menindih tak selaras batuan gunungapi Paleosen dan batuan flysch Kapur Akhir. Ke atas Formasi Malawa ini secara berangsur beralih ke endapan karbonat Formasi Tonasa yang terbentuk secara menerus dari Eosen Awal sampai bagian bawah Miosen Tengah. Tebal Formasi Tonasa lebih kurang 3000 m, dan melampar cukup luas mengalasi batuan gunungapi Miosen Tengah di barat.

. Batuan sedimen berumur Miosen Tengah sampai Pliosen Awal berselingan dengan batuan gunungapi yang berumur antara 8,93-9,29 juta tahun. Secara bersama batuan itu menyusun Formasi Camba yang tebalnya sekitar 5000 m. Sebagian besar pegunungan yang barat terbentuk dari Formasi Camba ini yang menindih tak selaras Formasi Tonasa. Selama Miosen akhir sampai Pliosen, di daerah yang sekarang jadi Lembah Walanae di endapkan sedimen klastika Formasi Walanae. Batuan itu tebalnya sekitar 4500 m, dengan bioherm batugamping koral tumbuh di beberapa tempat (batugamping Anggota Taccipi).

Terobosan batuan beku yang terjadi di daerah itu semuanya berkaitan erat dengan kegiatan gunungapi tersebut. Bentuknya berupa stok, sill dan retas, bersusunan beraneka dari basal, andesit, trakit, diorit dan granodiorit. dan berumur berkisar dari 8.3 sampai  $19 \pm 2$  juta tahun.

Setelah Pliosen Akhir, rupanya tidak terjadi pengendapan yang berarti di daerah ini, dan juga tidak ada kegiatan gunungapi. Endapan undak di utara Pangkajene dan di beberapa tempat di tepi Sungai Walanae, rupanya terjadi selama Pliosen. Endapan Holosen yang luas berupa aluvium terdapat di sekitar D. Tempe, di dataran Pangkajene-Maros dan di bagian utara dataran Bone.

### **2.1.3 Struktur Regional**

Batuan tua yang masih dapat diketahui kedudukan stratigrafi dan tektoniknya adalah sedimen flysch Formasi Balangbaru dan Formasi Marada; bagian bawah takselaras menindih satuan yang lebih tua, dan bagian atasnya ditindih takselaras oleh batuan yang lebih muda. Batuan yang lebih tua merupakan masa yang terimbrikasi melalui sejumlah sesar sungkup, terbreksikan, tergerus,

terdaunkan dan sebagian tercampur menjadi melange. Oleh karena itu kompleks batuan ini dinamakan Komplek Tektonik Bantimala. Berdasarkan himpunan batumannya diduga Formasi Balangbaru dan Formasi Marada itu merupakan endapan lereng di dalam sistem busur-palung pada zaman Kapur Akhir. Gejala ini menunjukkan, bahwa melange di Daerah Bantimala terjadi sebelum Kapur Akhir.

Kegiatan gunungapi bawah laut dimulai pada Kala Paleosen, yang hasil erupsinya terlihat di timur Bantimala dan di daerah Birru (lembur Ujungpandang, Benteng & Sinjai). Pada Kala Eosen Awal, rupanya daerah di barat berupa tepi daratan yang dicirikan oleh endapan darat serta batubara di dalam Formasi Malawa; sedangkan di daerah timur, berupa cekungan laut dangkal tempat pengendapan batuan klastika bersisipan karbonat Formasi Salo Kalupang. Pengendapan Formasi Malawa kemungkinan hanya berlangsung selama awal Eosen, sedangkan Formasi Salo Kalupang berlangsung sampai Oligosen Akhir. Di barat diendapkan batuan karbonat yang sangat tebal dan luas sejak Eosen Akhir sampai Miosen Awal. Gejala ini menandakan bahwa selama waktu itu terjadi paparan laut dangkal yang luas, yang berangsur-angsur menurun sejalan dengan adanya pengendapan. Proses tektonik di bagian barat ini berlangsung sampai Miosen Awal, sedangkan di bagian timur kegiatan gunungapi sudah mulai lagi selama Miosen Awal, yang diwakili oleh Batuan Gunungapi Kalamiseng dan Soppeng (Tmkv dan Tmsv).

## **2.2 *Geoheritage***

Warisan geologi (*Geoheritage*) adalah keragaman geologi (*Geodiversity*) yang memiliki nilai lebih sebagai suatu warisan karena menjadi rekaman yang pernah atau sedang terjadi di bumi yang karna nilai ilmiahnya, langka, unik, dan

indah, sehingga dapat digunakan untuk keperluan penelitian dan pendidikan kebumihajaran.

Warisan geologi yang dilindungi dalam bentuk Cagar Alam Geologi (CAG) dipahami sebagai Kawasan Lindung Geologi (KLG). Peristilahan ini tersurat di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Pengertian unsur geologi CAG dan KLG di dalam konteks tata ruang sebagaimana diatur oleh PP 26/2008 dipahami sebagai berikut.

a). Daerah yang memiliki keragaman batuan dan dapat berfungsi sebagai laboratorium alam, memiliki batuan yang mengandung jejak atau sisa kehidupan di masa lampau (fosil), memiliki tipe geologi unik, serta memiliki satu-satunya batuan dan/atau jejak struktur geologi masa lalu dikriteriakan sebagai kawasan keunikan batuan dan fosil (Pasal 60 ayat 1).

b). Daerah yang memiliki bentangalam gumuk pasir pantai, bentangalam kawah, kaldera, maar, leher vulkanik dan gumuk vulkanik, bentangalam gua, bentangalam ngarai/lembah, bentangalam kubah, dan bentangalam kars dikriteriakan sebagai kawasan keunikan bentangalam (Pasal 60 ayat 2).

c). Daerah yang memiliki poton atau lumpur vulkanik, tempat pemunculan sumber api alami, serta pemunculan solfatara, fumarola dan/atau geiser dikriteriakan sebagai kawasan keunikan proses geologi (Pasal 60 ayat 3).

d). Kawasan keunikan batuan dan fosil, kawasan keunikan bentangalam dan kawasan keunikan proses geologi merupakan kawasan cagar alam geologi (Pasal 53 ayat 1).

e). Kawasan cagar alam geologi merupakan kawasan lindung geologi (Pasal 52 ayat 5).

f). Kawasan lindung geologi merupakan kawasan lindung nasional (Pasal 51).

### **2.3 *Assesment Geoheritage***

Dalam penilaian warisan geologi (*Geohritage*) terdapat 4 faktor yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan asesmen terhadap situs-situ warisan geologi yaitu :

#### **2.3.1 Nilai *Scientific* (S)**

Nilai *Scientific* yaitu nilai – nilai keilmuan khususnya geologi yang terdapat pada suatu situs warisan geologi yang dapat menjelaskan fitur dan proses geologi. Terdapat 4 (empat) kriteria dalam penilaian scientific yaitu suatu situs warisan geologi yang dapat mewakili topik geologi, proses, unsur, dan kerangka geologi; hubungan status konservasi suatu lokasi situs warisan geologi; suatu unsur geologi yang tidak dapat ditemukan dilokasi lain; dan keterdapatn data scientific yang telah terpublikasi mengenai lokasi situs warisan geologi tersebut.

Faktor-faktor yang digunakan dalam melakukan asesmen kuantitatif nilai-nilai sains (*scientific values*), meliputi: Lokasi yang mewakili kerangka geologi, lokasi kunci penelitian, pemahaman keilmuan, kondisi situs geologi, keragaman geologi, persebaran situs warisan geologi dalam suatu wilayah, dan hambatan dalam penggunaan lokasi situs warisan geologi.

Geoheritage (2016) 8:119–134 127

**Table 3** Criteria, indicators, and parameters used for the quantitative assessment of the scientific value of geosites

Criteria/indicators	Parameters
<b>Scientific value (SV)</b>	
<b>A. Representativeness</b>	
The geosite is the best example in the study area to illustrate elements or processes, related with the geological framework under consideration (when applicable)	4 points
The geosite is a good example in the study area to illustrate elements or processes, related with the geological framework under consideration (when applicable)	2 points
The geosite reasonably illustrates elements or processes in the study area, related with the geological framework under consideration (when applicable)	1 point
<b>B. Key locality</b>	
The geosite is recognised as a GSSP or ASSP by the IUGS or is an IMA reference site	4 points
The geosite is used by international science, directly related with the geological framework under consideration (when applicable)	2 points
The geosite is used by national science, directly related with the geological framework under consideration (when applicable)	1 point
<b>C. Scientific knowledge</b>	
There are papers in international scientific journals about this geosite, directly related with the geological framework under consideration (when applicable)	4 points
There are papers in national scientific publications about this geosite, directly related with the geological framework under consideration (when applicable)	2 points
There are abstracts presented in international scientific events about this geosite, directly related with the geological framework under consideration (when applicable)	1 point
<b>D. Integrity</b>	
The main geological elements (related with the geological framework under consideration, when applicable) are very well preserved	4 points
Geosite not so well preserved, but the main geological elements (related with the geological framework under consideration, when applicable) are still preserved	2 points
Geosite with preservation problems and with the main geological elements (related with the geological framework under consideration, when applicable) quite altered or modified	1 point
<b>E. Geological diversity</b>	
Geosite with more than three types of distinct geological features with scientific relevance	4 points
Geosite with three types of distinct geological features with scientific relevance	2 points
Geosite with two types of distinct geological features with scientific relevance	1 point
<b>F. Rarity</b>	
The geosite is the only occurrence of this type in the study area (representing the geological framework under consideration, when applicable)	4 points
In the study area, there are two to three examples of similar geosites (representing the geological framework under consideration, when applicable)	2 points
In the study area, there are four to five examples of similar geosites (representing the geological framework under consideration, when applicable)	1 point
<b>G. Use limitations</b>	
The geosite has no limitations (legal permissions, physical barriers,...) for sampling or fieldwork	4 points
It is possible to collect samples and do fieldwork after overcoming the limitations	2 points
Sampling and fieldwork are very hard to be accomplished due to limitations difficult to overcome (legal permissions, physical barriers,...)	1 point

**Gambar 2.1** Parameter nilai asesmen faktor *saintific* menurut Brilha, 2016

### 1.3.1.1 Lokasi Yang Mewakili Kerangka Geologi (SA)

Kapasitas situs warisan geologi untuk menggambarkan fitur atau proses geologi (terkait dengan pertimbangan kerangka geologi saat diaplikasikan).

1. Lokasi situs warisan geologi merupakan contoh terbaik di wilayah penelitian untuk menggambarkan beberapa fitur atau proses terkait dengan kerangka geologi yang sedang dipertimbangkan (ketika dapat digunakan) (4)

2. Lokasi situs warisan geologi merupakan contoh bagus di wilayah penelitian untuk menggambarkan beberapa fitur atau proses terkait dengan kerangka geologi yang sedang dipertimbangkan (ketika dapat digunakan) (3)
3. Lokasi situs warisan geologi merupakan contoh umum di wilayah penelitian untuk menggambarkan beberapa fitur atau proses terkait dengan kerangka geologi yang sedang dipertimbangkan (ketika dapat digunakan) (2)
4. Lokasi situs warisan geologi merupakan contoh umum di wilayah penelitian, tetapi tidak mewakili kerangka geologi yang sedang dipertimbangkan (1)

#### **1.3.1.2 Lokasi Kunci Penelitian (SB)**

Pentingnya suatu lokasi situs warisan geologi sebagai referensi atau model untuk stratigrafi, *paleontology*, *mineralogy*, dll.

1. Lokasi situs warisan geologi dikenal sebagai GSSP atau ASSP oleh IUGS atau sebagai lokasi rujukan IMA (4)
2. Lokasi situs warisan geologi digunakan sebagai rujukan penelitian terkait dengan kerangka geologi, dipublikasi ilmiah skala internasional (3)
3. Lokasi situs warisan geologi digunakan sebagai rujukan penelitian terkait dengan kerangka geologi, dipublikasi ilmiah skala nasional (2)
4. Lokasi situs warisan geologi disebutkan dalam laporan tidak terbit terkait dengan kerangka geologi (1)

#### **1.3.1.3 Pemahaman Keilmuan (SC)**

adanya studi publikasi ilmiah tentang lokasi situs warisan geologi (berhubungan dengan kerangka geologi dalam pertimbangan saat diaplikasikan).

1. Artikel pada jurnal sains internasional mengenai lokasi situs warisan geologi ini, terkait dengan kerangka geologi (4)
2. Artikel pada publikasi sains skala nasional mengenai lokasi situs warisan geologi ini terkait dengan kerangka geologi (3)
3. Abstrak yang dipresentasikan pada kegiatan sains internasional mengenai lokasi situs warisan geologi ini, terkait dengan kerangka geologi (2)
4. Abstrak yang dipresentasikan pada kegiatan sains nasional mengenai lokasi situs warisan geologi ini, terkait dengan kerangka geologi (1)

#### **1.3.1.4 Kondisi Lokasi/Situs Geologi (SD)**

Berhubungan dengan status konservasi pada unsur geologi utama (berhubungan dengan kerangka geologi dalam pertimbangan saat diaplikasikan). Semakin baik kondisi lokasi situs warisan geologi maka, semakin tinggi pula SV (*scientific values*).

1. Semua fitur geologi, terkait dengan kerangka geologi, terjaga dengan sangat baik (4)
2. Fitur geologi utama, terkait dengan kerangka geologi, terjaga dengan baik (3).
3. Lokasi situs warisan geologi tidak terjaga dengan baik, tetapi fitur geologi utama masih utuh (2)
4. Lokasi situs warisan geologi tidak terjaga dengan baik, dan fitur geologi sudah mengalami perubahan atau modifikasi (1)

#### **1.3.1.5 Keragaman Geologi (SE)**

Tingginya jumlah keragaman fitur geologi yang berhubungan dengan nilai *scientific* (berhubungan dengan kerangka geologi saat diaplikasikan), dalam suatu lokasi situs warisan geologi yang mengartikan tingginya nilai *scientific*.

1. Lokasi situs warisan geologi memiliki lebih dari 4 fitur geologi yang berhubungan secara sains (4)
2. Lokasi situs warisan geologi memiliki 4 fitur geologi yang berhubungan secara sains (3)
3. Lokasi situs warisan geologi memiliki 3 fitur geologi yang berhubungan secara sains (2)
4. Lokasi situs warisan geologi memiliki 2 fitur geologi yang berhubungan secara sains (1).

#### **1.3.1.6 Keberadaan Situs Warisan Geologi Dalam Satu Wilayah (SF)**

Jumlah kecil dalam suatu situs warisan geologi serupa di suatu area studi (mewakili suatu kerangka geologi dalam suatu pertimbangan saat diaplikasikan) meningkatkan nilai *scientific*.

1. Satu-satunya contoh dalam wilayah penelitian, terkait dengan kerangka geologi (4)
2. Di wilayah penelitian terdapat dua lokasi lainnya yang sama dengan situs warisan geologi, terkait dengan kerangka geologi (3)
3. Di wilayah penelitian terdapat tiga lokasi lainnya yang sama dengan situs warisan geologi, terkait dengan kerangka geologi (2)
4. Di wilayah penelitian terdapat empat sampai lima lokasi lainnya yang sama dengan situs warisan geologi, terkait dengan kerangka geologi (1)

### 1.3.1.7 Hambatan Penggunaan Lokasi (SG)

Adanya kendala yang mungkin bermasalah untuk penggunaan ilmiah lokasi situs warisan geologi secara reguler yang berdampak pada *scientific values*.

1. Lokasi situs warisan geologi ini tidak memiliki hambatan (perijinan, hambatan fisik, dll) untuk kegiatan *sampling* atau kegiatan lapangan (4)
2. Kegiatan lapangan dan *sampling* dapat dilaksanakan pada lokasi situs warisan geologi ini, setelah menyelesaikan hambatan (perijinan, hambatan fisik, dll) (3)
3. Kegiatan lapangan dapat dilaksanakan pada lokasi situs warisan geologi ini setelah menyelesaikan hambatan (perijinan, hambatan fisik, dll), tetapi *sampling* sangat susah dilaksanakan (2)
4. Kegiatan lapangan dan *sampling* tidak dapat dilaksanakan pada lokasi situs warisan geologi ini dikarenakan hambatan yang tidak dapat diatasi (1)

Bobot untuk berbagai kriteria yang digunakan untuk penilaian suatu situs warisan geologi berdasarkan pada nilai – nilai scientific.

**Tabel 2.1** Kriteria dan Pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai *Scientific*

ID	Kriteria	Bobot (%) (S)
A	Lokasi yang mewakili kerangka geologi	30
B	Lokasi kunci penelitian	20
C	Pemahaman Keilmuan	5
D	Kondisi lokasi/situs geologi	15
E	Keragaman Geologi	5
F	Keberadaan situs warisan geologi	15
G	Hambatan penggunaan lokasi	10
TOTAL		100
$S = \sum ( \frac{A+B+C+\dots+G}{100} ) \%$		

### 1.3.2 Nilai Edukasi (E)

Nilai Edukasi yaitu nilai – nilai pendidikan yang terkandung dalam suatu situs warisan geologi sehingga dapat menjadi pembelajaran pada setiap jenjang pendidikan. Nilai – nilai pendidikan tersebut didasarkan pada 4 (empat) kriteria yaitu kapasitas suatu unsur geologi yang dapat dimengerti oleh siswa dengan berbagai tingkat pendidikan, jumlah keragaman suatu unsur geologi yang dapat dijadikan pembelajaran, akses untuk sampai ke lokasi situs warisan geologi, dan keamanan bagi para siswa saat melakukan pembelajaran di lokasi situs warisan geologi.

Faktor-faktor yang digunakan dalam melakukan asesmen kuantitatif nilai-nilai edukasi (*education values*), meliputi: kerentanan suatu situs warisan geologi terhadap kerusakan, pencapaian lokasi, hambatan pemanfaatan lokasi, fasilitas keamanan, sarana pendukung, kepadatan penduduk, hubungan dengan unsur – unsur lain, status lokasi, kekhasan, kondisi pada pengamatan unsur geologi, potensi informasi pendidikan, dan keragaman geologi.

POTENTIAL EDUCATIONAL AND TOURISTIC USES	
Criteria/indicators	Parameters
<b>A. Vulnerability</b>	
The geological elements of the geosite present no possible deterioration by anthropic activity	4 points
There is the possibility of deterioration of secondary geological elements by anthropic activity	3 points
There is the possibility of deterioration of main geological elements by anthropic activity	2 points
There is the possibility of deterioration of all geological elements by anthropic activity	1 point
<b>B. Accessibility</b>	
Site located less than 100 m from a paved road and with bus parking	4 points
Site located less than 500 m from a paved road	3 points
Site accessible by bus but through a gravel road	2 points
Site with no direct access by road but located less than 1 km from a road accessible by bus	1 point
<b>C. Use limitations</b>	
The site has no limitations to be used by students and tourists	4 points
The site can be used by students and tourists but only occasionally	3 points
The site can be used by students and tourists but only after overcoming limitations (legal, permissions, physical, tides, floods, ...)	2 points
The use by students and tourists is very hard to be accomplished due to limitations difficult to overcome (legal, permissions, physical, tides, floods, ...)	1 point
<b>D. Safety</b>	
Site with safety facilities (fences, stairs, handrails, etc.), mobile phone coverage and located less than 5 km from emergency services	4 points
Site with safety facilities (fences, stairs, handrails, etc.), mobile phone coverage and located less than 25 km from emergency services	3 points
Site with no safety facilities but with mobile phone coverage and located less than 50 km from emergency services	2 points
Site with no safety facilities, no mobile phone coverage and located more than 50 km from emergency services	1 point
<b>E. Logistics</b>	
Lodging and restaurants for groups of 50 persons less than 15 km away from the site	4 points
Lodging and restaurants for groups of 50 persons less than 50 km away from the site	3 points
Lodging and restaurants for groups of 50 persons less than 100 km away from the site	2 points
Lodging and restaurants for groups less than 25 persons and less than 50 km away from the site	1 point
<b>F. Density of population</b>	
Site located in a municipality with more than 1000 inhabitants/km <sup>2</sup>	4 points
Site located in a municipality with 250-1000 inhabitants/km <sup>2</sup>	3 points
Site located in a municipality with 100-250 inhabitants/km <sup>2</sup>	2 points
Site located in a municipality with less than 100 inhabitants/km <sup>2</sup>	1 point
<b>G. Association with other values</b>	
Occurrence of several ecological and cultural values less than 5 km away from the site	4 points
Occurrence of several ecological and cultural values less than 10 km away from the site	3 points
Occurrence of one ecological value and one cultural value less than 10 km away from the site	2 points
Occurrence of one ecological or cultural value less than 10 km away from the site	1 point
<b>H. Scenery</b>	
Site currently used as a tourism destination in national campaigns	4 points
Site occasionally used as a tourism destination in national campaigns	3 points
Site currently used as a tourism destination in local campaigns	2 points
Site occasionally used as a tourism destination in local campaigns	1 point
<b>I. Uniqueness</b>	
The site shows unique and uncommon features considering this and neighbouring countries	4 points
The site shows unique and uncommon features in the country	3 points
The site shows common features in this region but they are uncommon in other regions of the country	2 points
The site shows features rather common in the whole country	1 point
<b>J. Observation conditions</b>	
All geological elements are observed in good conditions	4 points
There are some obstacles that make difficult the observation of some geological elements	3 points
There are some obstacles that make difficult the observation of the main geological elements	2 points
There are some obstacles that almost obstruct the observation of the main geological elements	1 point

Gambar 2.2 Parameter nilai asesmen faktor edukasi menurut Brilha, 2016

### 2.3.2.1 Kerentanan (EA)

Kemungkinan adanya unsur geologi yang dapat dirusak oleh pelajar yang dapat menurunkan nilai edukasi dari suatu lokasi situs warisan geologi.

1. Elemen geologi di lokasi situs warisan geologi tidak memperlihatkan kemungkinan kerusakan akibat aktivitas manusia (4)

2. Terdapat kemungkinan kerusakan pada elemen geologi sekunder di lokasi situs warisan geologi sebagai akibat aktivitas manusia (3)
3. Terdapat kemungkinan kerusakan pada elemen geologi utama di lokasi situs warisan geologi sebagai akibat aktivitas manusia (2)
4. Terdapat kemungkinan kerusakan pada semua elemen geologi di lokasi situs warisan geologi sebagai akibat aktivitas manusia (1)

#### **2.3.2.2 Pencapaian Lokasi (EB)**

Semakin mudah dan dekat lokasi situs warisan geologi antara jalan dengan ketersediaan alat transportasi, maka semakin tinggi nilai edukasi.

1. Lokasi situs warisan geologi terletak kurang dari 100 m dari jalan desa dan tempat parkir bus (4)
2. Lokasi situs warisan geologi terletak kurang dari 500 m dari jalan desa (3)
3. Lokasi situs warisan geologi dapat diakses dengan bus, tetapi melewati jalan kerikil (2)
4. Lokasi situs warisan geologi tidak memiliki akses langsung, terletak kurang dari 1 km dari jalan yang bisa di akses menggunakan bus (1).

#### **2.3.2.3 Hambatan Pemanfaatan Lokasi (EC)**

Adanya kendala yang mungkin menjadi masalah bagi pengembangan kegiatan pembelajaran, sehingga berdampak pada nilai edukasi dari lokasi situs warisan geologi tersebut.

1. Tidak ada hambatan pada lokasi situs warisan geologi untuk digunakan oleh pelajar dan turis (4)

2. Lokasi situs warisan geologi dapat digunakan oleh pelajar dan turis, hanya dalam waktu tertentu (3)
3. Lokasi situs warisan geologi dapat digunakan oleh pelajar dan turis setelah mengatasi hambatan (perijinan, hambatan fisik, pasang, banjir, dll) (2)
4. Penggunaan oleh pelajar dan turis sangat sulit dilakukan karena hambatan yang sulit diatasi (perijinan, hambatan fisik, pasang, banjir, dll) (1)

#### **2.3.2.4 Fasilitas Keamanan (ED)**

Jika kegiatan lapangan dapat dilakukan dalam kondisi dengan resiko rendah bagi para siswa, maka nilai edukasi meningkat.

1. Lokasi situs warisan geologi memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta kurang dari 5 km dari instalasi gawat darurat (4)
2. Lokasi situs warisan geologi memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta kurang dari 25 km dari instalasi gawat darurat (3)
3. Lokasi situs warisan geologi tidak memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), tetapi masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta kurang dari 50 km dari instalasi gawat darurat (2)
4. Lokasi situs warisan geologi tidak memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), tidak masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta lebih dari 50 km dari instalasi gawat darurat (1)

### 2.3.2.5 Sarana Pendukung (EE)

Ketersediaan fasilitas untuk menjamu para siswa seperti akomodasi, tempat makan, dan kamar kecil, maka nilai edukasi akan meningkat.

1. Penginapan dan restoran untuk rombongan 50 orang berjarak kurang dari 15 km dari lokasi situs warisan geologi (4)
2. Penginapan dan restoran untuk rombongan 50 orang berjarak kurang dari 50 km dari lokasi situs warisan geologi (3)
3. Penginapan dan restoran untuk rombongan 50 orang berjarak kurang dari 100 km dari lokasi situs warisan geologi (2)
4. Penginapan dan restoran untuk rombongan kurang dari 25 orang berjarak kurang dari 50 km dari lokasi situs warisan geologi (1).

### 2.3.2.6 Kepadatan Penduduk (EF)

Keberadaan suatu penduduk yang berada dekat dengan lokasi situs warisan geologi, dan berpotensi bagi siswa untuk menggunakan lokasi situs warisan geologi tersebut maka nilai edukasi akan meningkat.

1. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk lebih dari 1000 jiwa/km<sup>2</sup> (4)
2. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk 250 - 1000 jiwa/km<sup>2</sup> (3)
3. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk 100 - 250 jiwa/km<sup>2</sup> (2)
4. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk kurang dari 100 jiwa/km<sup>2</sup> (1)

### **2.3.2.7 Hubungan Dengan Nilai Lainnya (EG)**

Hubungan antara unsur ekologi dan budaya dengan situs warisan geologi dapat meningkatkan nilai edukasi (multidisiplin ilmu).

1. Keterdapatannya beberapa nilai ekologi dan budaya kurang dari 5 km dari lokasi situs warisan geologi (4)
2. Keterdapatannya beberapa nilai ekologi dan budaya kurang dari 10 km dari lokasi situs warisan geologi (3)
3. Keterdapatannya satu nilai ekologi dan satu nilai budaya kurang dari 10 km dari lokasi situs warisan geologi (2)
4. Keterdapatannya satu nilai ekologi dan/atau nilai budaya kurang dari 10 km dari lokasi situs warisan geologi (1).

### **2.3.2.8 Status Lokasi (EH)**

Dapat mewakili keindahan dari unsur geologi yang dapat menarik minat siswa. Ketertarikan suatu lokasi situs warisan geologi sebagai tujuan wisata, akan meningkatkan nilai edukasi.

1. Lokasi situs warisan geologi digunakan sebagai tujuan wisata nasional (4)
2. Lokasi situs warisan geologi terkadang digunakan sebagai tujuan wisata nasional (3)
3. Lokasi situs warisan geologi digunakan sebagai tujuan wisata lokal (2)
4. Lokasi situs warisan geologi terkadang digunakan sebagai tujuan wisata lokal (1)

### **2.3.2.9 Kekhasan (EI)**

Kepedulian akan kekhasan dan kelangkaan unsur keragaman geologi yang dapat mendorong siswa untuk melakukan promosi. Ketertarikan suatu lokasi situs warisan geologi mengenai kekhasan dan kelangkaannya, akan meningkatkan nilai edukasi.

1. Lokasi situs warisan geologi menunjukkan fitur yang unik dan jarang dijumpai di negara ini dan negara tetangga (4)
2. Lokasi situs warisan geologi menunjukkan fitur yang unik dan jarang dijumpai di negara ini (3)
3. Lokasi situs warisan geologi menunjukkan fitur yang cukup umum hadir pada wilayah ini, tetapi jarang dijumpai di wilayah lain di negara ini (2)
4. Lokasi situs warisan geologi merupakan lokasi yang umum dijumpai di seluruh wilayah negara ini (1)

### **2.3.2.10 Kondisi Pada Pengamatan Unsur Geologi (EJ)**

Kondisi terbaik untuk mengamati semua fitur keragaman geologi dalam suatu lokasi situs warisan geologi, nilai edukasi akan tinggi.

1. Semua fitur geologi dapat diamati dalam kondisi baik (4)
2. Terdapat beberapa penghalang yang menyulitkan pengamatan pada beberapa fitur geologi (3)
3. Terdapat beberapa penghalang yang menyulitkan pengamatan pada fitur geologi utama (2)
4. Terdapat beberapa penghalang yang hampir mengganggu pengamatan pada fitur geologi utama (1)

### **2.3.2.11 Potensi Informasi Pendidikan/Penelitian (EK)**

Kegunaan suatu lokasi situs warisan geologi untuk para siswa dengan berbagai macam tingkatan pendidikan, akan meningkatkan nilai edukasi.

1. Lokasi situs warisan geologi ini menampilkan fitur geologi yang diajarkan di semua level (4)
2. Lokasi situs warisan geologi ini menampilkan fitur geologi yang diajarkan di sekolah tingkat dasar (3)
3. Lokasi situs warisan geologi ini menampilkan fitur geologi yang diajarkan di sekolah tingkat menengah (2)
4. Lokasi situs warisan geologi ini menampilkan fitur geologi yang diajarkan di tingkat universitas (1).

### **2.3.2.12 Keragaman Geologi (EL)**

Tingginya jumlah keragaman fitur geologi dengan potensi informasi pendidikan yang dapat meningkatkan nilai edukasi dalam lokasi situs warisan geologi.

1. Lokasi situs warisan geologi memiliki lebih dari 3 fitur keragaman geologi (mineralogi, paleontologi, geomorfologi) (4)
2. Lokasi situs warisan geologi memiliki 3 fitur keragaman geologi (3)
3. Lokasi situs warisan geologi memiliki 2 fitur keragaman geologi (2)
4. Lokasi situs warisan geologi hanya memiliki 1 fitur keragaman geologi (1).

Bobot untuk berbagai kriteria yang digunakan untuk penilaian suatu situs warisan geologi berdasarkan pada nilai – nilai edukasi.

**Tabel 2.2** Kriteria dan Pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai edukasi

ID	Kriteria	Bobot (%) (E)
A	Kerentanan	10
B	Pencapaian Lokasi	10
C	Hambatan pemanfaatan lokasi	5
D	Fasilitas keamanan	10
E	Sarana pendukung	5
F	Kepadatan penduduk	5
G	Hubungan dengan nilai lainnya	5
H	. Status lokasi	5
I	Kekhasan	5
J	Kondisi pada pengamatan elemen geologi	10
K	Potensi informasi pendidikan/penelitian	10
L	Keanekaragaman geologi	10
TOTAL		100
$E = \sum \left( \frac{A+B+C+\dots\dots\dots+L}{100} \right) \%$		

### 2.3.3 Nilai Pariwisata (T)

Nilai Pariwisata yaitu nilai – nilai pariwisata yang terkandung dalam suatu situs warisan geologi yang dapat memberikan nilai tambah pendapatan suatu daerah. Nilai – nilai pariwisata tersebut didasarkan pada 4 (empat) kriteria yaitu berhubungan dengan keindahan suatu pemandangan geologi untuk dapat dilihat dari berbagai arah, kemudahan untuk dapat dimengerti oleh orang awam, kemudahan akses bagi para pengunjung umum, dan keamanan bagi para wisatawan. Faktor-faktor yang digunakan dalam melakukan asesmen kuantitatif nilai-nilai pariwisata (tourism values), meliputi: Kerentanan suatu situs warisan geologi, pencapaian lokasi, hambatan pemanfaatan lokasi, fasilitas keamanan, sarana pendukung, kepadatan penduduk, hubungan dengan unsur – unsur lain, status

lokasi, kekhasan, kondisi pada pengamatan unsur geologi, potensi interpretatif, tingkat ekonomi, dan dekat dengan area rekreasi.

POTENTIAL EDUCATIONAL AND TOURISTIC USES	
Criteria/indicators	Parameters
<b>A. Vulnerability</b>	
The geological elements of the geosite present no possible deterioration by anthropic activity	4 points
There is the possibility of deterioration of secondary geological elements by anthropic activity	3 points
There is the possibility of deterioration of main geological elements by anthropic activity	2 points
There is the possibility of deterioration of all geological elements by anthropic activity	1 point
<b>B. Accessibility</b>	
Site located less than 100 m from a paved road and with bus parking	4 points
Site located less than 500 m from a paved road	3 points
Site accessible by bus but through a gravel road	2 points
Site with no direct access by road but located less than 1 km from a road accessible by bus	1 point
<b>C. Use limitations</b>	
The site has no limitations to be used by students and tourists	4 points
The site can be used by students and tourists but only occasionally	3 points
The site can be used by students and tourists but only after overcoming limitations (legal, permissions, physical, tides, floods, ...)	2 points
The use by students and tourists is very hard to be accomplished due to limitations difficult to overcome (legal, permissions, physical, tides, floods, ...)	1 point
<b>D. Safety</b>	
Site with safety facilities (fences, stairs, handrails, etc.), mobile phone coverage and located less than 5 km from emergency services	4 points
Site with safety facilities (fences, stairs, handrails, etc.), mobile phone coverage and located less than 25 km from emergency services	3 points
Site with no safety facilities but with mobile phone coverage and located less than 50 km from emergency services	2 points
Site with no safety facilities, no mobile phone coverage and located more than 50 km from emergency services	1 point
<b>E. Logistics</b>	
Lodging and restaurants for groups of 50 persons less than 15 km away from the site	4 points
Lodging and restaurants for groups of 50 persons less than 50 km away from the site	3 points
Lodging and restaurants for groups of 50 persons less than 100 km away from the site	2 points
Lodging and restaurants for groups less than 25 persons and less than 50 km away from the site	1 point
<b>F. Density of population</b>	
Site located in a municipality with more than 1000 inhabitants/km <sup>2</sup>	4 points
Site located in a municipality with 250-1000 inhabitants/km <sup>2</sup>	3 points
Site located in a municipality with 100-250 inhabitants/km <sup>2</sup>	2 points
Site located in a municipality with less than 100 inhabitants/km <sup>2</sup>	1 point
<b>G. Association with other values</b>	
Occurrence of several ecological and cultural values less than 5 km away from the site	4 points
Occurrence of several ecological and cultural values less than 10 km away from the site	3 points
Occurrence of one ecological value and one cultural value less than 10 km away from the site	2 points
Occurrence of one ecological or cultural value less than 10 km away from the site	1 point
<b>H. Scenery</b>	
Site currently used as a tourism destination in national campaigns	4 points
Site occasionally used as a tourism destination in national campaigns	3 points
Site currently used as a tourism destination in local campaigns	2 points
Site occasionally used as a tourism destination in local campaigns	1 point
<b>I. Uniqueness</b>	
The site shows unique and uncommon features considering this and neighbouring countries	4 points
The site shows unique and uncommon features in the country	3 points
The site shows common features in this region but they are uncommon in other regions of the country	2 points
The site shows features rather common in the whole country	1 point
<b>J. Observation conditions</b>	
All geological elements are observed in good conditions	4 points
There are some obstacles that make difficult the observation of some geological elements	3 points
There are some obstacles that make difficult the observation of the main geological elements	2 points
There are some obstacles that almost obstruct the observation of the main geological elements	1 point

Gambar 2.3 Parameter nilai asesmen faktor pariwisata menurut Brilha, 2016

### 2.3.2.1 Kerentanan (TA)

Adanya kemungkinan kerusakan fitur keragaman geologi oleh pengunjung yang dapat menurunkan penilaian pariwisata di lokasi situs warisan geologi tersebut.

1. Fitur geologi di lokasi situs warisan geologi tidak memperlihatkan kemungkinan kerusakan akibat aktivitas manusia (4)
2. Terdapat kemungkinan kerusakan pada fitur geologi sekunder di lokasi situs warisan geologi sebagai akibat aktivitas manusia (3)
3. Terdapat kemungkinan kerusakan pada fitur geologi utama di lokasi situs warisan geologi sebagai akibat aktivitas manusia (2)
4. Terdapat kemungkinan kerusakan pada semua fitur geologi di lokasi situs warisan geologi sebagai akibat aktivitas manusia (1).

#### **2.3.2.2 Pencapaian Lokasi (TB)**

Kemudahan dan dekatnya jarak jalan antara transportasi pengunjung (bus, mobil, motor) dengan lokasi situs warisan geologi yang dapat meningkatkan penilaian pariwisata.

1. Lokasi situs warisan geologi terletak kurang dari 100 m dari jalan desa dan tempat parkir bus (4)
2. Lokasi situs warisan geologi terletak kurang dari 500 m dari jalan desa (3)
3. Lokasi situs warisan geologi dapat diakses dengan bus, tetapi melewati jalan kerikil (2)
4. Lokasi situs warisan geologi tidak memiliki akses langsung, terletak kurang dari 1 km dari jalan yang bisa di akses menggunakan bus (1).

### **2.3.2.3 Hambatan Pemanfaatan Lokasi (TC)**

Keberadaan hambatan yang dapat menjadi masalah dalam mengembangkan aktivitas pariwisata, sehingga akan berdampak pada penilaian pariwisata di lokasi situs warisan geologi tersebut.

1. Tidak ada hambatan pada lokasi situs warisan geologi untuk digunakan oleh pelajar dan turis (4)
2. Lokasi situs warisan geologi dapat digunakan oleh pelajar dan turis, hanya dalam waktu tertentu (3)
3. Lokasi situs warisan geologi dapat digunakan oleh pelajar dan turis setelah mengatasi hambatan (perijinan, hambatan fisik, pasang, banjir, dll) (2)
4. Penggunaan oleh pelajar dan turis sangat sulit dilakukan karena hambatan yang sulit diatasi (perijinan, hambatan fisik, pasang, banjir, dll) (1)

### **2.3.2.4 Fasilitas Keamanan (TD)**

Jika kegiatan berkunjung dapat mengurangi resiko bagi para pengunjung, maka penilaian pariwisata akan meningkat.

1. Lokasi situs warisan geologi memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta kurang dari 5 km dari instalasi gawat darurat (4)
2. Lokasi situs warisan geologi memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta kurang dari 25 km dari instalasi gawat darurat (3)

3. Lokasi situs warisan geologi tidak memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), tetapi masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta kurang dari 50 km dari instalasi gawat darurat (2)
4. Lokasi situs warisan geologi tidak memiliki fasilitas keamanan (pagar, tangga, pegangan, dll), tidak masuk dalam jangkauan sinyal telepon, serta lebih dari 50 km dari instalasi gawat darurat (1).

#### **2.3.2.5 Sarana Pendukung (TE)**

Ketiadaan fasilitas untuk digunakan para pengunjung seperti, pusat informasi, akomodasi, tempat makan, dan kamar kecil, sehingga dapat menurunkan penilaian pariwisata.

1. Penginapan dan restoran untuk rombongan 50 orang berjarak kurang dari 15 km dari lokasi situs warisan geologi (4)
2. Penginapan dan restoran untuk rombongan 50 orang berjarak kurang dari 50 km dari lokasi situs warisan geologi (3)
3. Penginapan dan restoran untuk rombongan 50 orang berjarak kurang dari 100 km dari lokasi situs warisan geologi (2)
4. Penginapan dan restoran untuk rombongan kurang dari 25 orang berjarak kurang dari 50 km dari lokasi situs warisan geologi (1).

#### **2.3.2.6 Kepadatan Penduduk (TF)**

Keberadaan kota yang berada dekat lokasi situs warisan geologi sebagai sumber potensi pengunjung, sehingga dapat meningkatkan penilaian pariwisata.

1. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk lebih dari 1000 jiwa/km<sup>2</sup> (4)
2. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk 250 - 1000 jiwa/km<sup>2</sup> (3)
3. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk 100 - 250 jiwa/km<sup>2</sup> (2)
4. Lokasi situs warisan geologi terdapat pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk kurang dari 100 jiwa/km<sup>2</sup> (1)

#### **2.3.2.7 Hubungan Dengan Nilai Lainnya (TG)**

Hubungan antara unsur ekologi dan budaya yang dapat meningkatkan potensi jumlah pengunjung dan penilaian suatu situs warisan geologi.

1. Keterdapatannya beberapa nilai ekologi dan budaya kurang dari 5 km dari lokasi situs warisan geologi (4)
2. Keterdapatannya beberapa nilai ekologi dan budaya kurang dari 10 km dari lokasi situs warisan geologi (3)
3. Keterdapatannya satu nilai ekologi dan satu nilai budaya kurang dari 10 km dari lokasi situs warisan geologi (2)
4. Keterdapatannya satu nilai ekologi dan/atau nilai budaya kurang dari 10 km dari lokasi situs warisan geologi (1).

#### **2.3.2.8 Status Lokasi (TH)**

Mewakili keindahan dalam unsur keragaman geologi yang dapat menarik minat pengunjung, maka penilaian pariwisata akan meningkat.

1. Lokasi situs warisan geologi digunakan sebagai tujuan wisata nasional (4)
2. Lokasi situs warisan geologi terkadang digunakan sebagai tujuan wisata nasional (3)
3. Lokasi situs warisan geologi digunakan sebagai tujuan wisata lokal (2)
4. Lokasi situs warisan geologi terkadang digunakan sebagai tujuan wisata lokal (1)

#### **2.3.2.9 Kekhasan (TI)**

Fokus pada kekhasan dan kelangkaan dari fitur keragaman geologi yang dapat memunculkan rasa kagum bagi pengunjung.

1. Lokasi situs warisan geologi menunjukkan fitur yang unik dan langka dijumpai di negara ini dan negara tetangga (4)
2. Lokasi situs warisan geologi menunjukkan fitur yang unik dan langka dijumpai di negara ini (3)
3. Lokasi situs warisan geologi menunjukkan fitur yang cukup umum hadir pada wilayah ini, tetapi langka dijumpai di wilayah lain di negara ini (2)
4. Lokasi situs warisan geologi merupakan lokasi yang umum dijumpai di seluruh wilayah negara ini (1)

#### **2.3.2.10 Kondisi Pada Pengamatan Fitur Geologi (TJ)**

Seluruh unsur keragaman geologi di suatu lokasi situs warisan geologi yang dapat diamati dengan baik, maka akan meningkatkan penilaian pariwisata.

1. Semua fitur geologi dapat diamati dalam kondisi baik (4)

2. Terdapat beberapa penghalang yang menyulitkan pengamatan pada beberapa fitur geologi (3)
3. Terdapat beberapa penghalang yang menyulitkan pengamatan pada fitur geologi utama (2)
4. Terdapat beberapa penghalang yang hampir mengganggu pengamatan pada fitur geologi utama (1)

#### **2.3.2.11 Potensi Interpretatif (TK)**

Berhubungan dengan kapasitas dari fitur keragaman geologi yang dapat dimengerti oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan geologi seperti tipe anggota dalam istilah umum.

1. Lokasi situs warisan geologi menyajikan fitur geologi dengan cara yang sangat jelas dan ekspresif ke semua jenis masyarakat (4)
2. Masyarakat butuh beberapa pengetahuan geologi untuk dapat mengerti fitur geologi dalam suatu situs warisan geologi (3)
3. Masyarakat butuh pengetahuan geologi lebih dalam untuk dapat mengerti fitur geologi dalam suatu situs warisan geologi (2)
4. Lokasi situs warisan geologi menyajikan fitur geologi yang hanya dapat dimengerti oleh ahli geologi (1).

#### **2.3.2.12 Tingkat Ekonomi (TL)**

Tingginya pendapatan masyarakat yang berada dilokasi situs warisan geologi sehingga dapat mengusulkan kemungkinan yang lebih tinggi dari suatu lokasi situs warisan geologi untuk dikunjungi.

1. Lokasi situs warisan geologi yang terletak di kota dengan pendapatan rumah tangga dua kali lipat dari rata – rata nasional (4)
2. Lokasi situs warisan geologi yang berada di kota dengan pendapatan rumah tangga lebih tinggi dari rata – rata nasional (3)
3. Lokasi situs warisan geologi yang berada di kota dengan pendapatan rumah tangga serupa dengan rata – rata nasional (2)
4. Lokasi situs warisan geologi yang berada di kota dengan pendapatan rumah tangga lebih rendah dari rata – rata nasional (1)

#### **2.3.2.13 Dekat Dengan Area Rekreasi (TM)**

Kunjungan wisatawan ke suatu lokasi situs warisan geologi dapat mendatangkan keuntungan dari adanya tempat wisata terkenal di daerah sekitarnya.

1. Lokasi situs warisan geologi yang terletak kurang dari 5 km dari area rekreasi atau objek wisata (4)
2. Lokasi situs warisan geologi yang terletak kurang dari 10 km dari area rekreasi atau objek wisata (3)
3. Lokasi situs warisan geologi yang terletak kurang dari 15 km dari area rekreasi atau objek wisata (2)
4. Lokasi situs warisan geologi yang terletak kurang dari 20 km dari area rekreasi atau objek wisata (1).

Bobot untuk berbagai kriteria yang digunakan untuk penilaian suatu situs warisan geologi berdasarkan pada nilai – nilai pariwisata.

**Tabel 2.3** Kriteria dan Pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai pariwisata

ID	Kriteria	Bobot (%) (T)
A	Kerentanan	10
B	Pencapaian Lokasi	10
C	Hambatan pemanfaatan lokasi	5
D	Fasilitas keamanan	10
E	Sarana pendukung	5
F	Kepadatan penduduk	5
G	Hubungan dengan nilai lainnya	5
H	. Status lokasi	5
I	Kekhasan	5
J	Kondisi pada pengamatan elemen geologi	10
K	Potensi interpretatif	10
L	Tingkat ekonomi	5
M	Dekat dengan area rekreasi	5
TOTAL		100
$S = \sum ( \frac{A+B+C+\dots\dots\dots+M}{100} ) \%$		

#### 2.3.4 Resiko Degradasi (D)

Resiko Degradasi yaitu kemungkinan suatu situs warisan geologi. Faktor-faktor yang digunakan dalam melakukan asesmen kuantitatif resiko degradasi (degradation values), meliputi: kerusakan terhadap unsur geologi, berdekatan dengan daerah/aktifitas yang berpotensi menyebabkan degradasi, perlindungan hukum, aksesibilitas, dan kepadatan populasi.

Degradation risk	
Criteria/indicators	Parameters
<b>A. Deterioration of geological elements</b>	
Possibility of deterioration of all geological elements	4 points
Possibility of deterioration of the main geological elements	3 points
Possibility of deterioration of secondary geological elements	2 points
Minor possibility of deterioration of secondary geological elements	1 point
<b>B. Proximity to areas/activities with potential to cause degradation</b>	
Site located less than 50 m of a potential degrading area/activity	4 points
Site located less than 200 m of a potential degrading area/activity	3 points
Site located less than 500 m of a potential degrading area/activity	2 points
Site located less than 1 km of a potential degrading area/activity	1 point
<b>C. Legal protection</b>	
Site located in an area with no legal protection and no control of access	4 points
Site located in an area with no legal protection but with control of access	3 points
Site located in an area with legal protection but no control of access	2 points
Site located in an area with legal protection and control of access	1 point
<b>D. Accessibility</b>	
Site located less than 100 m from a paved road and with bus parking	4 points
Site located less than 500 m from a paved road	3 points
Site accessible by bus through a gravel road	2 points
Site with no direct access by road but located less than 1 km from a road accessible by bus	1 point
<b>E. Density of population</b>	
Site located in a municipality with more than 1000 inhabitants/km <sup>2</sup>	4 points
Site located in a municipality with 250-1000 inhabitants/km <sup>2</sup>	3 points
Site located in a municipality with 100-250 inhabitants/km <sup>2</sup>	2 points
Site located in a municipality with less than 100 inhabitants/km <sup>2</sup>	1 point

**Gambar 2.4** Parameter nilai asesmen faktor resiko degradasi menurut Brilha, 2016

### 2.3.4.1 Kerusakan Terhadap Unsur Geologi (DA)

Kemungkinan kehilangan unsur geologi di lokasi sebagai konsekuensi dari (i) kerentanan terhadap alam, yaitu karakteristik intrinsiknya (dimensi unsur geologi, kemudahan mendapatkan sampel, ketahanan batuan, dll.) dan kejadian alam (kerentanan terhadap erosi, intensitas erosi, dll.) dan (ii) kerentanannya terhadap tindakan antropik (pariwisata, pertanian, pembangunan perkotaan, vandalisme, dll).

1. Kemungkinan terjadinya kerusakan terhadap seluruh fitur geologi (4)
2. Kemungkinan terjadinya kerusakan terhadap fitur geologi utama (3)
3. Kemungkinan terjadinya kerusakan terhadap fitur geologi sekunder (2)

4. Kemungkinan kecil terjadinya kerusakan terhadap fitur geologi sekunder (1).

#### **2.3.4.2 Aktifitas Yang Berpotensi Menyebabkan Degradasi (DB)**

Aktifitas tersebut seperti kegiatan pertambangan, fasilitas industri, area rekreasi, jalan, perkotaan, dll.

1. Titik lokasi berada kurang dari 50 m dengan daerah/aktifitas yang menyebabkan degradasi (4)
2. Titik lokasi berada kurang dari 200 m dengan daerah/aktifitas yang menyebabkan degradasi (3)
3. Titik lokasi berada kurang dari 500 m dengan daerah/aktifitas yang menyebabkan degradasi (2)
4. Titik lokasi berada kurang dari 1 km dengan daerah/aktifitas yang menyebabkan degradasi (2)

#### **2.3.4.3 Perlindungan Hukum (DC)**

Terkait dengan lokasi situs warisan geologi di suatu daerah dengan jenis perlindungan hukum (langsung atau tidak langsung). Kontrol akses mengacu pada adanya hambatan, seperti pembatasan oleh pemilik, pagar, perlu membayar biaya masuk, dan kegiatan penambangan.

1. Titik lokasi yang terletak di suatu area yang tidak memiliki perlindungan hukum dan tidak memiliki akses kontrol (4)
2. Titik lokasi yang terletak di suatu area yang tidak memiliki perlindungan hukum tetapi memiliki akses kontrol (3)

3. Titik lokasi yang terletak di suatu area yang memiliki perlindungan hukum tetapi tidak memiliki akses kontrol (2)
4. Titik lokasi yang terletak di suatu area yang memiliki perlindungan hukum dan memiliki akses kontrol (1)

#### **2.3.4.4 Aksesibilitas (DD)**

Mencerminkan kondisi akses ke lokasi situs warisan geologi untuk masyarakat umum (tidak mempertimbangkan penyandang cacat). Terkadang situs dengan akses sangat mudah cenderung rusak oleh penyalahgunaan pengunjung dibandingkan dengan akses yang sulit.

1. Titik lokasi yang terletak kurang dari 100 m dari jalan raya dan terdapat tempat parkir bus (4)
2. Titik lokasi yang terletak kurang dari 500 m dari jalan beraspal (3)
3. Titik lokasi dapat diakses dengan bus melalui jalan kerikil (2)
4. Titik lokasi tanpa akses langsung melalui jalan darat tetapi terletak kurang dari 1 km dari jalan yang dapat diakses dengan bus (1).

#### **2.3.4.5 Kepadatan Populasi (DE)**

Jumlah orang yang tinggal di dekat lokasi dan yang dapat menyebabkan kerusakan potensial pada situs warisan geologi karena penggunaan yang tidak tepat (vandalisme, pencurian, dll.).

1. Titik lokasi yang berada di kota dengan kepadatan penduduk lebih dari 1000 penduduk/km<sup>2</sup> (4)

2. Titik lokasi yang berada di kota dengan kepadatan penduduk antara 250 - 1000 penduduk/km<sup>2</sup> (3)
3. Titik lokasi yang berada di kota dengan kepadatan penduduk antara 100- 250 penduduk/km<sup>2</sup> (2)
4. Titik lokasi yang berada di kota dengan kepadatan penduduk kurang dari 100 penduduk/km<sup>2</sup> (1).

Bobot untuk berbagai kriteria yang digunakan untuk penilaian suatu situs warisan geologi berdasarkan pada nilai – nilai resiko degradasi.

**Tabel 2.4** Kriteria dan Pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai resiko degradasi

ID	Kriteria	Bobot (%) (D)
A	Kerusakan terhadap unsur geologi	35
B	Lokasi kunci penelitian berdekatan dengan daerah/aktifitas yang berpotensi menyebabkan degradasi litian	20
C	Perlindungan hukum	20
D	Aksesibilitas	15
E	Kepadatan populasi	10
TOTAL		100
$S = \sum \left( \frac{A+B+C+D+E}{100} \right) \%$		

Berdasarkan pada hasil akhir dari penilaian kuantitatif nilai resiko degradasi, maka dapat diklasifikasikan kedalam 3 (tiga) kelas yaitu :

**Tabel 2.5** Kriteria dan Pembobotan serta formulasi matematika nilai-nilai resiko degradasi

Jumlah Nilai	Penilaian <i>Scientific</i>
<200	Rendah
201-300	Sedang
301-400	Baik
$\text{Total } d = \sum \left( \frac{S+E+T+D}{400} \right)$ <p>S: <i>Scientific</i>, E: <i>Education</i>, T: <i>Tourismn</i> , D: <i>Risk Degradation</i>  d: Total Degradasi</p>	