

IDENTIFIKASI POTENSI SUMBER AIR PERMUKAAN DENGAN MENGGUNAKAN DEM (*DIGITAL ELEVATION MODEL*) DI KABUPATEN LEMBATA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Identification of Potential Surface Water Sources Using Dem (Digital Elevation Model) in the district of East Nusa Tenggara province

Eka Wahyu Setiawan¹, A.Tunggul Sutan Haji^{2*}, Bambang Suharto³

¹Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

²Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

*Email Korespondensi: alexandersutan@ub.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Lembata adalah daerah yang kering dengan curah hujan yg rendah. Untuk itu perlu adanya pemenuhan kebutuhan air yaitu melakukan Identifikasi Potensi Sumber Air Permukaan agar pemenuhan kebutuhan air bisa tercukupi. Tujuan dari penelitian ini adalah unutk mengidentifikasi letak sumber air permukaan di Kabupaten Lembata, sehingga dapat diketahui baik itu letak *catchment area* maupun besarnya debit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan simulasi menggunakan SIMODAS. Dengan mengatahui *catchment area*, nilai sebaran hujan dan nilai koefisien *runoff* maka dapat diketahui debit rerata pertahun yang merupakan potensi sumber air permukaan. Simulasi menggunakan SIMODAS didapatkan hasil sebanyak 12 *catchment area* yang berpotensi, 12 *catchment area* tersebut didapatkan nilai debit 4,039 ; 1,534 ; 4,919; 3,158; 2,310; 6,768; 1,783; 3,251; 1,892; 3,785; 3,262 dan 1,920. Hubungan debit dan luas *catchment area* adalah berbanding lurus. Nilai kesalahan simulasi menggunakan SIMODAS setelah dilakukan kalibrasi yaitu sebesar 0,00000021% hal menunjukkan hasil simulasi dengan pengukuran aktual mendekati kebenaran.

Kata Kunci : Catchment area, Potensi, Simulasi

Abstract

The district of Lembata is a dry area with low rainfall yng. So we need a water supply that is to Identify Potential Surface Water Sources of water to individual order fulfillment can be fulfilled. The purpose of this research is to identify the location of fatherly surface water sources in the district, so it can be seen that both the location and size of the catchment area of the discharge. The method used in this study was to perform simulations using SIMODAS. By knowing the catchment area, the value distribution of rainfall and the runoff coefficient can diketahui mean annual discharge is a potential source of surface water. This simulation results obtained using SIMODAS as many as 12 potential catchment area. The catchment area of 12 discharge values obtained 4,039; 1.534; 4,919; 3,158; 2,310; 6.768; 1,783; 3.251; 1,892; 3,785; 3.262 and 1.920. Discharge relationships and extensive catchment area is directly proportional. Value simulation using SIMODAS error after calibration is equal to 0.00000021% it shows the simulation results with actual measurements closer to the truth.

Keywords: Catchment area, Potentials, Simulation

PENDAHULUAN

Air mempunyai peranan penting bagi semua kehidupan di dunia ini, tanpa air mustahil ada kehidupan di dunia ini. Oleh sebab itu air mempunyai peranan penting dalam menunjang semua aktifitas manusia. Dengan bertambahnya laju pertumbuhan penduduk dan berkembangnya semua aspek maka kebutuhan air pun juga semakin bertambah pula (Andani, 2014).

Propinsi Nusa Tenggara Timur merupakan daerah yang bisa dikatakan kurang akan air tetapi merupakan daerah potensial pertanian, pertambangan dan jumlah penduduk yang semakin meningkat (Nugroho R, 2008). Di beberapa wilayah di Kabupaten Lembata ada beberapa mata air yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai air baku dan irigasi, namun lokasi mata air ini terdapat pada daerah yang sulit dijangkau dibandingkan dengan daerah di sekitarnya yang sangat kering dan kekurangan air baku.

Berbagai upaya-upaya telah dilakukan pemerintah setempat untuk memenuhi kebutuhan bagi masyarakat setempat. Maka perlu kebijakan pembangunan yang terpadu dan menyeluruh diantaranya adalah pembangunan di sektor pertanian yaitu dalam hal penyediaan air. Pemanfaatan air untuk keperluan irigasi sangat penting guna meningkatkan produktifitas pertanian, sangat mustahil produksi beras akan meningkat jika tanpa ada upaya pengembangan irigasi serta pengelolaan yang tepat (Suripto, 2011). Untuk itu melalui pemanfaatan potensi air tanah yang keluar sebagai mata air, maka perlu dilakukan desain pemanfaatan potensi tersebut meliputi pembuatan bangunan penyadap mata air, perpipaan, dan penampungan dengan cara "Identifikasi Potensi Sumber Air Permukaan Menggunakan Digital Elevation Model (DEM) Di Kabupaten Lembata.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi letak dan informasi debit rerata pertahun sumber air permukaan di Kabupaten Lembata Nusa Tenggara Timur menggunakan SIMODAS.

METODE PENELITIAN

Data - data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta digital topografi Kabupaten Lembata skala 1 : 25.000, peta penggunaan guna lahan wilayah Kabupaten Lembata, peta Stasiun Hujan, peta administrasi Kabupaten Lembata yang berasal dari BAKORSURTANAL dan data curah hujan harian wilayah Kabupaten Lembata 10 tahun terakhir yaitu tahun 2002-2012.

Alat yang digunakan adalah PC digunakan sebagai *hardware* pengolah data, SIMODAS digunakan untuk pemodelan DAS, Arc.View 3.3 sebagai pengolah data input sebelum diolah menggunakan SIMODAS, dan Visual Basic 6.0 digunakan sebagai *software* pembaca *algoritma* pada SIMODAS.

Pengolahan Data Input

Pada pengolahan data input data diolah menggunakan Arc.view 3.3 untuk mendapatkan data Hujan (I), Koefisien runoff (C) dan Luas area (A) yang berbentuk grid dengan cara menginput data pada data atribut peta.

Pengolahan Data Hujan (I)

Dalam mengolah data hujan langkah awal yang dilakukan adalah dengan melakukan uji konsistensi. Uji konsistensi bertujuan untuk mengetahui kelayakan data hujan yang akan diolah dari beberapa stasiun. Setelah dilakukan uji konsistensi, nilai curah hujan dimasukkan dalam data atribut peta stasiun hujan untuk mengetahui daerah pengaruh sebaran hujan, kemudian dilakukan proses *gridding* agar bisa didapatkan peta grid sebaran hujan. Proses *gridding* bertujuan untuk mengubah peta digital (.shp) menjadi bentuk pixel sehingga bisa diconvert kedalam bentuk ASCII agar bisa dibaca oleh SIMODAS ketika dilakukan simulasi.

Pengolahan Koefisien runoff (C)

Koefisien runoff adalah nilai koefisien air limpasan, besar kecilnya runoff dipengaruhi oleh penggunaan lahan (Kunu, 2008). Nilai C didapatkan dari literatur kemudian dimasukkan kedalam data atribut peta penggunaan lahan yang diolah

menggunakan Arc.view 3.3 sesuai dengan nilai masing-masing penggunaan lahan. Setelah itu dilakukan *gridding* untuk mendapatkan peta *grid* C penggunaan lahan.

Pengolahan Catchment Area (A)

Data yang digunakan untuk menentukan *catchment area* adalah peta topografi. Peta topografi diolah menggunakan *Arc.view 3.3* untuk mendapatkan peta berbentuk DEM. Peta bentuk DEM kemudian diolah menjadi bentuk peta *grid* ketinggian agar bisa didapatkan peta *grid* kemiringan. Dari peta *grid* kemiringan selanjutnya bisa ditentukan peta *grid* arah aliran. Setelah didapatkan peta *grid* aliran kemudian diolah agar bisa didapatkan peta *grid* akumulasi aliran. Dari peta *grid* akumulasi aliran ini bisa diketahui titik – titik yang berpotensi menjadi sumber air permukaan.

Simulasi *Entry Data Model*

Setelah dilakukan pengolahan menggunakan Arc.view 3.3 dan didapatkan data berbentuk *grid* yang sudah diconvert kedalam bentuk ASCII kemudian dilakukan pengolahan menggunakan SIMODAS. SIMODAS (Sistem Informasi dan Model daerah Aliran sungai) adalah perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai system informasi dan model hidrologi untuk pengelolaan DAS. Perangkat ini dikembangkan dengan mengintregasikan model hidrologi sebar keruangan dan Sistem Informasi Geografi (Sutan Haji, 2005). Data-data berbentuk *grid* tersebut dimasukkan kedalam *project properties* SIMODAS agar bisa dibaca oleh software SIMODAS. Data-data tersebut meliputi, peta DEM, peta *grid* kemiringan, peta *grid* akumulasi aliran, peta *grid* penggunaan lahan, dan peta *grid* sebaran hujan.

Kalibrasi Model

Kalibrasi model bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter hidrologi yang mendekati kebenaran kondisi di lapang. Pada kalibrasi ini parameter yang perlu dikoreksi adalah nilai koefisien *runoff* (C), hingga hidrograf hasil simulasi

mendekati hidrograf pengukuran atau observasi.

Kalibrasi model pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan debit puncak hasil keluaran model dengan debit puncak aktual di wilayah Kabupaten Lembata. Setelah dibandingkan dicari nilai selisih debit (Q) terkecil, kemudian nilai koefisien *runoff* dikalikan dengan faktor pengali dari selisih nilai debit (Q) terkecil.

Simulasi Model

Simulasi menggunakan SIMODAS bertujuan untuk mendapatkan nilai debit rerata pertahun di masing – masing titik yang berpotensi menjadi sumber air permukaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung debit rerata adalah (Suryaman, 2013) :

dengan : $Q = \text{debit rerata pertahun}$
 (m^3/dtk) , $C = \text{Koefisien runoff}$ ($0 \leq C \leq 1$), $I = \text{Intensitas Hujan}$ (mm/jam), $A = \text{Luas Area}$ (km^2)

Saat melakukan simulasi nilai Koefisien *runoff* yang digunakan dalam simulasi adalah nilai koefisien *runoff* yang sudah dikalibrasi, yaitu koefisien *runoff* yang sudah dikalikan dengan nilai faktor pengali dari hasil kalibrasi model. Hal ini diharapkan nilai debit simulasi mempunyai tingkat kesalahan yang kecil dengan kondisi dilapang.

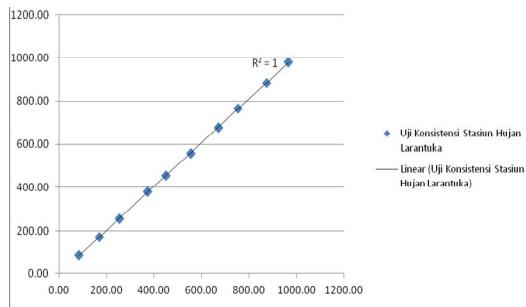
Analisis

Dari hasil simulasi selanjutnya dilakukan analisis. Analisis potensi sumber air permukaan bertujuan untuk mengetahui debit total dari masing-masing titik potensi serta hubungan antara besarnya debit total dengan luas area, koefisien *runoff* dan curah hujan.

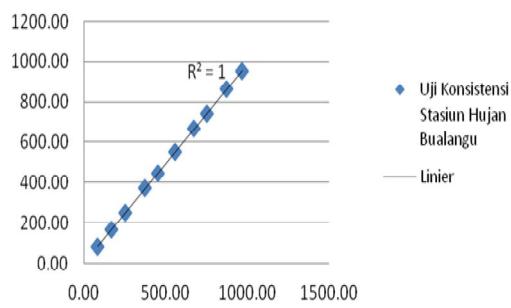
HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Hujan (I)

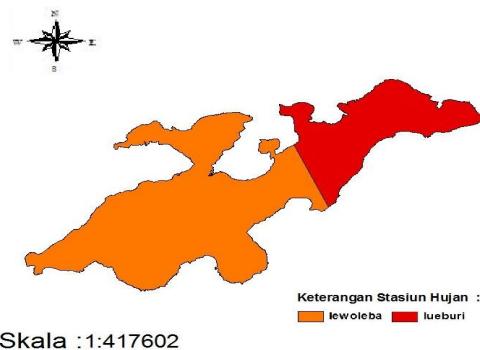
Dari hasil uji konsistensi 2 stasiun di Kabupaten Lembata yaitu stasiun hujan Lewoleba dan stasiun hujan Lueburi, grafik uji konsistensi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Uji Konsistensi Stasiun Hujan Lewoleba



Gambar 2. Uji Konsistensi Stasiun Hujan Lueburi



Dari Gambar 1 dan 2 dapat dilihat bahwa nilai R^2 sama dengan 1 jadi data yang digunakan sangat layak. Setelah dilakukan uji konsistensi selanjutnya adalah mengolah peta stasiun hujan agar didapatkan peta grid sebaran hujan seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Peta grid sebaran hujan

Koefisien Runoff

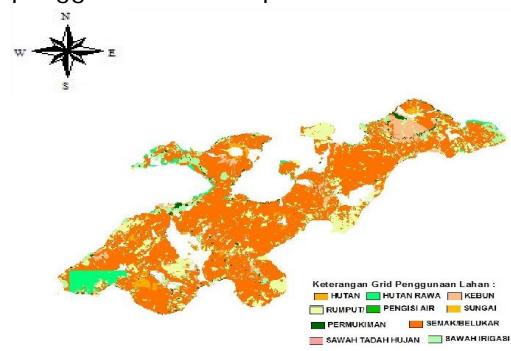
Nilai koefisien runoff pada Kabupaten Lembata untuk proses scoring sesuai dengan penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien runoff

Penggunaan Lahan	Nilai C
Daerah Perdagangan	
* Perkotaan (Down Town)	0.70 - 0.90
* Pinggiran	0.50 - 0.70
Pemukiman	
* Perumahan Satu Keluarga	0.30 - 0.50
* Perumahan Kelompok	0.60 - 0.75
* Daerah Apartemen	0.50 - 0.70
Industri	
* Daerah Industri Ringan	0.50 - 0.80
* Daerah Industri Berat	0.60 - 0.90
Taman, Pekuburan	0.10 - 0.25
Tempat Bermain	0.20 - 0.35
Daerah Stasiun Kereta Api	0.20 - 0.40
Jalan	
* Beraspal	0.70 - 0.95
* Beton	0.80 - 0.95
* Makadam	0.70 - 0.85

Sumber : Kunu 2008

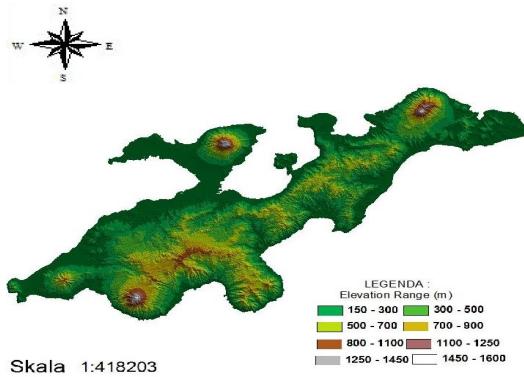
Nilai koefisien runoff pada tabel 1 dimasukkan pada data atribut peta penggunaan lahan Kabupaten Lembata sesuai dengan penggunaan masing lahan-lahan untuk didapatkan peta grid penggunaan lahan seperti Gambar 4.



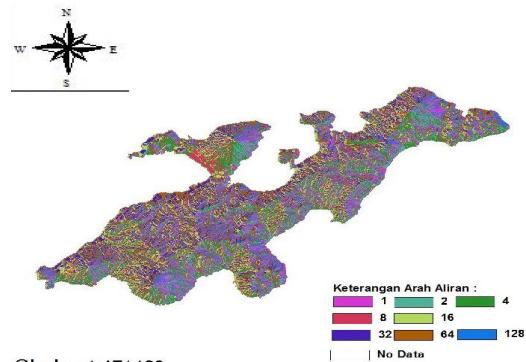
Gambar 4. Peta grid penggunaan Lahan

Catchment Area

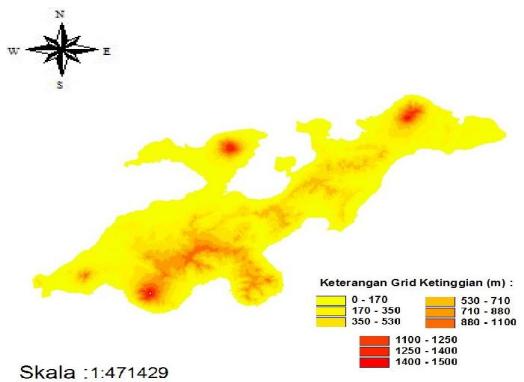
Dari peta topografi diolah menggunakan Arcview 3.3 dan didapatkan peta DEM kemudian didapatkan peta grid ketinggian seperti pada Gambar 5 dan 6.



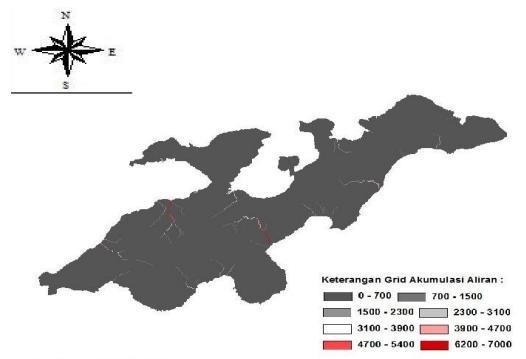
Gambar 5. Peta DEM



Gambar 8. Peta grid Arah Aliran

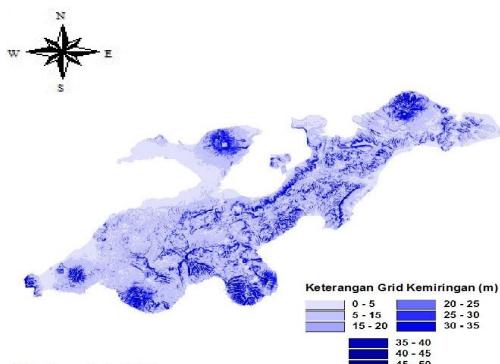


Gambar 6. Peta grid Ketinggian



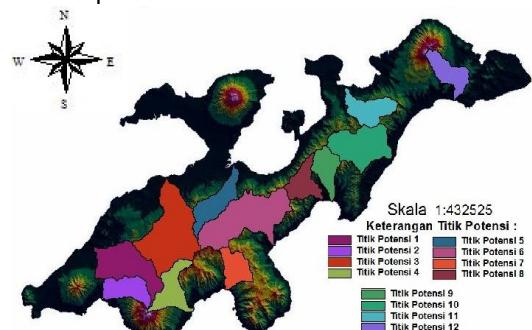
Gambar 9. Peta grid Akumulasi Aliran

Gambar 5 dan 6 digunakan untuk mencari peta grid kemiringan dan peta grid arah aliran yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8. Kemudian diolah untuk mendapatkan peta grid akumulasi aliran seperti pada Gambar 9.



Gambar 7. Peta grid kemiringan

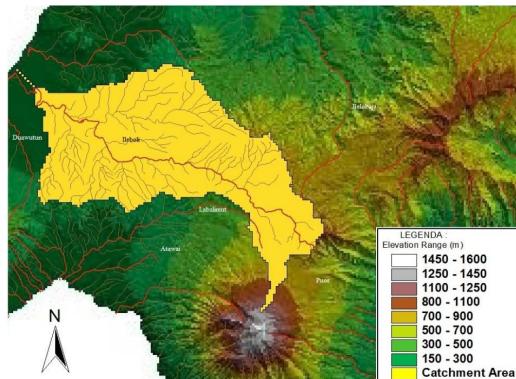
Pada Gambar 9 dapat dilihat beberapa titik yang merupakan akumulasi aliran. Titik-titik akumulasi tersebut merupakan titik yang berpotensi menjadi potensi sumber air permukaan. Dari peta grid akumulasi aliran didapatkan 12 titik area yang berpotensi. Area yang berpotensi menjadi sumber air permukaan dapat dilihat pada Gambar 10.



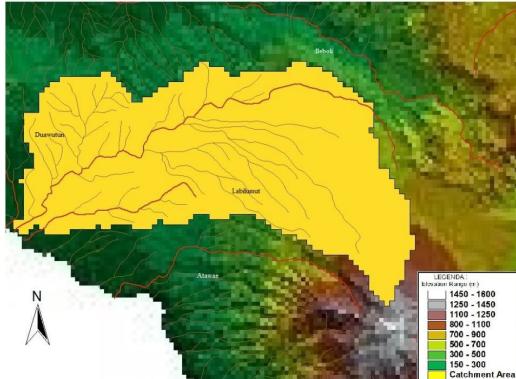
Gambar 10. Peta Lokasi Sumber Air Permukaan

Berdasarkan Gambar 10 luas area untuk area 1 sebesar 43,799 km² terletak

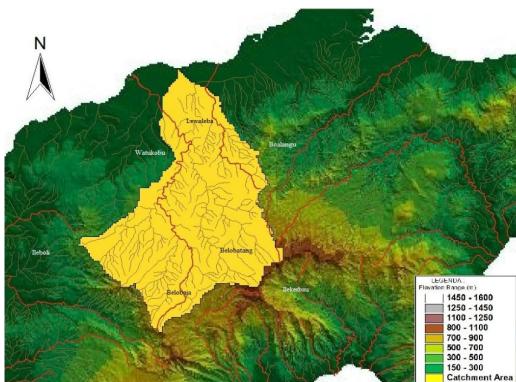
pada Kecamatan Nagawutung, area 2 sebesar 21,97 km² terletak di dua Desa yaitu Desa Atawai dan Labalimut Kecamatan Nagawutung, sedangkan untuk area 3 terletak pada Kecamatan Nagawutung, Atedei dan Nubatukan dengan luas sebesar 70,457 km² yang dapat dilihat pada Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 11. Peta Potensi Area 1

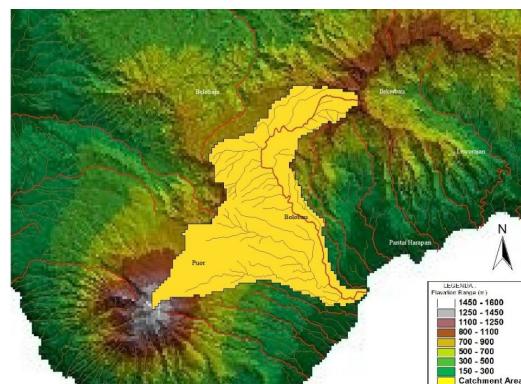


Gambar 12. Peta potensi Area 2



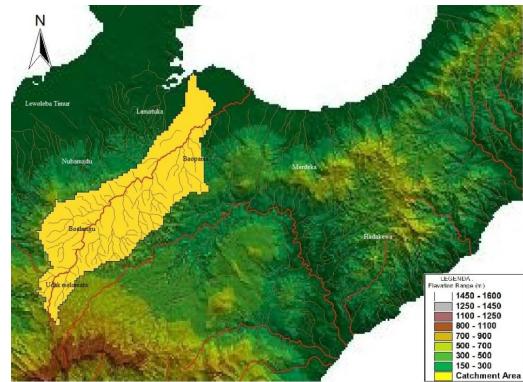
Gambar 13. Peta Potensi Area 3

Untuk area 4 terletak pada Kecamatan Nagawutung dan Wulondini dengan luas sebesar 25,02 km², area 5 sebesar 26,070 km² terletak pada Desa

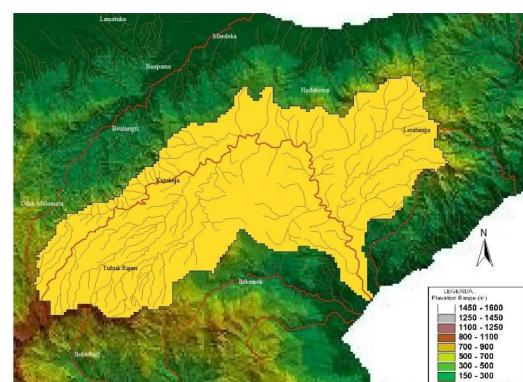


Boalangu, Uduk Melomata dan Baopama, sedangkan area 6 meliputi Desa Tubuk Rajan dan Lerahinga dengan luas sebesar 66,706 km² yang ditampilkan pada Gambar 14, Gambar 15 dan Gambar 16.

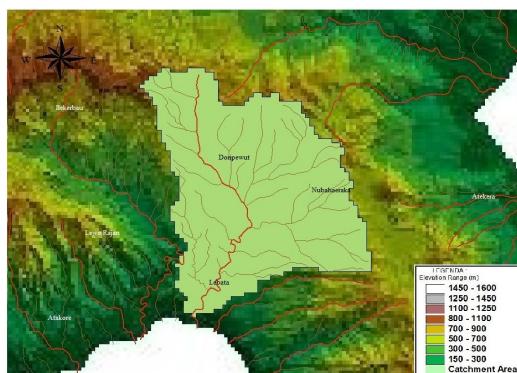
Gambar 14. Peta Potensi Area 4



Gambar 15. Peta Potensi Area 5

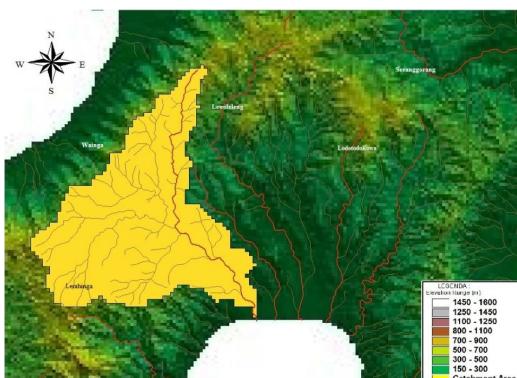


Gambar 16. Peta potensi Area 6

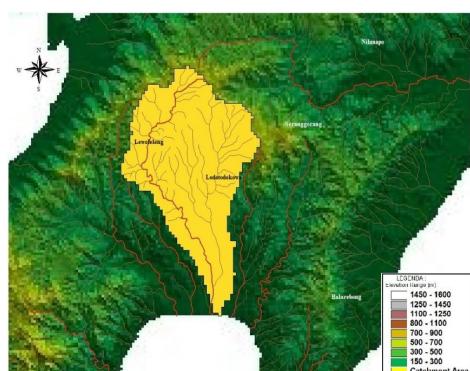


Gambar 17. Peta Potensi Area 7

Area 7 meliputi Desa Nuhahaeraka dan Lebata dengan luas 19,060 km², luas area 8 sebesar 53,327 km² yang meliputi Desa Wainga dan Lerahinga. Untuk area 9 meliputi Desa Lewoleleng dan Lodotodokowa dengan luas area sebesar 19,360 km², ditampilkan pada Gambar 17, Gambar 18 dan Gambar 19.



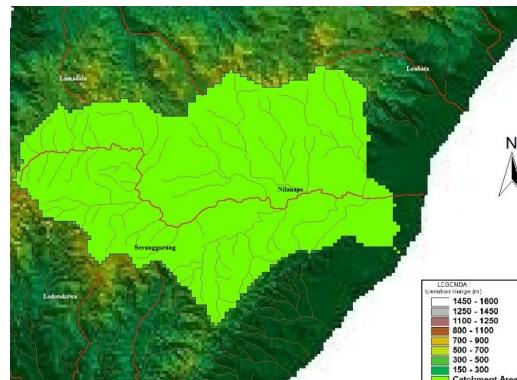
Gambar 18. Peta Potensi Area 8



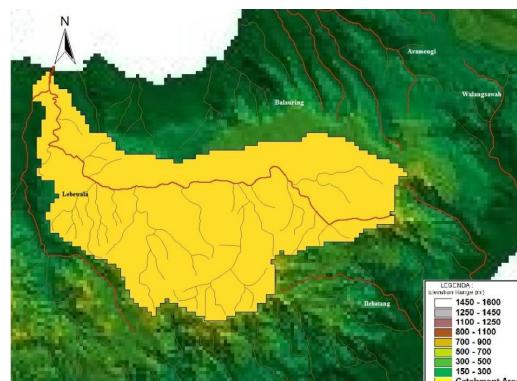
Gambar 19. Peta Potensi Area 9

Luas area 10 sebesar 43,308 km² dengan daerah mencakup Desa Nilanapo dan Desa Seranggorang, area 11 meliputi

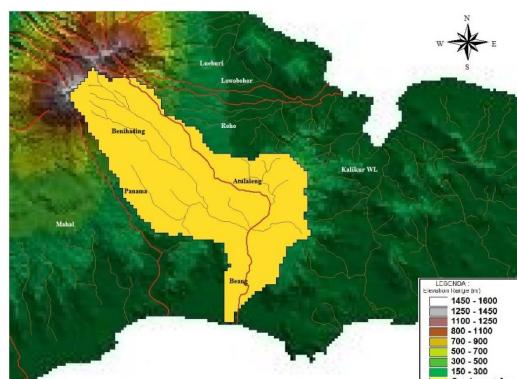
Desa Balauring dan Desa Lebelawa dengan luas area sebesar 34,220 km² sedangkan area 12 sebesar 21,250 km² meliputi Desa Atuleleng, Pajama dan Desa Beang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 20, Gambar 21 dan Gambar 22.



Gambar 20. Peta Potensi Area 10



Gambar 21. Peta Potensi Area 11



Gambar 22. Peta Potensi Area 12

Kalibrasi Model

Hasil dari kalibrasi yang dilakukan didapatkan beberapa nilai debit keluaran model dan faktor pengali yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai faktor pengali C

Faktor Pengali Nilai C	Q Model (m ³ /dtk)	Q Aktual (m ³ /dtk)	Selisih Nilai Q
1,3000	1,091630	1,2000	0,108370
1,3500	1,228081	1,2000	1,028081
1,3300	1,209870	1,2000	0,009870
1,3200	1,202092	1,2000	0,002092
1,3150	1,196230	1,2000	0,003770
1,3180	1,198971	1,2000	0,001029
1,3190	1,199858	1,2000	0,000142
1,3192	1,200026	1,2000	0,000026
1,3193	1,200149	1,2000	0,000149

Pengukuran debit aktual pada Tabel 2 dilakukan di Desa Boalangu Kecamatan Nubatukan dengan nilai debit sebesar 1,2000 m³/dtk. Sedangkan nilai selisih debit terkecil antara debit aktual dengan debit keluaran model sebesar 0,000026 dengan faktor pengali 1,3192. Hal ini berarti nilai pengali yang digunakan untuk mengalikan nilai koefisien runoff yang digunakan saat simulasi adalah 1,3192. Proses kalibrasi bertujuan untuk mendapatkan nilai Q yang mendekati kebenaran sehingga nilai C setelah dikalibrasi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai C setelah dikalibrasi

Penggunaan Lahan	Nilai C
Daerah Perdagangan	
* Perkotaan (Down Town)	0.92 – 1.18
* Pinggiran	0.66 – 0.92
Pemukiman	
* Perumahan Satu Keluarga	0.39 – 0.66
* Perumahan Kelompok	0.79 – 0.99
* Daerah Apartemen	0.66 – 0.92
Industri	
* Daerah Industri Ringan	0.66 – 1.05
* Daerah Industri Berat	0.79 – 1.18
Taman, Pekuburan	0.13 – 0.33
Tempat Bermain	0.26 - 0.33
Daerah Stasiun Kereta Api	0.26 – 0.53
Jalan	
* Beraspal	0.92 – 1.25
* Beton	1.05 – 1.25
* Makadam	0.92 – 1.18

Simulasi Model

Berdasarkan hasil simulasi model yang dilakukan didapatkan 12 catchment area dengan nilai koefisien runoff yang sudah dikalibrasi. Dari 12 catchment area yang berpotensi didapatkan nilai debit total yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai debit hasil simulas

Titik – Titik Potensi	Luas Area (km ²)	Debit Total (m ³ /detik)
Area 1	43,799	4,039
Area 2	21,970	1,534
Area 3	70,457	4,919
Area 4	25,02	3,158
Area 5	26,070	2,310
Area 6	66,706	6,768
Area 7	19,060	1,783
Area 8	53,327	3,251
Area 9	19,360	1,892
Area 10	43,308	3,785
Area 11	34,220	3,262
Area 12	21,250	1,920

Analisi Potensi Sumber Air Permukaan

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan SIMODAS yang ditunjukkan pada Tabel 3 dapat kita ketahui bahwa potensi terbesar terdapat pada titik area 6 dengan 66,706 km² dan debit totalnya 6,768 m³/detik, sedangkan potensi terendahnya terdapat pada titik area 2 dengan luas area sebesar 21,970 km² dan debitnya sebesar 1,534 m³/detik. Jadi dapat disimpulkan debit berbanding lurus dengan luas area hal ini sudah sesuai dengan rumus debit andalan bahwa debit berbanding lurus dengan luas area, koefisien runoff dan intensitas hujan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan potensi sumber air permukaan Kabupaten Lembata Provinsi Nusa Tenggara Timur yaitu untuk titik potensi 1 sampai potensi 12 secara berurutan yaitu sebesar 116,805 m³/detik, 88,474 m³/detik, 88,413 m³/detik, 159,888 m³/detik, 112,231 m³/detik, 128,499 m³/detik, 118,513/m³detik, 77,208m³/detik, 123,773 m³/detik, 110,711 m³/detik, 120,736 m³/detik, dan 114,445 m³/ detik

Nilai kesalahan potensi sumber air permukaan menggunakan simulasi SIMODAS yaitu 0,00000021 %. Besar

kecilnya debit dipengaruhi oleh luas area (A) bukan dipengaruhi oleh bentuk DAS, sehingga debit berbanding lurus dengan lalu area (A).

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, I Gusti Ayu. 2014. *Peningkatan Penyediaan Air Bersih Perpipaan Kota Bandung Dengan Pendekatan Pemodelan Dinamika Sistem*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota A SAPPK V1N1.
- Kunu, P.J. 2008. *Efek Perubahan Penggunaan Lahan Di DAS Ciliwung Terhadap Aliran Permukaan*. Jurnal Budidaya Pertanian 4:94-102.
- Rahadjo, P Nugro. 2008. *Masalah Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Tiga Desa Di Kabupaten Ende*. JAI Vol.4, No.1
- Suripto. 2011. *Analisis Potensi Dan Pemanfaatan Air Waduk Cipancuh Di Kabupaten Indramayu*. Politeknologi Vol.10 No1.
- Suryaman, Heri. 2013. *Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo*. Jurnal Penelitian Volume 02 Nomor 2.
- Sutan Haji, A T. 2005. *Integrasi Model Hidrologi Sebar Keruangan dan Sistem Informasi Geografis untuk Program Banjir Daerah Aliran Sungai Desertasi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung