

**Analisis Morfotektonik daerah Pasar Usang, Kota Padang Panjang, Sumatera Barat berdasarkan metode Geomorfologi kuantitatif**Mukhlis Maihendra Ismail¹, Edy Sutriyono¹¹Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijayae-mail: m.maihendra.i@gmail.com**Info Artikel**Diserahkan:
18 Juli 2022
Direvisi:
19 Juli 2022
Diterima:
2 Agustus 2022
Diterbitkan:
8 Agustus 2022**Abstrak**

Studi tentang morfotektonik telah dilakukan di daerah Pasar Usang kota Padang Panjang dengan melakukan observasi lapangan dan analisis DEMNas. Daerah penelitian terletak di cekungan depan busur (fore-arc basin), dan disusun oleh lima satuan litologi, dari tua ke muda berturut-turut Formasi Gamping (Perem), Formasi Maihan (Perem), Formasi Granitik (Miosen), Formasi Gunung Singgalang dan Tandikat (Kuarter), dan Formasi Gunung Marapi (Kuarter). Hasil analisis morfometri memperlihatkan tiga satuan bentuk lahan yaitu Perbukitan Landai Denudasional (PLD), Perbukitan Tinggi Curam Denudasional (PTCD) dan Pegunungan Curam Denudasional (PCD). Daerah studi secara umum memiliki kelerengan yang dominan curam dengan nilai kerapatan sungai (Dd) 4,34 yang menandakan tingkat sedang, nilai faktor asimetri (Af) sebesar 69,92, nilai sinusitas muka gunung (Smf) 1,23, dan nilai rata-rata perbandingan dasar dan tinggi lembah (VF) 0,23. Berdasarkan data yang dihasilkan dari analisis morfotektonik dapat disimpulkan bahwa indeks aktifitas tektonik daerah Pasar Usang berada pada tatanan tektonik aktif.

Kata kunci: Kemiringan Lereng; Tektonik; Smf; VF; Dd; Af

Abstract

A study on morphotectonic has been conducted in the Pasar Usang region of Padang Panjang City using field observation and DEMNas analysis. The region is situated at the fore-arc basin and constituted by five lithologic units from older to younger consecutively Gamping Formation (Perm), Maihan Formation (Perm), Granite Formation (Miocene), Mt. Singgalang Formation, and Tandikat (Quaternary), and Mt. Merapi (Quaternary). Results of morphometric analysis reveal that there are three landform units, that is low-sloping denudational hills (PDP), steeply-sloping denudational hills (PTCD), and steeply-sloping denudational mountains (PCD). The study area generally has steep slopes with the river density value (Dd) of about 4.34, implying a medium level, an asymmetric factor (af) 69.92, sinuosity value at the mountain front (Smf) 1.23, and an average of the width-height valley (VF) 0.23. On the basis of data resulting from morphotectonic analysis, it can be concluded that the Pasar Usang region is situated in an active tectonic setting.

Keywords: Slope; Tectonic; Smf; VF; Dd; Af

1. Pendahuluan

Morfotektonik merupakan hubungan antara bentuk bentang alam dan peristiwa tektonik yang bertanggungjawab atas pembentukannya mulai dari episode awal hingga saat ini. Analisis morfotektonik dalam studi ini dimaksudkan untuk mengevaluasi dan memperoleh paket data tentang tingkat aktivitas tektonik dari sejumlah parameter morfometri, antara lain bentuk lahan di sekitar aliran sungai.

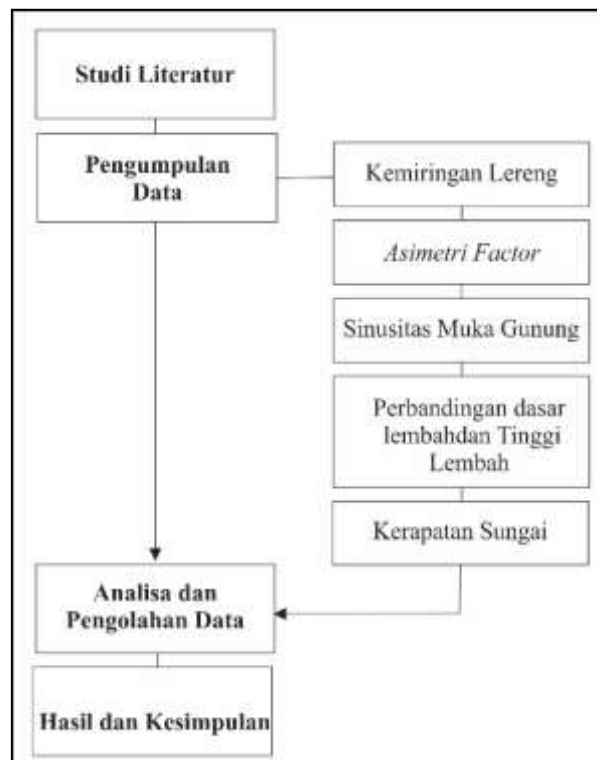
Secara administratif, daerah penelitian berada di Pasar Usang, membentang sepanjang aliran sungai Batang Anai, hingga ke daerah Silaiang Bawah Kota Padang Panjang. Daerah ini berada pada magmatic arc dengan sesar regional Sumatera atau sesar Semangko yang berarah baratlaut-tenggara [11]. Lokasi ini memiliki deformasi tektonik yang diperlihatkan oleh struktur kekar dan sesar. Bentang alam di sini

tampaknya dipengaruhi oleh material vulkanik, karena terletak diantara tiga gunungapi, dan salah satunya masih aktif hingga saat ini. Fenomena tersebut membuktikan bahwa daerah penelitian termasuk ke dalam zona tektonik aktif, dan studi ini akan menyampaikan hasil tinjauan dari perspektif morfotektonik.

Geologi regional daerah penelitian berada pada tatanan tektonik busur depan dan berdekatan dengan busur magmatik di bagian Sumatera Barat. Selain itu, area ini terletak diantara dua sistem sesar regional yang aktif, yaitu sesar Mentawai di barat dan sesar Semangko di timur. Kondisi seperti itu mengakibatkan daerah studi memiliki tatanan geologi (geological settings) yang kompleks dengan litologi yang dominan berupa batuan vulkanik. Secara regional, wilayah Pasar Usang berada pada Peta Geologi Lembar Padang skala 1:250.000 [6]. Rumpunan batuan vulkanik yang tersingkap terdiri atas granodiorit, andesit dan tufa batuapung, dan aglomerat. Sedangkan litologi lain yang dijumpai berupa batugamping kristalin dan filit. Sikuen batuan tersebut telah terdeformasi dan terdegradasi membentuk Perbukitan Landai Denudasional (PLD), Perbukitan Tinggi Curam Denudasional (PTCD), dan Pegunungan Curam Denudasional (PCD) [5].

2. Metodologi

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif berdasarkan data yang diperoleh dari hasil observasi dan pengukuran lapangan selama pemetaan geologi yang dilakukan oleh Ismail [5]. Selain paket data lapangan, studi ini menggunakan hasil interpretasi Digital Elevation Model (DEM) yang diolah menggunakan aplikasi Global Mapper dan Arcgis. Data yang dihimpun berupa kemiringan lereng, asimetri factor (Af), sinusitas muka gunung (Smf), perbandingan lembah dasar dan tinggi lembah (Vf), dan kerapatan sungai (Dd). Integrasi semua data tersebut menghasilkan kajian komprehensif yang memberikan luaran berupa tingkat aktifitas tektonik yang mempengaruhi daerah studi. Gambar 1 menunjukkan sejumlah pendekatan yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Aspek pertama dalam penelitian adalah kemiringan lereng dinamakan Klasifikasi morfometri di sini mendasarkan pada hasil studi Widyatmanti dkk. [12]. Peneliti ini membuat deskripsi kelas lereng, ketinggian, dan relief sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi lereng[12]

Persentase (%)	Kelas kelerengan	Ketinggian (m)	Kelas relief
0-2	Datar atau sangat datar	<50	Dataran rendah
3-7	Lereng sangat landai	50-200	Perbukitan rendah
8-13	Lereng landai	200-500	Perbukitan
14-20	Lereng agak curam	500-1000	Perbukitan tinggi
21-55	Lereng curam	>1000	Pegunungan
56-140	Lereng sangat curam		

Kedua, asimetri faktor (Af) merepresentasikan pola dan geometri aliran sungai berdasarkan deformasi tektonik yang mengontrolnya. Dalam perhitungan nilai af digunakan variabel luas total area cekungan (Ar) dan daerah drainase sungai (At) dengan persamaan berikut:

$$Af = \frac{Ar}{At} \times 100 \dots \dots \dots \text{(persamaan 1)}$$

Dimana,

Af : faktor asimetri

Ar : luas area bagian kanan dari daerah aliran sungai (aliran menuju ke hilir)

At : luas daerah aliran sungai

Ketiga, mountain front sinousity (Smf) merupakan nilai korelasi antara tingkat erosi yang mengikis permukaan pegunungan dan tingkat deformasi tektonik yang menghasilkan bentang alam perbukitan yang selaras dengan arah bidang sesar aktif [7]. Perhitungan Smf menggunakan persamaan berikut:

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls} \dots \dots \dots \text{(persamaan 2)}$$

Dimana,

Smf : sinusitis muka pegunungan

Lmf : panjang lekukan muka pegunungan pada bagian bawah

Ls : jarak lurus muka pegunungan

Doornkkamp [3] telah mengklasifikasikan nilai sinusitas muka gunung yang merepresentasikan aktivitas tektonik (Table 2).

Tabel . 2 klasifikas derajat aktivasi tektonik berdasarkan sinusitas muka gunung [3]

Kelas	Smf	Aktivitas Tektonik	Keterangan
1	1,2-1,6	Tektonik aktif	Berasosiasi dengan bentang alam kipas alluvial, cekungan pengaliran memanjang, dasar lembah menyempit, kemiringan lereng curam.
2	1,8-3,4	Tektonik menengah sampai lemah	Berasosiasi dengan bentang alam kipas alluvial, cekungan pengaliran melebar, dasar lembah melebar lebih lebar daripada dataran banjirnya, kemiringan lereng curam.
3	3,4-7,0	Tektonik tidak aktif	Berasosiasi dengan bentang alam muka gunung <i>pediment</i> dan <i>embayment</i> , sistem lembah sedikit lebar dan terintegrasi, kemiringan lereng curam hanya pada lapisan batuan yang resisten.

Keempat, valley floor widht to height ratio (vf) merupakan indeks geomorfik yang digunakan untuk membandingkan bentuk lembah sungai “U” dan “V” (Gambar 2). Variabel ini merepresentasikan rasio lebar dasar lembah dan tinggi lembah [1]. Indeks ini diperoleh dari perhitungan dengan persamaan berikut ini.

$$v_f = \frac{2V_{fw}}{(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})} \dots\dots\dots(\text{persamaan 3})$$

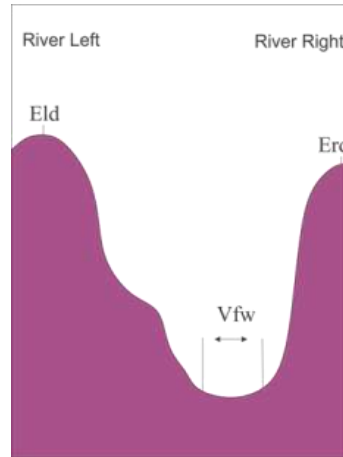
Dimana,

V_{fw} : lebar dasar lembah

E_{ld} : elevasi di sisi kiri lembah

E_{rd} : elevasi di sisi kanan lembah

E_{sc} : elevasi dasar lembah



Gambar 2. Metode perhitungan perbandingan lebar dan tinggi lembah (V_f)

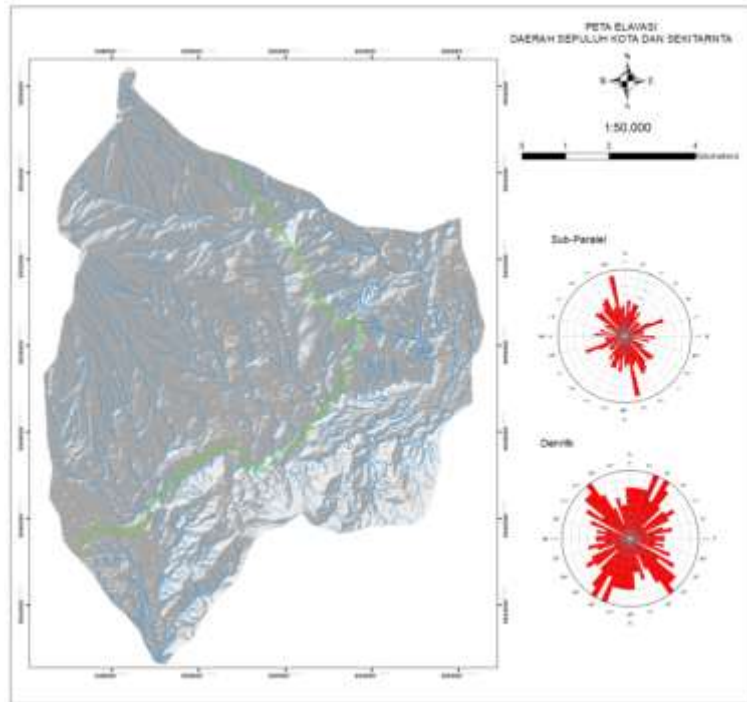
Kelima, indeks kerapatan sungai atau drainage density (dd) merupakan nilai kapasitas daya penampungan air permukaan pada sungai, danau dan rawa yang mengalir pada satu daerah aliran sungai. Drainage density digunakan pada daerah aliran sungai (DAS) untuk melihat hubungan perubahan iklim terhadap kondisi geologi suatu daerah. Selain itu kerapatan sungai juga dipengaruhi oleh jenis litologi yang telah diklasifikasikan oleh Soewarno [10] (Table 6).

Tabel 3 Klasifikasikan drainage density [10]

No	Dd (Km/Km ²)	Kelas Kerapatan	Keterangan
1	<0,25	Rendah	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi tinggi, sehingga mengangkut sedimen yang lebih sedikit dan aliran sungai cenderung melewati bagian batuan yang lemah seperti rekahan.
2	0.25-10,0	Sedang	Alur sungai melalui batuan dengan tingkat kekerasan yang sedikit lebih lunak. Sehingga sedimen yang terangkut lebih besar.
3	10,0-25,0	Tinggi	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi yang lunak sehingga angkutan yang terangkut aliran akan lebih besar
4	>25,0	Sangat Tinggi	Alur sungai melewati batuan yang kedap air. Keadaan ini menunjukkan bahwa air hujan yang menjadi aliran akan lebih besar jika dibandingkan dengan suatu daerah dengan Dd rendah melewati batuan dengan permeabilitas besar.

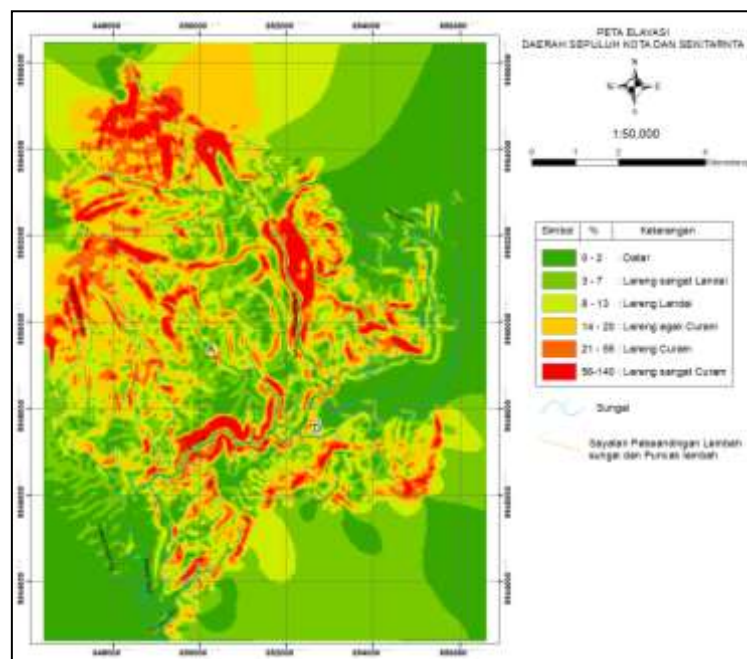
3. Hasil dan pembahasan

Wilayah Pasar Usang secara umum berada dalam satu sistem daerah aliran sungai (DAS), dengan pola aliran dendritik dan sub-paralel (Gambar 3). Sebaran sungai dendritik terlihat menyebar dan membentuk pola menyerupai pohon, dan berkembang terutama di area dengan topografi rendah dan relatif datar di sektor timur daerah studi. Sedangkan pola sub-paralel memperlihatkan sungai-sungai dalam sistem tersebut mengalir hampir sejajar di sepanjang lereng yang relatif curam, sehingga faktor kelerengan bentangalam merupakan kontrol dominan dalam perkembangan pola aliran.



Gambar 3. Peta pola aliran sungai daerah studi dibedakan menjadi dendritik dan sub-paralel.

Peta pola aliran menunjukkan sungai berkembang di dataran tinggi dengan tingkat ketererangan umumnya curam, dan membentuk pola aliran sub-paralel. Perhitungan densitas sungai memperlihatkan nilai kerapatan sedang [10]. Morfometri daerah penelitian berdasarkan kemiringan lereng terdapat 6 kelas ketererangan. Menurut klasifikasi Widiyatmanti [12], daerah ini dapat digolongkan menjadi wilayah datar (0-2%) yang mencakup area sekitar 5%, bentangalam dengan lereng sangat landai yang menempati 15%, perbukitan dengan lereng landai yang menyebar seluas 10%, perbukitan agak curam sebesar 20%, perbukitan lereng curam sekitar 30% dan perbukitan dengan lereng sangat curam yang menempati 20% dari daerah penelitian. Gambar 4 memperlihatkan klasifikasi lereng di daerah Pasar Usang.



Gambar 4. Peta kemiringan lereng daerah penelitian

Kelerengan tersebut berbanding lurus dengan tingkat sinusitas muka gunung yang menunjukkan bentangalam dengan tingkat kelerengan cenderung curam. Perhitungan nilai sinusitas muka gunung daerah penelitian didapatkan sebagai berikut:

Tabel 4 Perhitungan sinusitas muka gunung

Lmf	Ls	Smf
14.588	11.834	1.23

Nilai Smf di sini menunjukkan kelas sinusitas muka pegunungan derajat aktivasi tektonik [3]. Smf dengan nilai berkisar antara 1,2 – 1,6 mengindikasikan tingkat aktivitas tektonik aktif, dan dicirikan dengan bentuk lembah menyempit. Kondisi seperti ini dijumpai di daerah studi, dimana sungai memiliki lembah sempit berbentuk huruf “V” (Gambar 5).



Gambar 5. Salah satu bentuk lembah sungai berbentuk “V”

Bentuk lembah V pada daerah penelitian dapat dikorelasikan dengan hasil dari valley floor width to height ratio pada daerah penelitian. Adapun hasil perhitungan nilai Vf pada daerah penelitian adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil perhitungan Vf daerah penelitian

Eld	Erd	Esc	Vfw	Vf
420	425	395	10	0.36
415	425	400	9	0.45
475	475	450	9	0.36
545	530	500	7	0.19
575	600	565	6	0.27
750	725	715	6	0.27
1050	1050	1000	3	0.06
965	955	900	2	0.03
1010	1005	975	3	0.09

Hasil perhitungan perbandingan lembah dan tinggi lembah didapatkan rata-rata 0.23 dimana kasifikasi aktivitas tektonik lembah dasar dan tinggi lembah [8] daerah penelitian berada pada tingkat 1 dengan tingkat uplift tinggi dan lembah berbentuk V. Hasil dari faktor asimetri didapatkan sebagai tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan faktor asimetri

Ar(Km)	At(Km)	Af
59.016	84.4	69.92

Nilai asimetri cekungan (Af) didapatkan nilai sebesar 69.92 dimana menurut el hamdouni, dkk [2] tingkat aktivitas tektonik dengan nilai ($af \geq 65$ atau $af \leq 35$) berada pada aktivitas tektonik tingkat 1. Nilai kerapatan sungai pada daerah penelitian sebagai berikut:

Tabel 7 Perhitungan kerapatan sungai

L(Km)	At(Km ²)	Dd (Km/Km ²)
366.52	84.4	4.34

Nilai kerapatan sungai yang didapatkan menurut Soewarno [10] daerah penelitian termasuk kedalam tingkat kerapatan sedang, artinya alur sungai berada pada batuan dengan resistensi yang lebih lunak, dan transportasi sedimen tergolong cukup besar.

4. Conclusion

Berdasarkan pembahasan data kuantitatif di atas, sejumlah kesimpulan dapat disampaikan bahwa daerah penelitian memiliki nilai kemiringan lereng bervariasi dari curam hingga sangat curam, nilai kerapatan sungai sebesar 4,34 atau kategori sedang, nilai faktor asimetri drainase sekitar 69,92, dan nilai sinusitas muka gunung 1,23. Data tersebut mengindikasikan kelas aktivitas tektonik tingkat 1, sehingga dari perspektif kajian morfotektonik, daerah Pasar Usang di Kota Padang Panjang berada indeks aktifitas tektonik aktif, artinya tergolong wilayah yang dikontrol oleh aktifitas tektonik aktif.

Acknowledgment

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayahNya, sehingga penulisan makalah ini dapat diselesaikan sesuai rencana. Penulisan makalah ini didasarkan atas kebijakan Program Studi Teknik Geologi (PSTG) Unsri yang mendorong mahasiswa bersama-sama dengan dosen pembimbing untuk mendiseminasikan hasil penelitiannya. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Koprodi PSTG yang telah mengizinkan untuk publikasi.

References:

- [1] Bull, W.B. dan Mcfadden, L.M., 1977. Tectonic Geomorphology North and South Of The Garlock Fault, California. In Feomorphology in Arid Regions, Proceeding 8th Annual Geomorphology Symposium, State University New York at Binghamton, 1977 (pp 155 – 137)
- [2] Hugget, R.J., 2010. Fundamentals Of Geomorphology. 4th Ed. New York: Routledge.
- [3] El Hamdouni R, Irigaray C, Fernández T, Chacón J, Keller E A (2008) Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain). *Geomorphology* 96(1–2):150– 173
- [4] Doornkamp, J.C, 1986. Geomorphological Approachesto the Study Of Neotectonics. *Jurnal of Thegeological Society*, Vol.143, London, Pp 335–342.
- [5] Horton, R.E. 1945. Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, *Geol. Soc. Am., Bull.*, Vol. 56, P. 275-370
- [6] Ismail. 2022. Geological Mapping of Pasar Usang And Surrounding Areas. Mapping Seminars. Sriwijaya University. Indralaya.
- [7] Kastowo, Leo, G.W., Gafoer, S., Amin, T.C. 1996. Geological Map Sheet Padang, Sumatra. Geological Research and Development Center.
- [8] Keller, E.A. dan Pinter, N., 2002. Active Tectonics. Earthquakes, Uplift, and Landscape. Prentice Hall, New Jersey. 362 H.
- [9] Keller, E. A., Pinter, N. 1996. Active Tectonics (Vol. 19). Upper Saddle River, Nj:Prentice Hall.
- [9] Sukiyah, E., Sulaksana, N., Hendarmawan., dan Rosana, M.F. 2012. “The Role of Watershed Morphotectonics in the Development of Micro Hydro Energy Potential in Southern Cianjur-

- Garut” Bionatura-Journal of Biological and Physical Sciences Vol. 14, No. 1, March 2012: 1 - 11 ISSN 1411 – 0903 Unpad. Bandung
- [10] Soewarno, 1991. Hydrology: Measurement and Processing of River Flow Data (Hydrometry). Nova, Bandung. 362 Pp.
- [11] Widodo, H., 2012. Coal Potential of Seluma and Surrounding Areas, Seluma Regency, Bengkulu Province. Mtg Scientific Journal, V.5(2).
- [12] Widyat manti, W. Dkk. 2016. Indentification of Topographyc Element Composition Based on Lamdform Boundaries from Radar Interfrometri Segmentation (Preliminary study on Digital Landform Mapping). Iop Confrence series: Earthand Environmental science.