

**TINGKAT EROSI AKTUAL DAN POTENSIAL DENGAN  
METODE RUSLE3D PADA HULU DAS TANGKA**

**ACTUAL AND POTENTIAL EROSION RATE WITH  
RUSLE3D METHOD IN UPPER WATERSHED OF TANGKA**

*Syahrul*

*Program Studi Ilmu Tanah*

*Fakultas Pertanian Peternakan dan Kehutanan*

*Universitas Muslim Maros*

Email: syahrulbelantara@gmail.com

**Abstract**

*Tangka upstream watershed is part of the watershed Tangka which is a priority watershed erosion control. The purpose of this study was the estimation of actual and potential water erosion rates Upper Watershed of Tangka using RUSLE3D (Revised Universal Soil Loss Equation-3D) model with Geographical Information System (GIS) support. RUSLE3D uses a new methodology for topographic factor estimation (LS factor) based on the impact of flow convergence allowing better assessment of sediment distribution detached by water erosion. In RUSLE3D equation, the effect that vegetation cover has on soil erosion rate is reflected by the C factor. Potential erosion indicates soil erosion rate without considering C factor in RUSLE3D equation. The results showed that the actual rate of erosion at the study site is the low level of erosion hazard is an area of 14.432,52 hectares, and the rate of erosion is an area of 4.404,91 hectares. The rate of erosion hazard potential at the study site is the low level of erosion hazard area of 2.620,54 hectares, an area of high erosion hazard level of 4.397,99 acres, high erosion potential danger level of 11.729,36 hectares and 89,54 hectares of erosion is very high. The presence of vegetation on the study site effect on the decline in the rate of erosion.*

*Key Word: Actual Erosion, Potential Erosion, RUSLE3D*

**PENDAHULUAN**

Hulu DAS merupakan bagian terpenting dalam suatu DAS yang seringkali menjadi fokus perhatian dan pengelolaan. Hulu DAS berperan sebagai

fungsi perlindungan terhadap seluruh ekosistem DAS, diantaranya adalah fungsi tata air. Aktivitas penggunaan lahan berupa perubahan tataguna dan cara bercocok tanam pada daerah hulu DAS memberikan dampak terhadap daerah hilir. Dampak tersebut berupa perubahan fluktuasi debit air dan transport sedimen serta material terlarut lainnya.

Hulu DAS Tangka merupakan bagian dari (Sub) DAS Tangka yang termasuk prioritas penanganan konservasi tanah sesuai surat keputusan bersama Menteri Dalam Negeri, Menteri Kehutanan, dan Menteri Pekerjaan Umum. Sebagai bagian dari DAS Tangka, hulu DAS Tangka berperan sebagai daerah resapan yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan fungsi hidrologi. Banjir besar yang pernah melanda kota kabupaten sinjai dan sekitarnya pada Juni 2006 merupakan salahsatu akibat dari meningkatnya lahan kritis dan berefek pada terganggunya fungsi hidrologi DAS Tangka.

Erosi merupakan peristiwa alami yang terjadi pada permukaan tanah akibat pukulan air hujan. Besarnya erosi yang terjadi tergantung dari besarnya faktor-faktor alam, seperti kondisi iklim, jenis tanah, topografi dan penggunaan lahan, disamping itu faktor yang mempengaruhi adalah aktivitas manusia. Besarnya erosi perlu diestimasi sebagai langkah awal upaya melakukan konservasi yang tepat.

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan metode yang umum digunakan dalam mengestimasi erosi, dan telah banyak dikembangkan diantaranya adalah RUSLE (*Revised USLE*). RUSLE menggunakan prinsip-prinsip empiris yang sama seperti USLE, tetapi mengalami revisi dalam perhitungan berbagai faktor. Diantara faktor-faktor erosi, faktor topografi adalah yang paling sensitif dalam estimasi erosi (Renard *et al.*, 1997; Risse *et al.*, 1993). Panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) merupakan faktor topografi (LS). Panjang lereng dalam model USLE didefinisikan sebagai jarak dari titik asal aliran ke titik limpasan sebelum memasuki saluran (Wischmeier & Smith, 1978). Pada RUSLE, panjang lereng didasarkan pada panjang jalur aliran air permukaan dari asal aliran ke tempat konsentrasi limpasan seperti jalur aliran air, pengalihan, atau pengaliran (Renard *et al.*, 1997). Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) didalam RUSLE digantikan

dengan daerah kontribusi *upslope* dengan RUSLE-3D (Mitasova *et al.*, 1996). Revisi faktor panjang lereng berdasarkan pada kenyataan bahwa peningkatan erosi pada daerah *upslope* mencerminkan dampak dari konsentrasi aliran pada seperti halnya yang biasa ditemukan pada areal perbukitan (Kumar & Kuswaha, 2013).

Beberapa tahun terakhir perkembangan GIS telah digunakan untuk melakukan estimasi erosi. Demikian halnya dengan metode RUSLE3D, aplikasi GIS digunakan untuk mengestimasi erosi, khususnya pada penentuan nilai faktor LS. Model RUSLE/RUSLE-3D telah banyak digunakan untuk mengestimasi besarnya erosi secara spasial.

Penelitian dengan menggunakan metode RUSLE3D terdahulu telah dilakukan oleh Millward & Mersey (1999); Lu *et al* (2004); Shi *et al* (2004); Efe *et al* (2008); Terranova *et al* (2009); Kumar & Kuswaha (2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model RUSLE3D memungkinkan hasil yang akurat untuk mengestimasi erosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi erosi pada hulu DAS Tangka dengan menggunakan metode RUSLE3D.

## **BAHAN DAN METODE**

### ***Lokasi Studi***

Hulu DAS Tangka memiliki luas 19.164 hektar yang secara administratif

termasuk dalam wilayah Kabupaten Gowa dan Kabupaten Sinjai. Letak geografis hulu DAS Tangka berada diantara 119°52'45" - 120°01'30" bujur timur dan 5°07'44" - 5°18'58" lintang selatan. Secara topografi letak hulu DAS Tangka berada di antara ketinggian 550 - 2830 mdpl.

### ***Desain dan Variabel Penelitian***

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan spasial. Secara spasial, unit lahan dibentuk dengan cara melakukan *overlay* terhadap peta lereng, peta penggunaan lahan, dan peta jenis tanah. Variabel penelitian adalah faktor-faktor yang mempengaruhi erosi, yaitu iklim, tanah, topografi, dan penggunaan lahan.

### ***Populasi dan Sampel***

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel tanah pada lokasi yang mewakili masing-masing unit lahan. Jumlah unit lahan adalah sama dengan jumlah sampel yaitu sebanyak 24 sampel.

### ***Pengumpulan Data***

Pengumpulan data didasari berdasarkan variabel-variabel penelitian. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan rata-rata bulanan dalam kurun waktu 25 tahun terakhir (1986-2010) pada 3 titik stasiun pengamat curah hujan yang tersebar di lokasi studi yaitu stasiun Malino, Buluballea, dan Manipi, yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika, Maros. Data tanah diperoleh dari hasil survey lapangan lalu kemudian dianalisis

di Laboratorium Tanah Universitas Hasanuddin. Faktor panjang dan kemiringan lereng dihitung secara per unit piksel dengan menggunakan data DEM (*Digital Elevation Model*) yang tersedia secara gratis yaitu SRTM dengan resolusi spasial 90 m (Jarvis *et al.*, 2008). Data penggunaan/ penutupan lahan untuk menghitung nilai C diperoleh dari hasil interpretasi citra Landsat TM akuisisi tahun 2011 yang dipublikasi oleh Kementerian Kehutanan.

### ***Analisis Data***

Analisa besarnya erosi di lokasi studi dilakukan dengan menggunakan model RUSLE-3D (Mitasova *et al.*, 1996) dan dukungan SIG berdasarkan persamaan berikut:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

dimana  $A$  adalah kehilangan tanah rata-rata (ton/ha/tahun),  $R$  adalah faktor erosivitas hujan,  $K$  adalah faktor erodibilitas tanah,  $LS$  adalah faktor panjang dan kecuraman lereng,  $C$  adalah faktor penutupan dan manajemen lahan, dan  $P$  adalah faktor konservasi tanah.  $R$  dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = 22,1 P^{1,36}$$

dimana,  $P$  adalah curah hujan bulanan (cm). Nilai  $R$  tiap stasiun pengamat curah hujan diinterpolasi dengan menggunakan metode interpolasi *polygon thiessen*. Nilai  $K$  dihitung dengan menggunakan nomograf

yang dikembangkan oleh Arnoldus (1977) dan Wischmeier *et al* (1971).

Nilai LS diperoleh berdasarkan model RUSLE-3D yang dianalisis melalui GRASS GIS, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Mitasova *et al.*, 1996):

$$LS_{(r)} = (m + 1) \times \left[ \frac{A_{(r)}}{a_0} \right]^m \times \left[ \frac{\sin \beta_{(r)}}{b_0} \right]^n$$

dimana,  $A_{(r)}$  adalah daerah kontribusi lereng atas (*upslope contributing area*) per unit lebar kontur; dengan menggunakan data DEM dapat dihitung berdasarkan nilai akumulasi aliran (*flow accumulation*) per piksel dikalikan dengan ukuran piksel,  $\beta_{(r)}$  adalah lereng (satuan derajat),  $a_0 = 22,13$  m adalah panjang lereng dan  $b_0 = 0.09 = 9\% = 5,16^\circ$  adalah lereng berdasarkan standar petak USLE,  $m$  dan  $n$  adalah nilai parameter untuk tipe aliran dan kondisi tanah tertentu (digunakan nilai 0,6 dan 1,3). Data keluaran berupa data raster ditransformasi ke dalam data vektor dengan pertimbangan *Minimum Size Delineation (MSD)* peta, yaitu sebesar 0,4 dari.

Faktor CP digunakan untuk mencerminkan efek perlindungan pada permukaan tanah oleh kanopi vegetasi, dan dampak kegiatan budidaya dan praktek manajemen terhadap tingkat erosi (Renard *et al.*, 1997). Nilai C pada masing-masing kelas penggunaan/ penutupan lahan ditetapkan berdasarkan pada berbagai hasil penelitian (Arsyad, 2010). Nilai P untuk

faktor konservasi tanah pada masing-masing kelas penggunaan/penutupan lahan di lokasi studi ditetapkan berdasarkan pada tabel faktor konservasi (Asdak, 2010).

Estimasi tingkat erosi aktual dan potensial merupakan tingkat bahaya erosi. Tingkat bahaya erosi dinyatakan dalam indeks bahaya erosi yang di rumuskan sebagai berikut (Hammer, 1981):

$$\text{Indeks Erosi Bahaya} = \frac{\text{(ton/ha/tahun)}}{\text{T (mm/tahun)}}$$

T adalah toleransi erosi yang diperbolehkan, Nilai T berdasarkan penetapan nilai T untuk tanah-tanah di Indonesia (Arsyad, 2010).

## HASIL PENELITIAN

### *Faktor Erosi*

Nilai Faktor R pada lokasi penelitian merupakan hasil analisis data curah hujan dari tiga stasiun. Tiga stasiun yang mencakup wilayah lokasi adalah stasiun Malino/Tinggimoncong, Buluballea, dan stasiun. Nilai erosivitas masing-masing secara berturut-turut adalah 4.033, 2.185, dan 2.230. Nilai faktor K pada lokasi penelitian merupakan hasil survey lapang dan analisis laboratorium terhadap sampel tanah masing-masing unit lahan. Nilai erodibilitas 24 unit lahan pada lokasi penelitian berkisar antara 0,19 - 0,6. Berdasarkan analisis nilai faktor panjang dan kemiringan lereng menghasilkan nilai

yang beragam. Nilai faktor panjang dan kemiringan lereng berkisar antara 0,001 - 0,1 (Gambar 1). Nilai faktor C untuk penggunaan lahan berupa hutan dan sawah yaitu 0,001, semak belukar yaitu 0,01, dan pertanian lahan kering yaitu 0,2. Nilai P untuk sawah adalah 0,4 yang merupakan teras tradisional, pada penggunaan lahan berupa pertanian lahan kering adalah 0,9, sementara itu untuk penggunaan lahan berupa hutan dan semak belukar adalah 1.

#### ***Tingkat Bahaya Erosi Aktual***

Berdasarkan perhitungan tingkat bahaya erosi diperoleh hasil berupa tingkat bahaya erosi rendah adalah seluas 14.432,52 hektar, dan tingkat bahaya erosi sedang seluas 4.404,91 hektar (Tabel 1) (Gambar 2).

#### ***Tingkat Bahaya Erosi Potensial***

Berdasarkan perhitungan tingkat bahaya erosi diperoleh hasil yaitu tingkat bahaya erosi rendah adalah seluas 2.620,54 hektar, tingkat bahaya erosi tinggi seluas 4.397,99 hektar, tingkat bahaya erosi tinggi 11.729,36 hektar dan tingkat bahaya erosi sangat tinggi 89,54 hektar (Tabel 2) (Gambar 2).

#### ***Potensi Perubahan Tingkat Bahaya Erosi***

Pada tingkat bahaya erosi aktual rendah seluas 14.432,52 hektar berpotensi mengalami penurunan menjadi seluas 2.620,54 hektar, 4.397,99 hektar berpotensi menjadi sedang, 7.410,75 hektar menjadi tinggi, dan 3,24 hektar menjadi sangat

tinggi. Demikian halnya pada tingkat bahaya erosi aktual sedang yang memiliki luas 4.404,91 hektar, berpotensi menjadi tinggi seluas 4.318,61 hektar, dan berpotensi menjadi sangat tinggi seluas 86,30 hektar (Tabel 3).

### **PEMBAHASAN**

Keberadaan vegetasi maupun praktek konservasi memiliki peranan yang besar dalam meurunkan laju erosi. Potensi perubahan tingkat bahaya erosi pada lokasi penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan dan konservasi tanah berpengaruh signifikan untuk menurunkan laju erosi. Pada proses penghancuran agregat tanah, keberadaan vegetasi efektif untuk mengurangi energi kinetik hujan. Pada proses pengangkutan sedimen, vegetasi mengurangi kecepatan dan menghambat laju aliran sedimen. Demikian halnya proses sedimentasi, vegetasi berfungsi sebagai penghalang sedimen. Keberadaan vegetasi dan praktek konservasi tanah akan menurunkan laju erosi. Sebagai langkah untuk mengurangi tingkat bahaya erosi diperlukan penerapan konservasi tanah. Prioritas penanganan pada Hulu DAS Tangka diupayakan pada areal yang memiliki erosi potensial sedang hingga sangat tinggi. Penghijauan dan reboisasi yang dilakukan diupayakan sesuai dengan kondisi lahan dan kemampuannya untuk mengurangi tingkat bahaya erosi.

Persamaan RUSLE3D menghasilkan nilai laju erosi yang akurat. Pertimbangan kemiringan lereng, panjang lereng, arah aliran, termasuk konvergensi dan divergensi aliran transportasi sedimen memungkinkan penilaian yang akurat terhadap faktor LS. Hal ini sesuai dengan fakta di lapangan, bahwa pengangkutan sediment mengikuti arah aliran baik berupa pemisahan dan pemecahan aliran, serta kemiringan lereng. Fakta di lapangan juga menunjukkan bahwa terjadi translokasi sedimen pada daerah-daerah perubahan kemiringan lereng secara mikro. Fakta ini menunjukkan bahwa penggunaan metode RUSLE3D mengestimasi erosi lebih akurat karena mempertimbangkan bentuk morfologi. Fu *et al* (2005); Lewis *et al* (2005); García & Giménez (2012); Suarez (2012) juga menunjukkan hal yang sama bahwa penggunaan model RUSLE3D memungkinkan hasil yang akurat untuk mengestimasi erosi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Tingkat bahaya erosi aktual pada lokasi penelitian yaitu tingkat bahaya erosi rendah adalah seluas 14.432,52 hektar, dan tingkat bahaya erosi sedang seluas 4.404,91 hektar. Tingkat bahaya erosi potensial pada lokasi penelitian yaitu tingkat bahaya erosi rendah adalah seluas 2.620,54 hektar, tingkat bahaya erosi tinggi seluas 4.397,99 hektar, tingkat bahaya erosi tinggi

11.729,36 hektar dan tingkat bahaya erosi sangat tinggi 89,54 hektar. Keberadaan vegetasi berpengaruh terhadap penurunan laju erosi.

Sebagai langkah untuk mengurangi tingkat bahaya erosi diperlukan penerapan konservasi tanah. Prioritas penanganan pada Hulu DAS Tangka diupayakan pada areal yang memiliki erosi potensial sedang hingga sangat tinggi. Penghijauan dan reboisasi yang dilakukan diupayakan sesuai dengan kondisi lahan dan kemampuannya untuk mengurangi tingkat bahaya erosi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arnoldus H.M.J. (1977). Methodology Used to Determine the Maximum Potential Average Annual Loss Due to Sheet and Rill Erosion in Marosso. *FAO Soil Bulletin*, 34: 39-48.
- Arsyad S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Asdak C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjamada University Press.
- Efe R., Ekinici D. & Curebel I. (2008). Erosion Analysis of Findikl Creek Catchment (NW of Turkey) using GIS based on RUSLE (3d) method. *Journal of Applied Sciences*, 8(1): 49-58.
- Fu B.J., Zhao W.W., Chen L.D., Zhang Q.J., Lu Y.H., Gulinck H. & Poesen J. (2005). Assessment of soil erosion at large watershed scale using RUSLE and GIS: a case study in the loess plateau of China. *Land degradation & development*, 16: 73-85.
- Hammer W. I. (1981). *Soil Conservation. Consultant Report II*,

- AGOF/INS/78/006. Tech. Note , 10. Bogor: Centre for Soil Research Bogor.
- García J.L. & Giménez M.C. (2012). Methodology for Estimating The Topographic Factor LS of RUSLE3D and USPED using GIS. *Geomorphology*, 175-176: 98-106.
- Lewis L.A., Verstraeten G. & Zhu H. (2005). RUSLE Applied in A GIS framework: Calculating The LS Factor and Deriving Homogeneous Patches for Estimating Soil Loss. *International Journal of Geographical Information Science*, 19: 809-829.
- Jarvis A., Reuter H. I., Nelson A. & Guevara E. (2008). *Hole-filled SRTM for the Globe Version 4*, Available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database. Akses 10 November 2011. Available from: <http://www.cgiar-csi.org/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1>
- Kumar S. & Kushwaha S.P.S. (2013). Modelling Soil Erosion Risk Based on RUSLE-3D Using GIS in a Shivalik sub-watershed. *Journal of Earth System Science*, 122(2): 389-398.
- Lu D., Li G., Valladares G.S. & Batistella M. (2004). Mapping Soil Erosion Risk in Rondonia, Brazilian Amazonia: Using RUSLE, Remote Sensing and GIS. *Journal Land Degradation and Development*, 15:499–512.
- Millward A.A. & Mersey J.E. (1999). Adapting the RUSLE to Model Soil Erosion Potential in A Mountainous Tropical Watershed. *Elsevier Science B.V. Catena*, 38: 109–129
- Mitasova H., Hofierka I., Zlocha M., & Iverson L.R. (1996). Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *International Journal of Geographical Information Systems*, 10(5): 629-641
- Renard K.G., Foster G.R., Weesies G.A., McCool D.K. & Yoder D.C. (1997). *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. 2<sup>nd</sup> ed. Agriculture Handbook Number 703. ARS, USDA, 407p.
- Risse L.M., Nearing M.A., Nicks A.D. & Laflen J.M. (1993). Error Assessment in The Universal Soil Loss Equation. *Soil Science Society of America Journal* 57(3): 825-833.
- Shi Z.H., Cai S.F., Ding S.W., Wang T.W. & Chow T.L. (2004). Soil Conservation Planning at the Small Watershed Level Using RUSLE with GIS: A Case Study in The THREE Gorge area of China. *Catena*, 55: 33-48.
- Suárez M.C.G. (2012). Current and Potential Water Erosion Estimation with RUSLE3D in Castellon Province (Spain). *Rev. FCA UNCUYO* 44(2): 289-299.
- Terranova O. Antronico L., Coscarelli R. & Piaquinta P. (2009) Soil Erosion Risk Scenarios in the Mediterranean Environment Using RUSLE and GIS: An Application Model for Calabria (southern Italy). *Geomorphology*, 11(3–4): 228–245.
- Wischmeier, W.H. & Smith D.D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning*. 1st ed. Agriculture Handbook Number 537. ARS, USDA, 69p.
- Wischmeier, W.H., Johnson C.B. & Cross B.V. (1971). A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. *Journal Soil and Water Conservation*, 26: 189-193.

**Tabel 1. Luas dan Persentase Masing-masing Kelas Tingkat Bahaya Erosi Aktual**

| Tingkat Bahaya Erosi (Ton/Ha/Tahun) | Persentase (%) | Luas (Ha) |
|-------------------------------------|----------------|-----------|
|-------------------------------------|----------------|-----------|

|                                    |        |           |
|------------------------------------|--------|-----------|
| Rendah (0 - 20 Ton/Ha/Tahun)       | 75,31  | 14.432,52 |
| Sedang (20 - 80 Ton/Ha/Tahun)      | 22,99  | 4.404,91  |
| Tinggi (80 - 200 Ton/Ha/Tahun)     | 0      | 0         |
| Sangat Tinggi (> 200 Ton/Ha/Tahun) | 0      | 0         |
| Permukiman                         | 1,03   | 197,63    |
| Sungai                             | 0,67   | 128,45    |
| Total                              | 100,00 | 19.163,51 |

Sumber: Analisis Data (2014)

**Tabel 2. Luas dan Persentase Masing-masing Kelas Tingkat Bahaya Erosi Potensial**

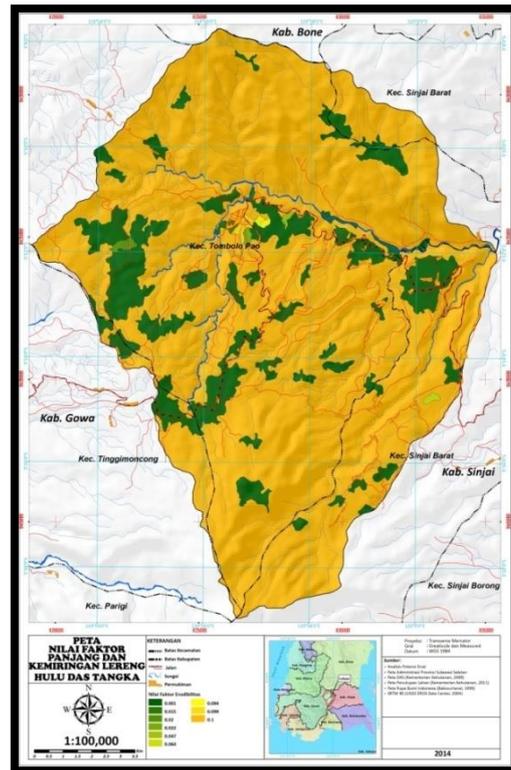
| Tingkat Bahaya Erosi (Ton/Ha/Tahun) | Persentase (%) | Luas (Ha) |
|-------------------------------------|----------------|-----------|
| Rendah (0 - 20 Ton/Ha/Tahun)        | 13,67          | 2.620,54  |
| Sedang (20 - 80 Ton/Ha/Tahun)       | 22,95          | 4.397,99  |
| Tinggi (80 - 200 Ton/Ha/Tahun)      | 61,21          | 11.729,36 |
| Sangat Tinggi (> 200 Ton/Ha/Tahun)  | 0,47           | 89,54     |
| Permukiman                          | 1,03           | 197,63    |
| Sungai                              | 0,67           | 128,45    |
| Total                               | 100,00         | 19.163,51 |

Sumber: Analisis Data (2014)

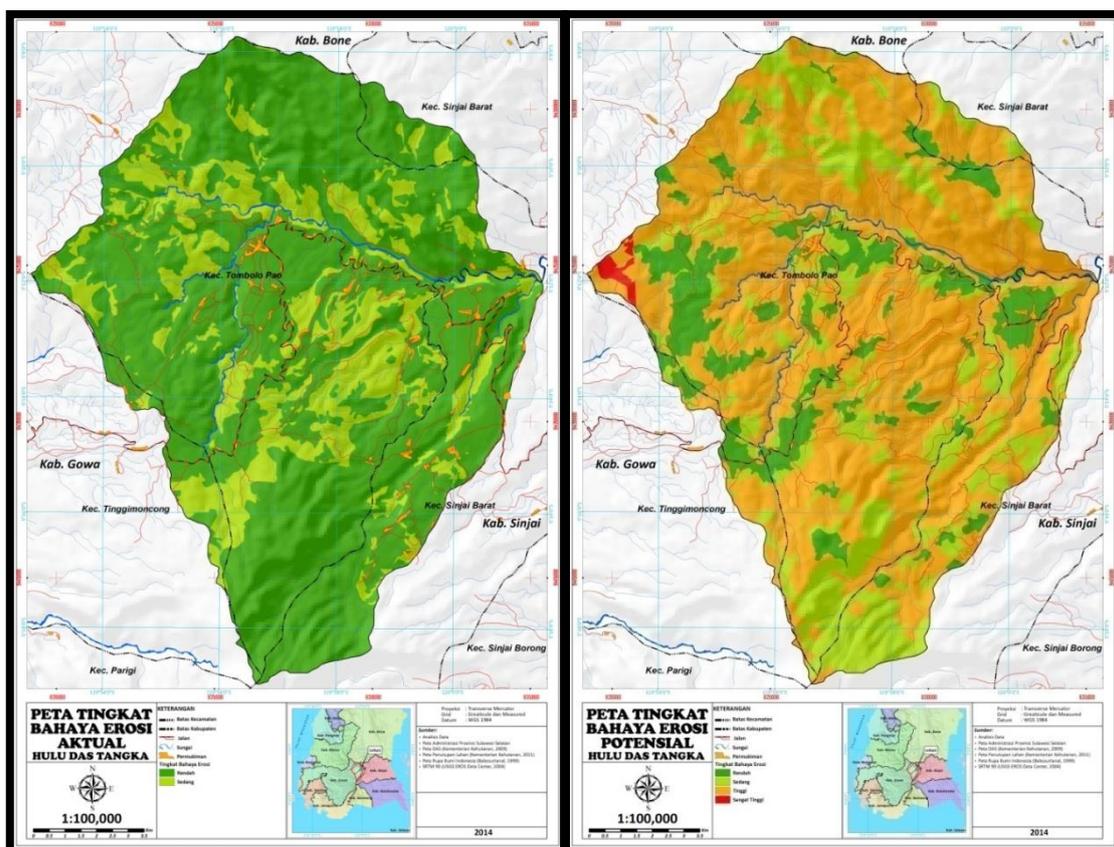
**Tabel 3. Potensi Perubahan Tingkat Bahaya Erosi**

| Tingkat Bahaya Erosi Aktual | Tingkat Bahaya Erosi Potensial | Luas (Ha) |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------|
| Rendah                      | Rendah                         | 2620.54   |
|                             | Sedang                         | 4397.99   |
|                             | Tinggi                         | 7410.75   |
|                             | Sangat Tinggi                  | 3.24      |
| Sedang                      | Tinggi                         | 4318.61   |
|                             | Sangat Tinggi                  | 86.30     |
| Permukiman                  |                                | 197.63    |
| Sungai                      |                                | 128.45    |
| Total                       |                                | 19163.51  |

Sumber: Analisis Data (2014)



Gambar 1. Peta Nilai Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng pada Lokasi Penelitian



Gambar 2. Peta Tingkat Bahaya Erosi Aktual dan Potensial Hulu DAS Tangka