

Analisis Indeks Kerentanan Tanah Longsor

Pendahuluan

Analisis Daerah Aliran Sungai (DAS) berbasis Digital Elevation Model (DEM) merupakan pendekatan utama dalam memahami pola aliran air di suatu wilayah. DEM sebagai representasi digital permukaan bumi, menjadi dasar dalam pemetaan hidrologi untuk mengekstrak jaringan drainase, menentukan batas DAS, dan memahami pola aliran sungai.

Tahapan utama dalam pengolahan data DEM untuk analisis DAS, yaitu:

1. Pra-Pengolahan DEM

- Reproyeksi DEM: Mengubah sistem proyeksi data DEM menjadi UTM agar dapat menghitung setiap parameter dalam satuan meter.
- Fill Sinks: Mengisi depresi atau kesalahan nilai elevasi dalam DEM untuk memastikan kontinuitas aliran air.

2. Ekstraksi Jaringan Drainase

- Flow Direction: Menentukan arah aliran air berdasarkan perbedaan elevasi antar piksel.
- Flow Accumulation: Menghitung jumlah air yang mengalir ke setiap piksel untuk mengidentifikasi jalur drainase utama.

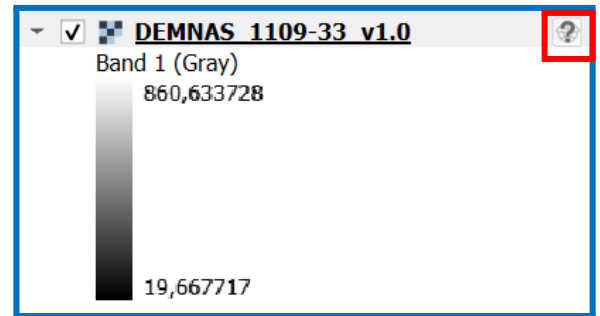
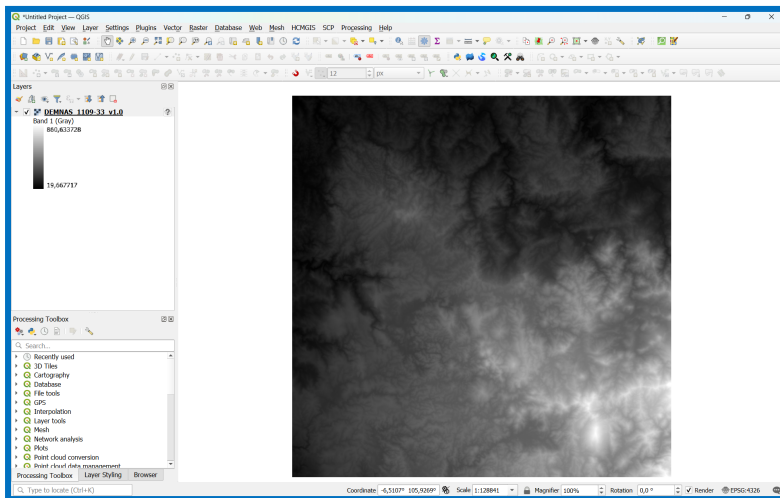
3. Penentuan Jaringan Sungai

- Flow Accumulation Thresholding: Menentukan nilai ambang batas untuk mengidentifikasi jaringan sungai dari hasil akumulasi aliran.
- Strahler's Order: Memberikan klasifikasi tingkatan sungai berdasarkan percabangan aliran.

4. Delineasi DAS

- Penentuan Titik Outlet: Menentukan titik keluaran aliran sungai untuk mendelineasi batas DAS.
- Pembuatan Poligon DAS: Menghasilkan batas wilayah DAS berdasarkan titik outlet dan arah aliran.

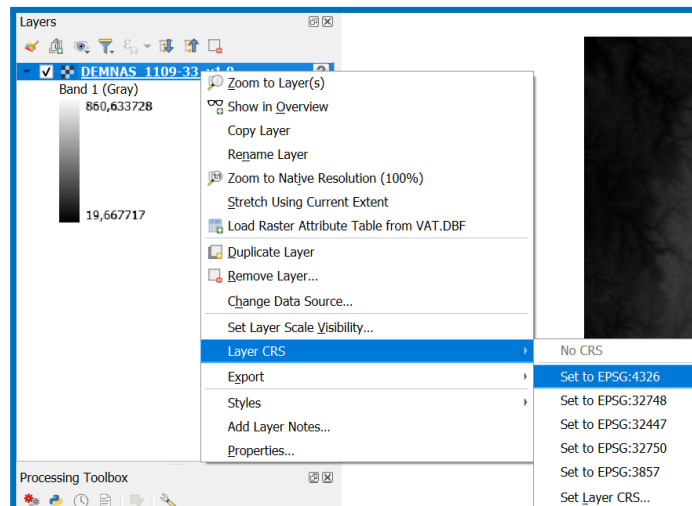
A. Pra-pengolahan Data DEM (Set Layer CRS)



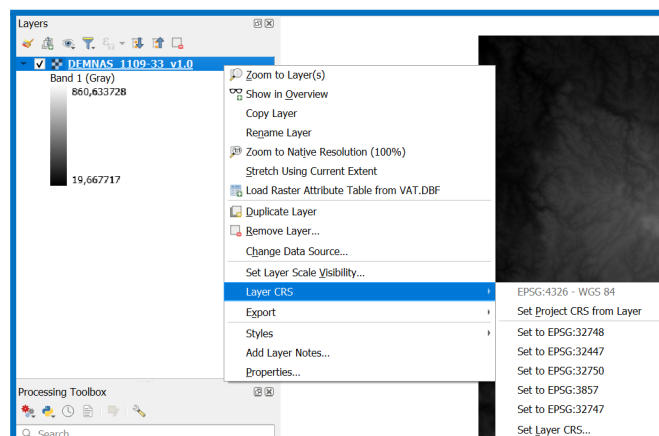
Tanda “?” menunjukkan bahwa DEM belum memiliki sistem proyeksi



Input data DEMNAS (.tif) ke dalam QGIS



Klik kanan pada layer DEM > Klik Layer CRS > Atur sistem proyeksi (CRS) menjadi **EPSG:4326** (GCS WGS 1984)

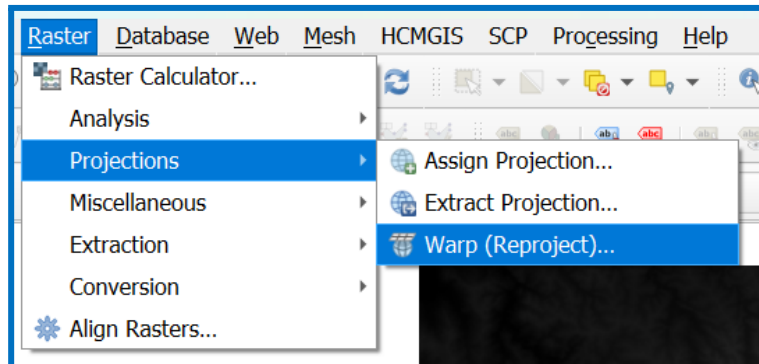


Disusun dan disetujui oleh **Nusantara Geosains Institut**

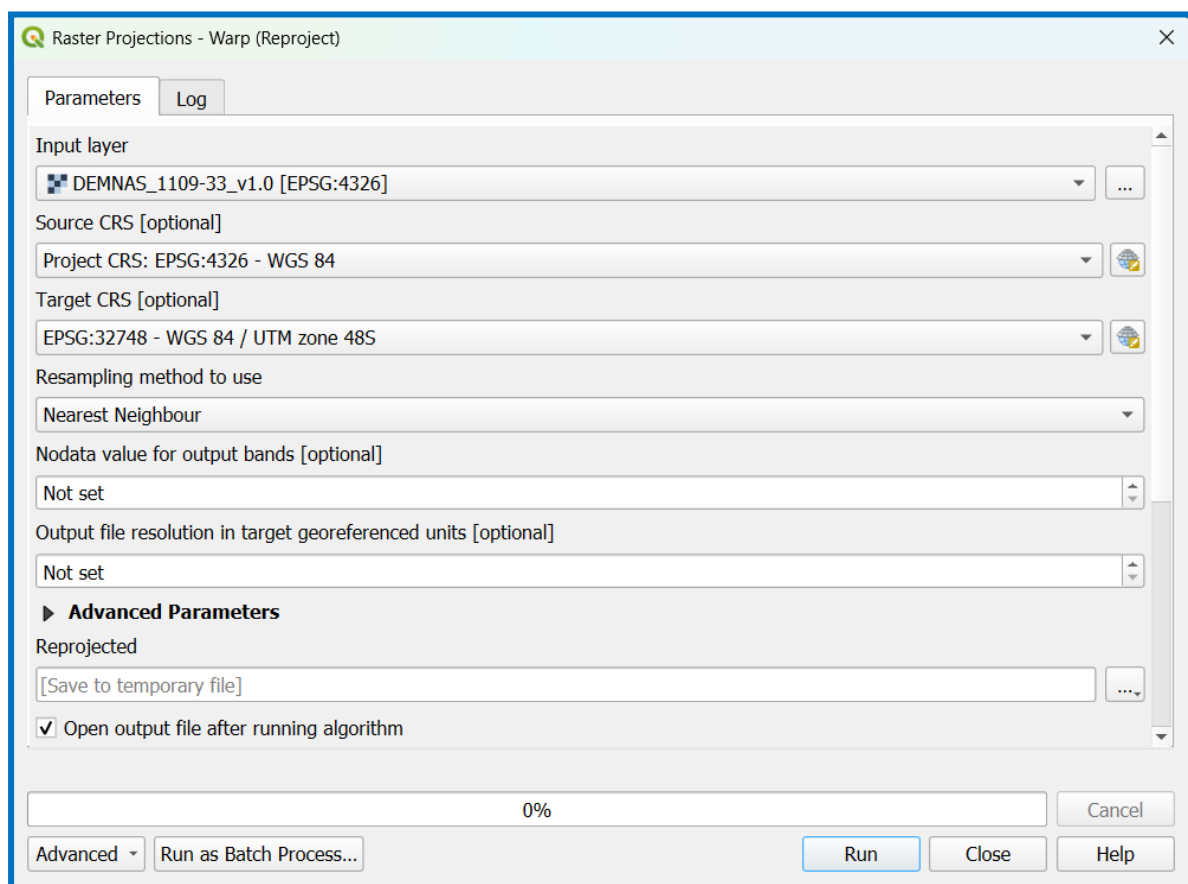
Apabila ditemukan kesalahan informasi dalam dokumen ini, harap menghubungi kami melalui email: nqi@ecobes.id | HP: [+62 851-2102-9441](tel:+6285121029441) (Whatsapp).

Hasilnya : Tanda “?” pada layer DEM hilang, dan CRS data DEM menjadi **EPSG:4326** atau GCS WGS 1984

A. Pra-pengolahan Data DEM (Reproyeksi ke UTM)



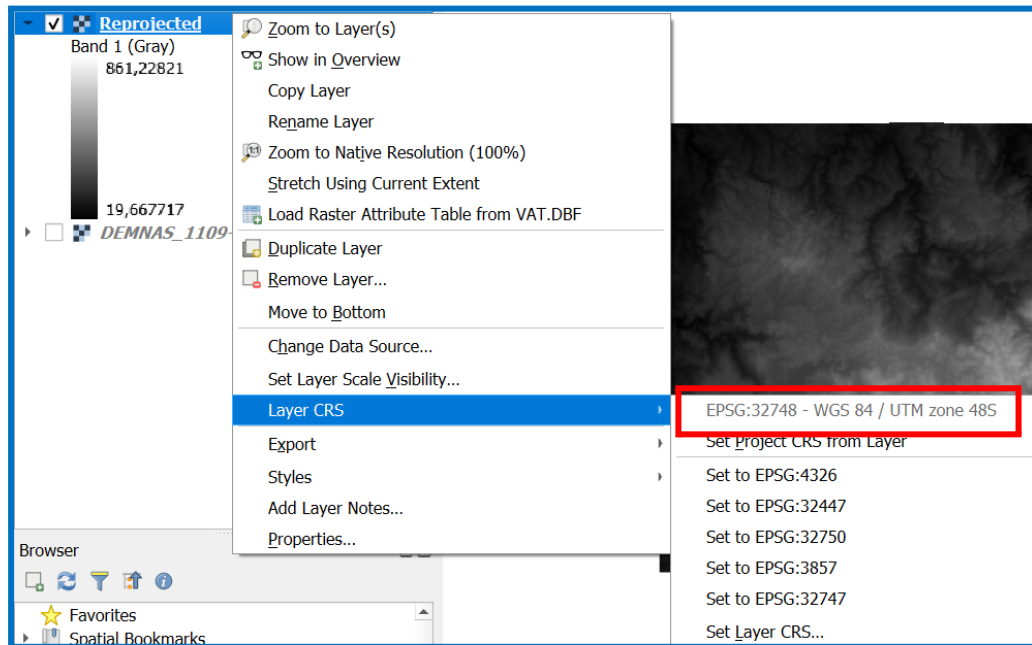
Klik **Raster** pada menu bar > **Projections** > Klik **Warp (Reproject)**



Atur **Input layer** dengan DEM > Atur **Source CRS** dengan EPSG:4326 - WGS 84 > Atur Target CRS menjadi UTM (Sesuaikan dengan UTM Zone di lokasi Anda) – DEM saya ada di wilayah Banten, saya menggunakan **EPSG:32748 - WGS 84 / UTM Zone 48S** > Sisanya *default* saja

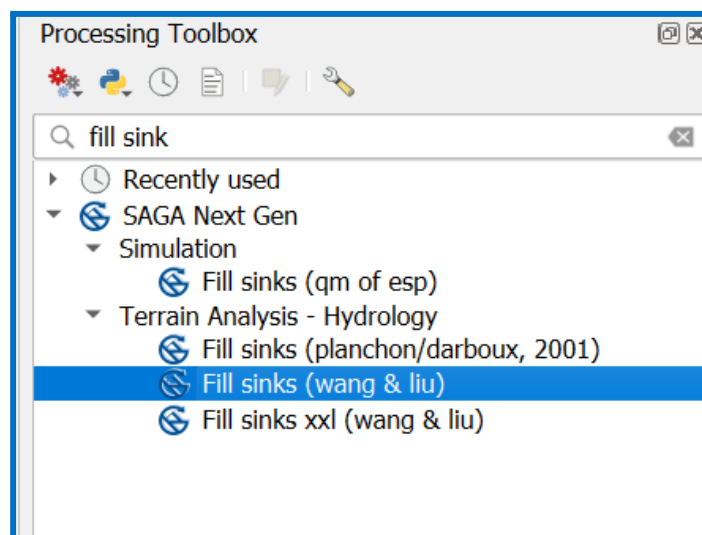
Output file biarkan tetap **[Save to temporary file]** saja > Klik **Run**

*Untuk melihat data DEM Anda berada di UTM Zone apa, dapat dilihat di website ini :
[Zona UTM \(Universal Transverse Mercator\) Indonesia - inspeksi](#)

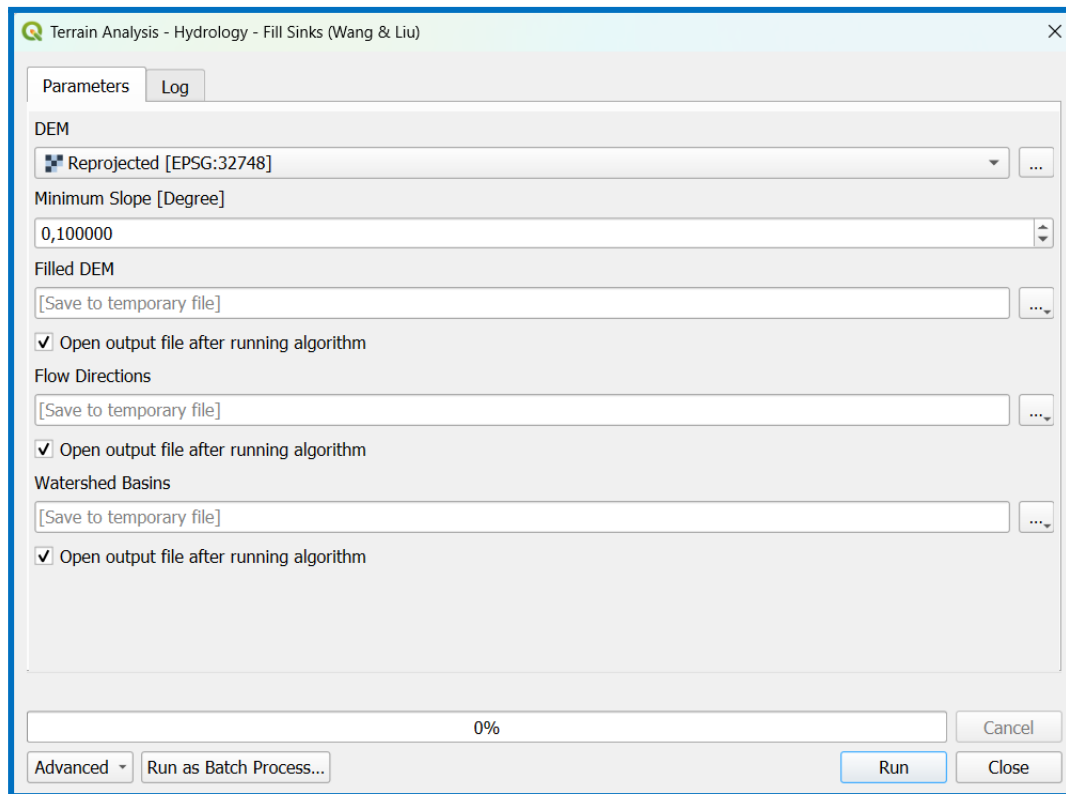


Hasilnya data DEM sudah direproyeksi menjadi UTM

A. Pra-pengolahan Data DEM (Fill Sinks)

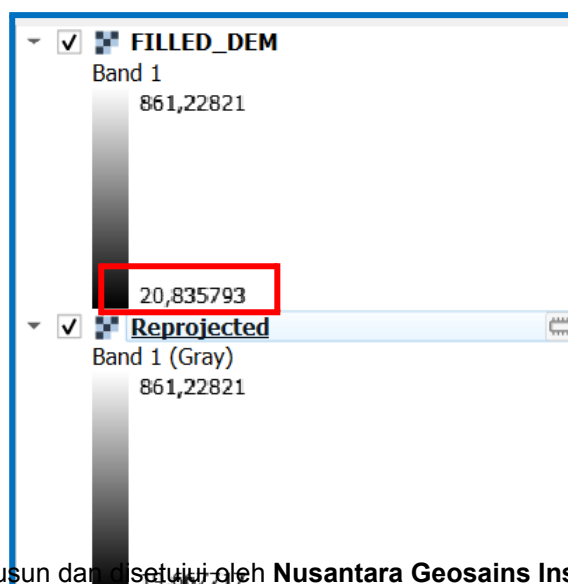


Pada Processing Toolbox, cari "Fill Sinks" > Pilih **Fill sinks (Wang & Liu)**



Masukkan data DEM hasil reproyeksi (UTM) ke parameter **DEM** > Parameter **Minimum Slope** dibiarkan *default* saja > *Unchecklist* atau hilangkan tanda “✓” pada output file Flow Directions dan Watershed Basins karena kita hanya menginginkan output **Filled DEM** saja > Atur output file dari Filled DEM > Klik **Run**

*Parameter **Minimum Slope [Degree]** menunjukkan seberapa kecil atau minimal kemiringan lereng (*slope*) sebagai batas atas dari elevasi yang “dianggap” error (*sink*). Artinya, jika terdapat piksel dengan nilai *slope* dibawah 0.1 derajat, maka seluruh piksel tersebut akan “ditambahkan” nilai elevasinya.



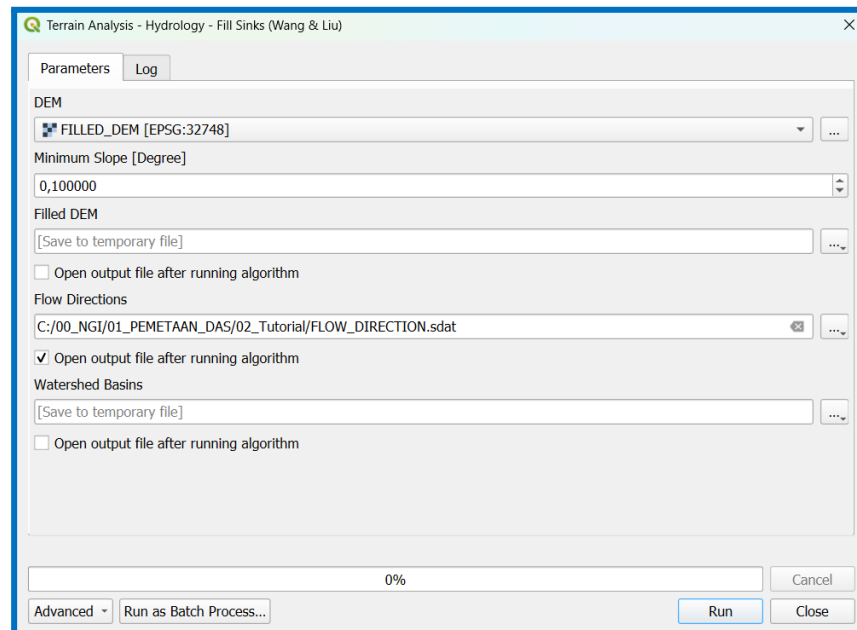
Disusun dan disetujui oleh **Nusantara Geosains Institut**

Apabila ditemukan kesalahan informasi dalam dokumen ini, harap menghubungi kami melalui email: nqi@ecobes.id | HP: [+62 851-2102-9441](tel:+6285121029441) (Whatsapp).

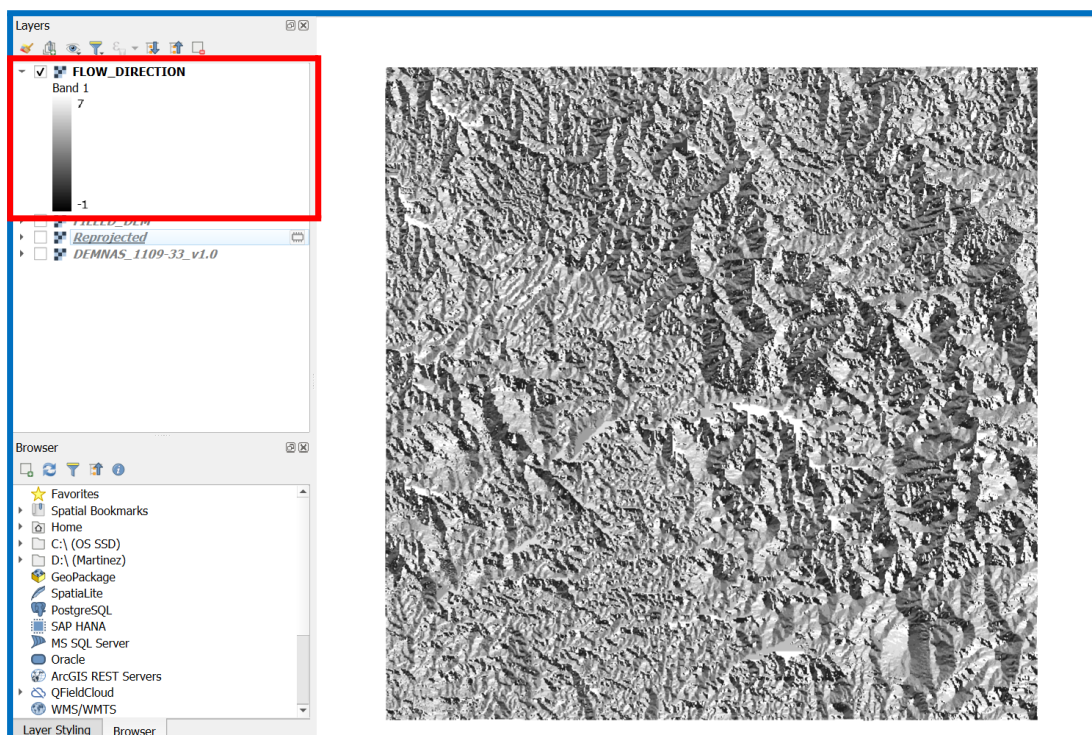


Hasil akhirnya akan seperti ini. Terdapat perubahan nilai elevasi terendah dari data DEM.

B. Ekstraksi Jaringan Drainase (Flow Direction)



Gunakan tools **Fill Sinks (Wang & Liu)** kembali > Input layer “FILLED_DEM” sebagai data utama DEM > *Unchecklist* output file dari Filled DEM dan Watershed Basins, cukup checklist **Flow Directions** > Atur file penyimpanan Anda > Klik **Run**



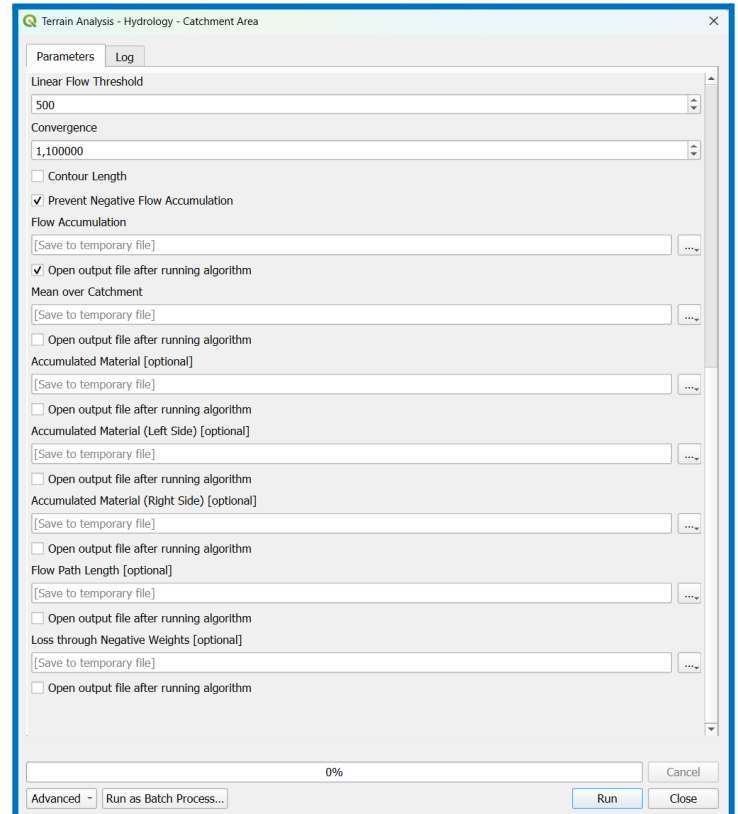
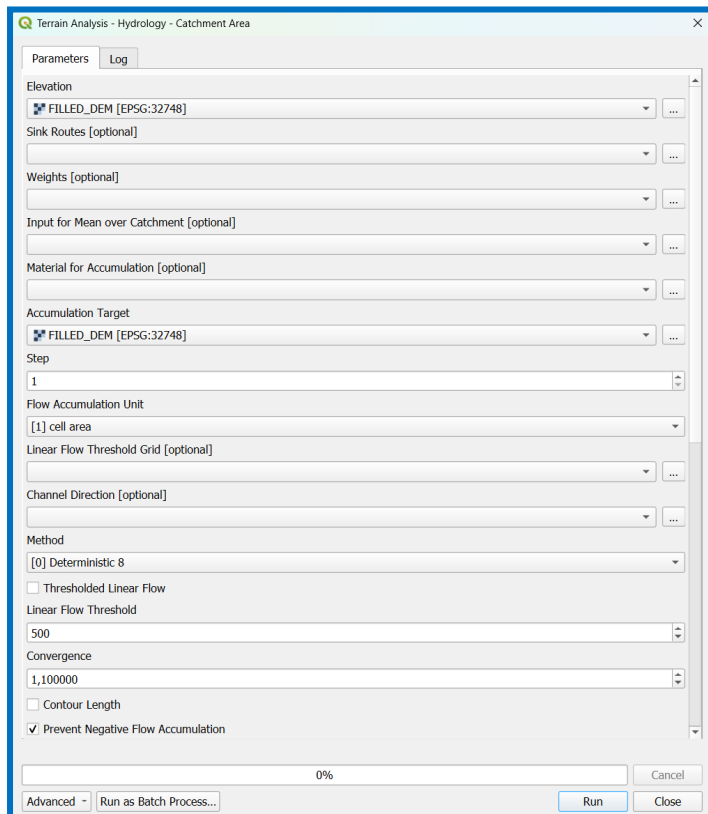
Disusun dan disetujui oleh **Nusantara Geosains Institut**

Apabila ditemukan kesalahan informasi dalam dokumen ini, harap menghubungi kami melalui email: nqi@ecobes.id | HP: [+62 851-2102-9441](tel:+6285121029441) (Whatsapp).

Hasilnya seperti ini. Nilai -1 sampai 7 menunjukkan orientasi dari aliran air. Nilai tersebut dapat direklasifikasi menjadi : | -1 (no data) | 0 → 1 | 1 → 2 | 2 → 4 | 3 → 8 | 4 → 16 | 5 → 32 | 6 → 64 | 7 → 128 |

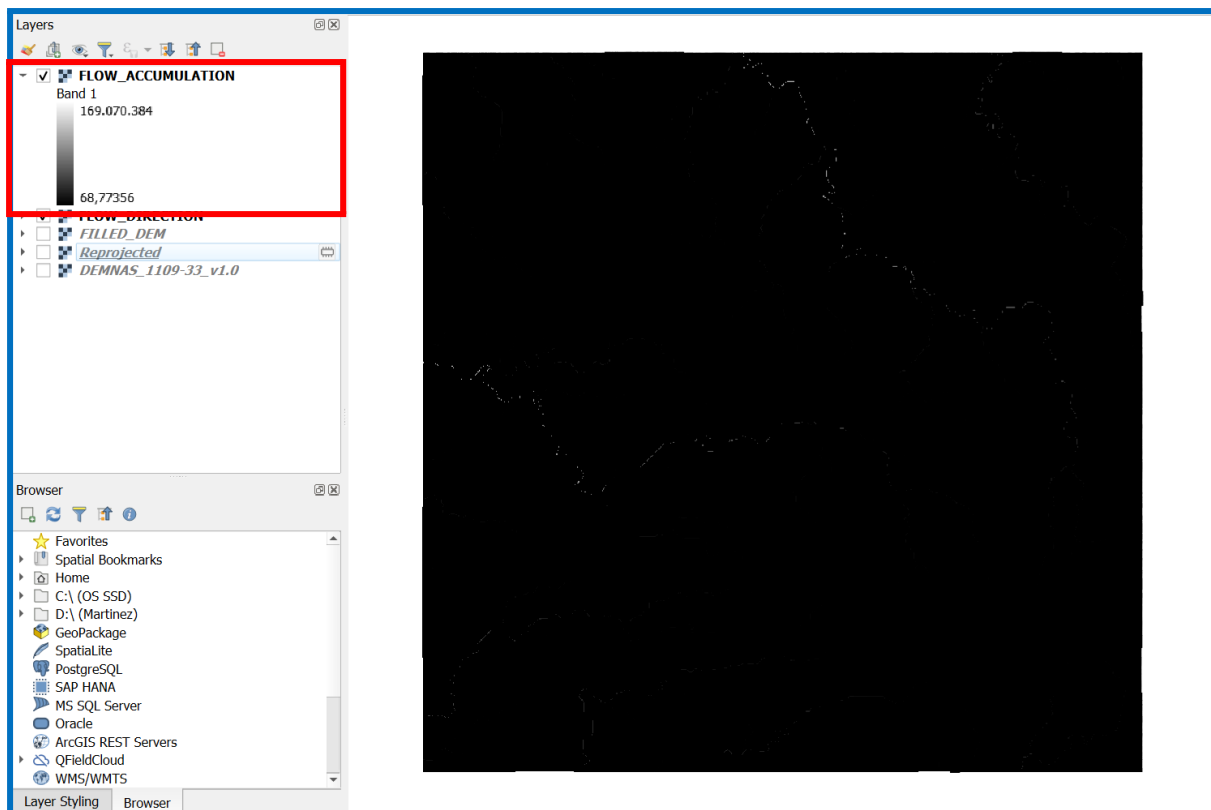
*Ingat kembali algoritma **Deterministic 8 (D8)**

B. Ekstraksi Jaringan Drainase (Flow Accumulation)

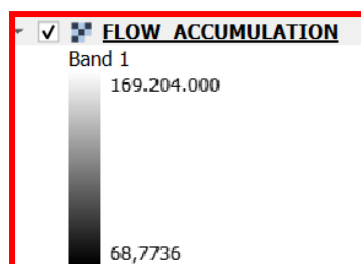


Cari tools **Catchment Area** pada Processing Toolbox, jangan pilih tools **Catchment Area (flow tracing) atau (recursive)** > Masukkan layer "FILLED_DEM" ke parameter **Elevation** dan **Accumulation Target** > Biarkan parameter lain *by default* saja > **Unchecklist** seluruh output file parameter kecuali output **Flow Accumulation** > Atur file penyimpanan > Klik **Run**

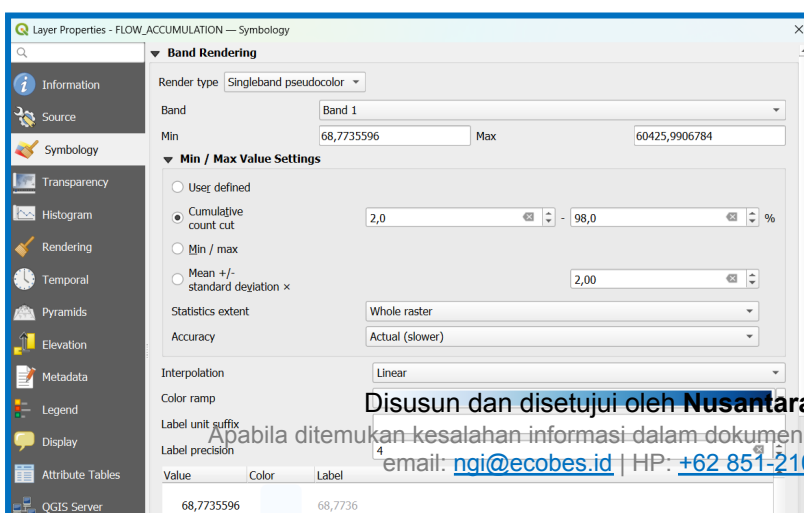




Hasil akhirnya seperti ini. Anda dapat mengatur pada simbologi layer untuk melihat hasilnya lebih jelas lagi.



- Nilai minimum = 68.7736 → Menunjukkan terdapat piksel dengan akumulasi aliran yang paling kecil.
- Nilai maksimum = 169,204,000 → Menunjukkan terdapat piksel dengan akumulasi aliran yang mengarah ke piksel tersebut hingga mencapai nilai maksimum.
- Berdasarkan teori, nilai maksimum akan menunjukkan sungai yang sesungguhnya. Sementara nilai minimum, hanya menunjukkan area tangkapan air saja (*catchment area*) bukan sungai sesungguhnya.



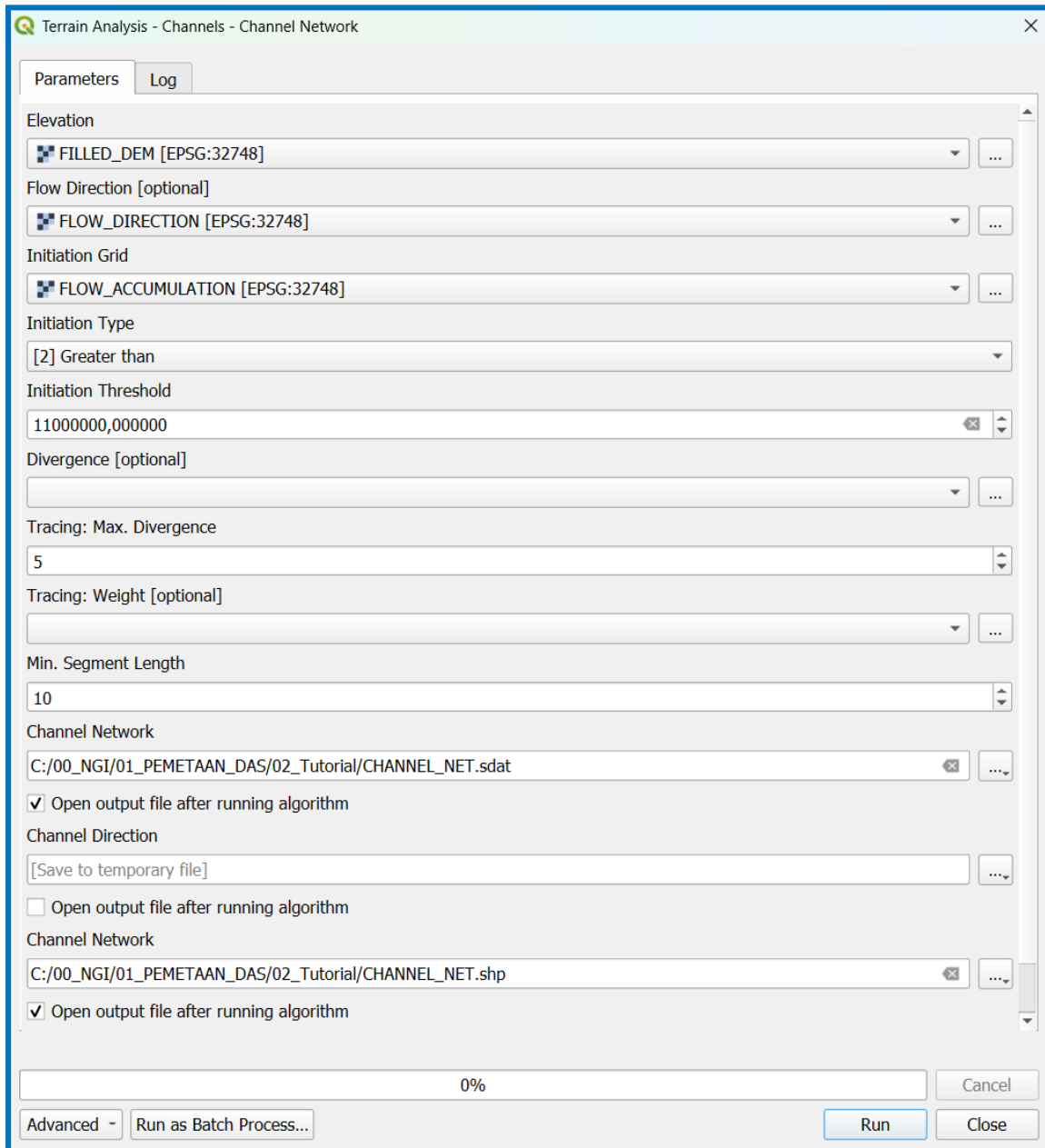
Jika Anda merubah simbologi layer ini menjadi seperti gambar di samping, menggunakan Cumulative count cut (2-98%), maka Anda dapat melihat hasil *flow accumulation* yang lebih jelas. Seperti di bawah ini. **Ini hanya visualisasi*



Disusun dan disetujui oleh Nusantara Geosains Institut

Apabila ditemukan kesalahan informasi dalam dokumen ini, harap menghubungi kami melalui email: nqi@ecobes.id | HP: +62 851-2102-9441 (Whatsapp).

C. Penentuan Jaringan Sungai (Flow Accumulation Thresholding)

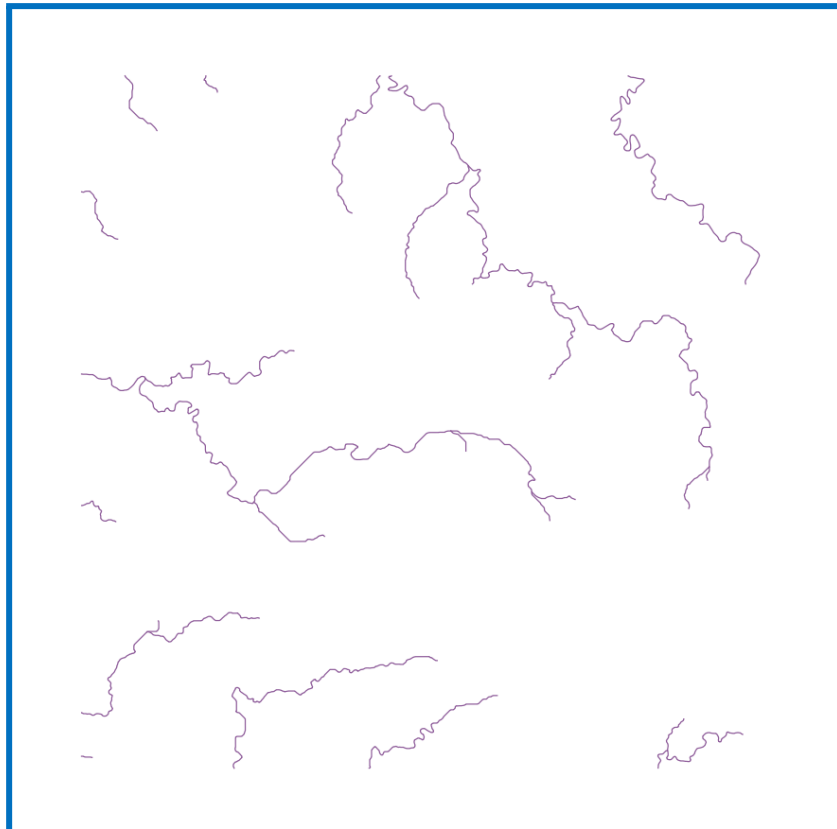


The screenshot shows the 'Terrain Analysis - Channels - Channel Network' dialog box. The 'Parameters' tab is active. The 'Elevation' dropdown is set to 'FILLED_DEM [EPSG:32748]'. The 'Flow Direction [optional]' dropdown is set to 'FLOW_DIRECTION [EPSG:32748]'. The 'Initiation Grid' dropdown is set to 'FLOW_ACCUMULATION [EPSG:32748]'. The 'Initiation Type' is set to '[2] Greater than'. The 'Initiation Threshold' is set to '11000000,000000'. The 'Divergence [optional]' dropdown is empty. The 'Tracing: Max. Divergence' is set to '5'. The 'Tracing: Weight [optional]' dropdown is empty. The 'Min. Segment Length' is set to '10'. The 'Channel Network' dropdown is set to 'C:/00_NGI/01_PEMETAAN_DAS/02_Tutorial/CHANNEL_NET.sdat'. The checkbox 'Open output file after running algorithm' is checked. The 'Channel Direction' dropdown is set to '[Save to temporary file]'. The checkbox 'Open output file after running algorithm' is unchecked. The 'Channel Network' dropdown is set to 'C:/00_NGI/01_PEMETAAN_DAS/02_Tutorial/CHANNEL_NET.shp'. The checkbox 'Open output file after running algorithm' is checked. The progress bar shows '0%'. The 'Run' button is highlighted.

Cari tools **Channel network** pada Processing Toolbox > Input layer “FILLED_DEM” pada parameter **Elevation** > Input layer “FLOW_DIRECTION” pada **Flow Direction** > Input “FLOW_ACCUMULATION” pada **Initiation Grid**.

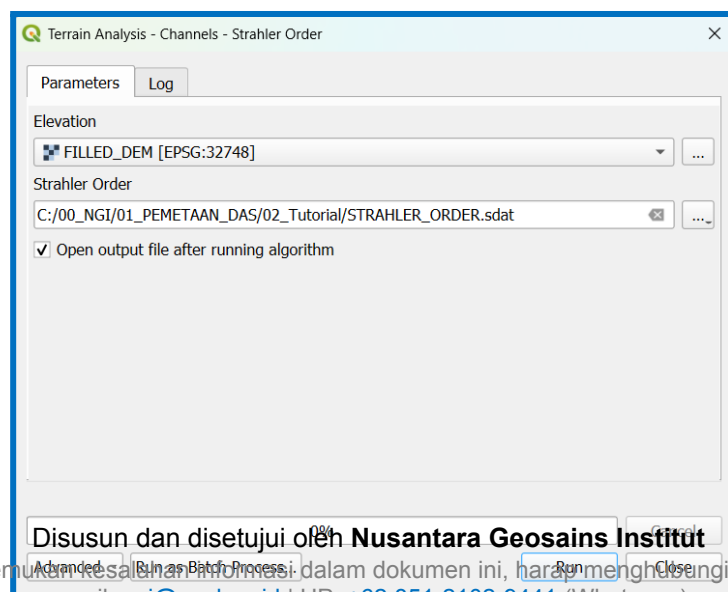
Pilih **[2] Greater than** pada parameter **Initiation Type** > Atur **Initiation Threshold** sesuai hasil perhitungan threshold : $\text{Luas Area} / \text{Luas resolusi piksel} > \text{Parameter lain default saja}$ > Atur output pada **Channel Network** (atas dan bawah), tidak perlu Channel Direction. Output pertama akan menghasilkan jaringan sungai dalam bentuk raster, sementara output kedua dalam bentuk vektor (shapefile) > Klik **Run**

*Tujuan tools ini adalah membuat jaringan sungai dengan menghitung nilai piksel dari **Flow Accumulation** yang lebih besar dari (*greater than*) threshold nya.

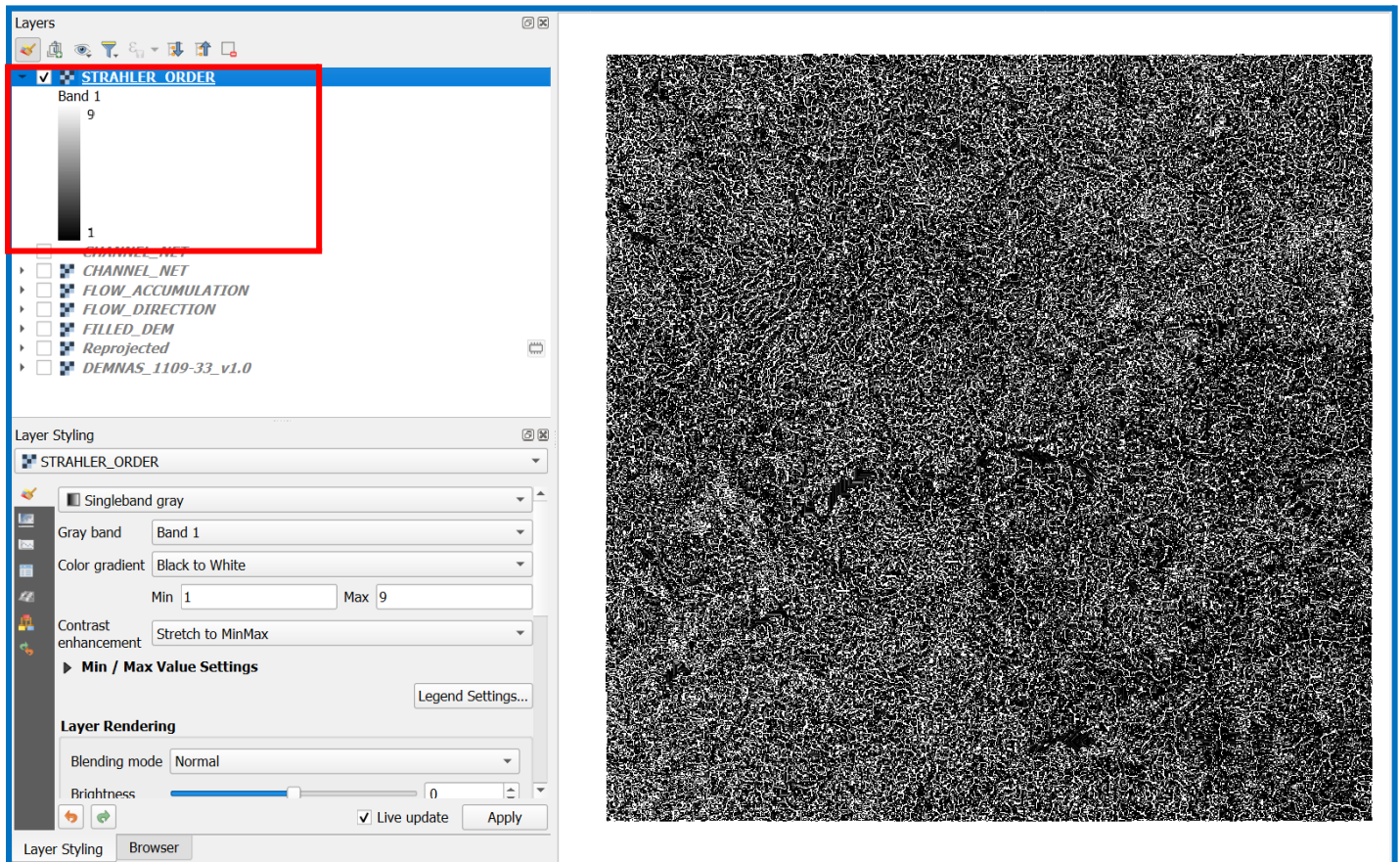


Berikut adalah jaringan sungai hasil perhitungan menggunakan **Flow Accumulation Thresholding**

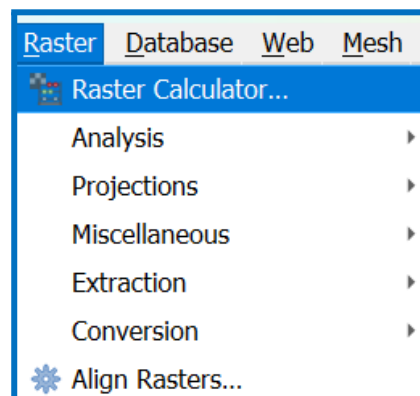
C. Penentuan Jaringan Sungai (Strahler's Order)



Cari tools **Strahler Order** pada Processing Toolbox > Masukkan “FILLED_DEM” sebagai input parameter **Elevation** > Atur output file penyimpanan > Klik **Run**

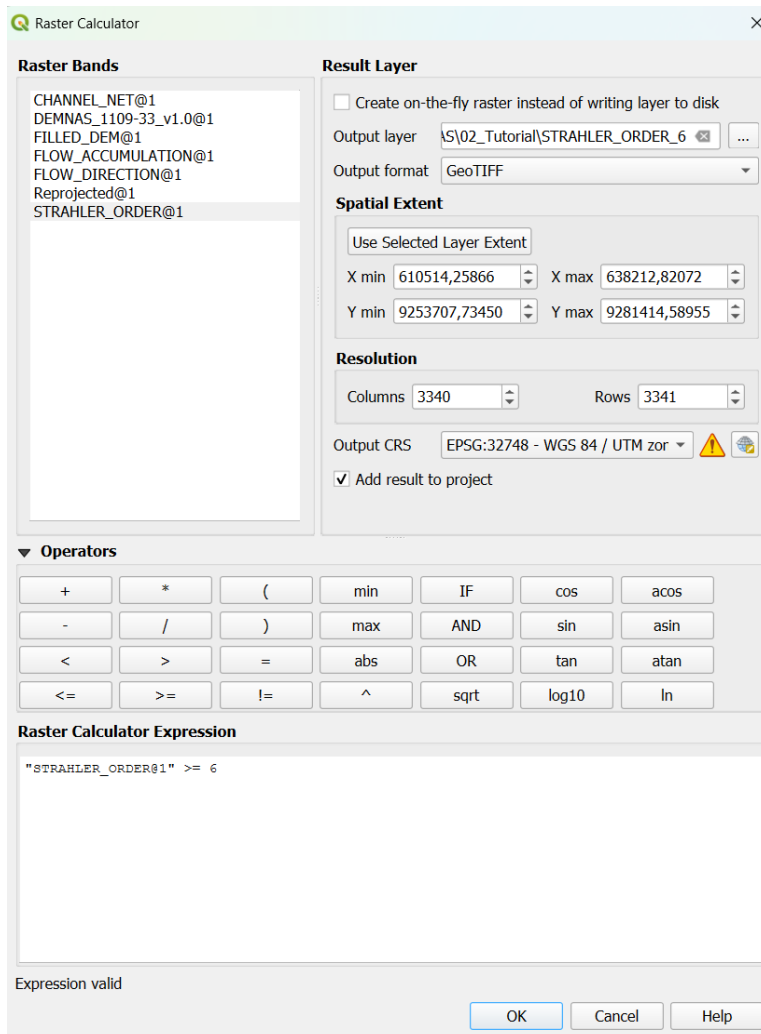


Berikut adalah hasil dari Strahler Order. Nilai 1 - 9 menunjukkan rentang nilai dari order jaringan sungai.



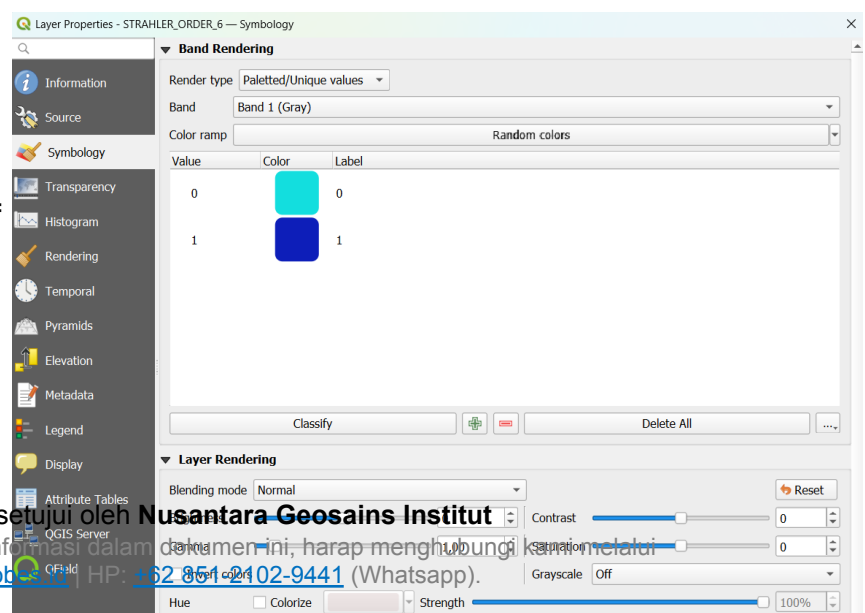
Gunakan **Raster Calculator** pada menu bar **Raster**.

Untuk menentukan batas/threshold ordo jaringan yang digunakan sebagai penentuan jaringan sungai



- Double klik pada “STRAHLER_ORDER@1” yang ada pada list **Raster Bands** untuk dimasukkan ke **Raster Calculator Expression**
- Klik tanda “>= ” atau lebih dari sama dengan.
- Input threshold yang Anda inginkan sebagai batas bawah penentu Strahler Order. Sesuaikan dengan hasil ordo Anda. Dalam kasus saya (1-9), maka saya mengambil batas bawah 6.
- Artinya, ordo jaringan 6 ke atas akan dianggap sebagai jaringan sungai, sementara 5 ke bawah tidak akan dianggap jaringan sungai.
- Tidak ada acuan pasti dalam penentuan threshold ini, perlu dilakukan *trial and error* untuk melihat hasil jaringan yang paling sesuai dengan kebutuhan Anda.
- Setelah memasukkan *expression*, atur output layer pada file Anda > Sisanya cukup *default* > Klik **OK**

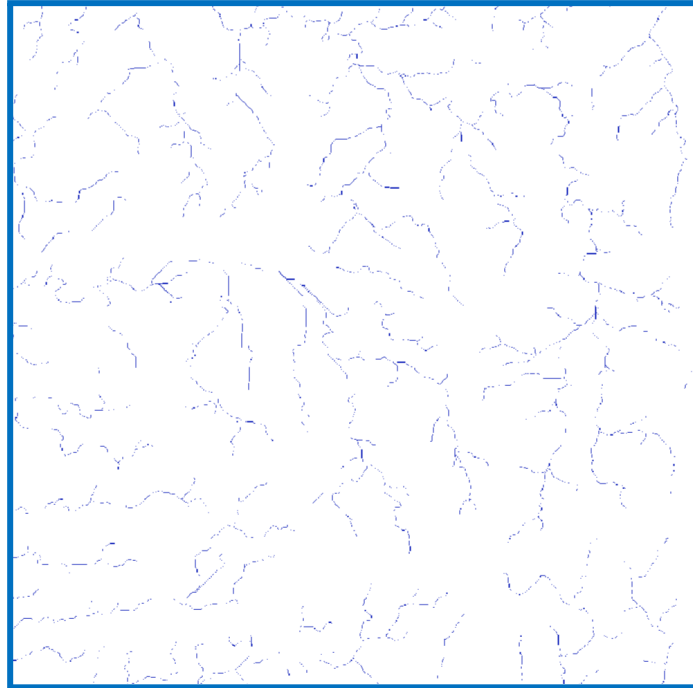
- Hasil yang muncul akan masih sama. Anda perlu mengubah simbologi nya agar terlihat perbedaannya.
- Masuk ke Properties layer hasil **Raster Calculator** (Strahler Order >= 6) > Symbology > Atur Render type menjadi **Paletted/Unique values**.



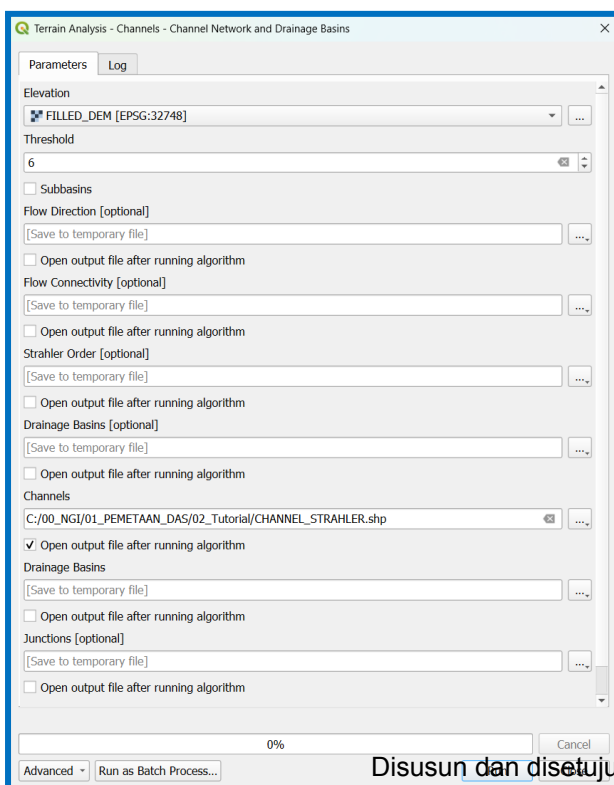
Disusun dan disetujui oleh **Nusantara Geosains Institut**

Apabila ditemukan kesalahan informasi dalam dokumen ini, harap menghubungi kami melalui email: ngi@ecobos.id HP: [0851-2402-9441](tel:0851-2402-9441) (Whatsapp).

- Klik **Classify** > Muncul 2 nilai, 0 dan 1 → Nilai 0 adalah ordo jaringan di bawah 6, nilai adalah jaringan sungai (ordo ≥ 6).
- Hilangkan kelas value 0, cukup gunakan value 1 saja > Klik **Apply** > Klik **OK**



Berikut adalah hasil dari Strahler's Order dengan nilai ordo sekarang adalah 6 - 9.



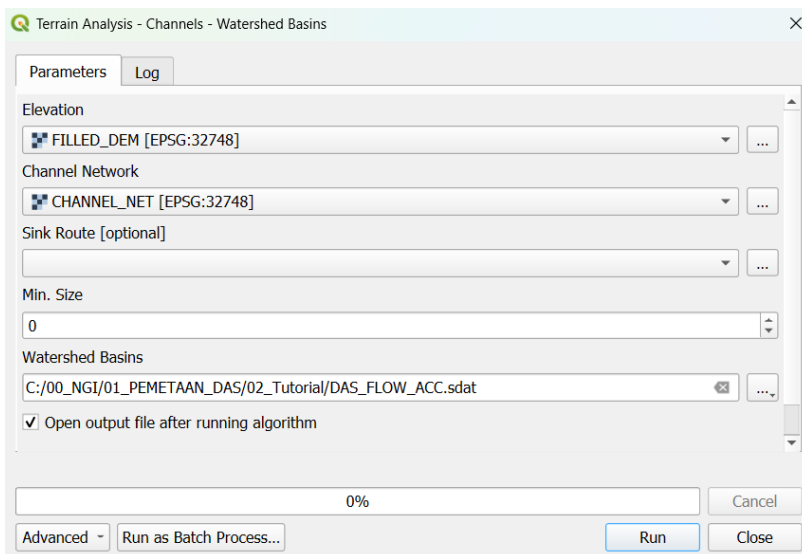
- Untuk membuat vektor (.shp) jaringan dari Strahler, cari **Channel Network and Drainage Basins** pada Processing Toolbox > Masukkan "FILLED_DEM" sebagai input **Elevation** > Atur **Threshold** sesuai threshold pada Raster Calculator sebelumnya, yakni 6.
- Unchecklist seluruh parameter output, kecuali output file **Channels** > Atur output file penyimpanan > Klik **Run**
- Berikut adalah hasil dari Channel Strahler's Order.



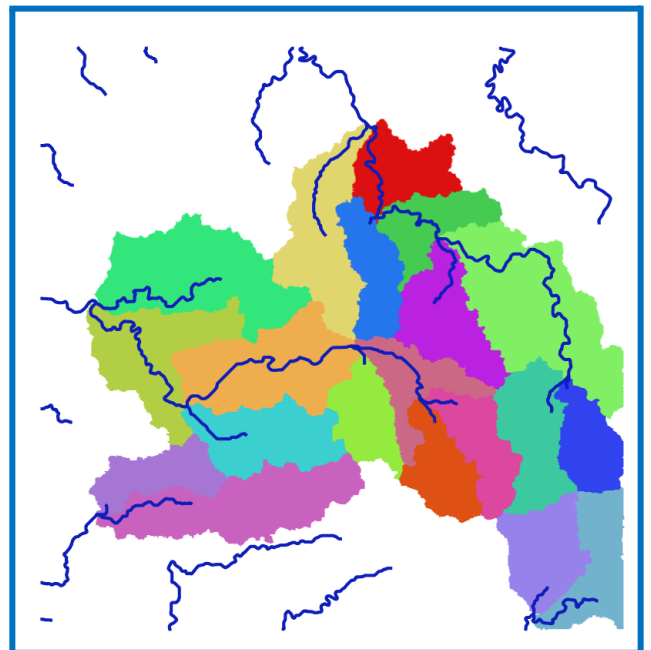
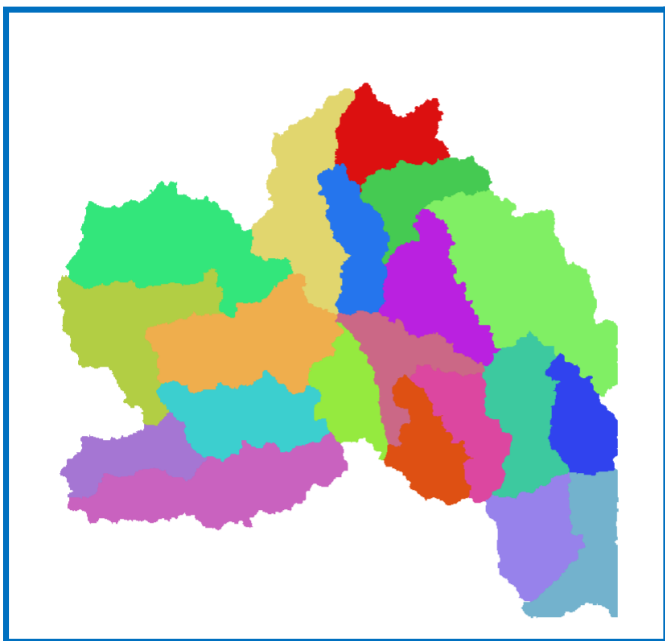
Disusun dan disetujui oleh **Nusantara Geosains Institut**

Apabila ditemukan kesalahan informasi dalam dokumen ini, harap menghubungi kami melalui email: ngi@ecobes.id | HP: [+62 85-2102-9441](tel:+628521029441) (Whatsapp).

D. Ekstraksi atau Delineasi DAS (Menggunakan jaringan hasil Flow Accumulation)



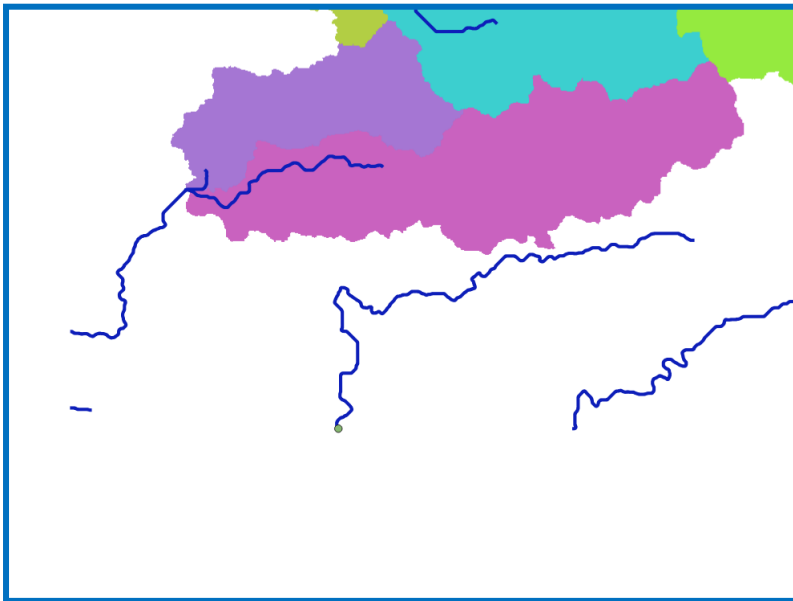
- Cari tools **Watershed Basins** pada Processing Toolbox > Masukkan "FILLED_DEM" sebagai **Elevasi** > Masukkan jaringan sungai hasil perhitungan Channel Network dengan Flow Accumulation ke parameter **Channel Network**
- Sink Route dan Min. Size dikosongkan saja.
- Atur output file > Klik **Run**



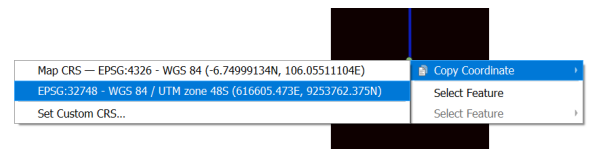
Berikut adalah hasil akhir dari delineasi Daerah Aliran Sungai menggunakan jaringan sungai hasil perhitungan Flow Accumulation (sebelah kiri).

Jika disandingkan dengan jaringan sungainya (sebelah kanan), terlihat bahwa terdapat aliran sungai yang tidak terbentuk DAS nya. Hal ini dikarenakan tools tidak membaca aliran tersebut sebagai sebuah “jaringan” sehingga tidak terbentuk DAS yang mengelilingi aliran tersebut.

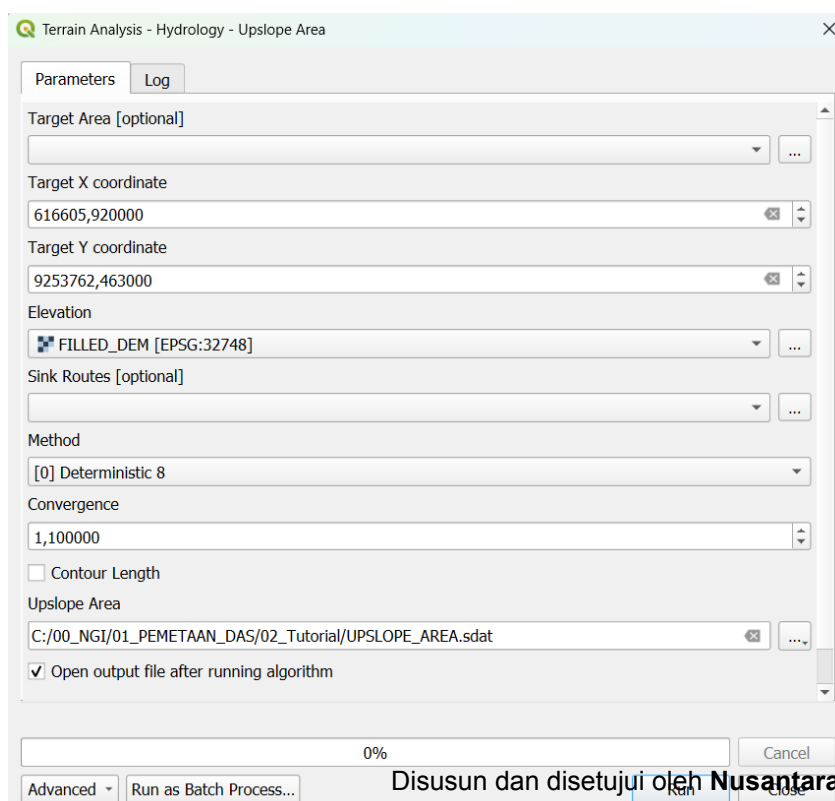
Namun, hal ini dapat diatasi menggunakan tools **Upslope Area** dengan menentukan sendiri titik outlet dari aliran sungai yang kita inginkan, sehingga akan membentuk DAS dari aliran sungai tersebut.



- Tentukan titik dari outlet yang diinginkan. Pastikan berada di atas layer raster dari Channel Network tersebut.
- Ada 2 cara yang bisa dilakukan untuk memperoleh koordinat dari titik tersebut :
 - Klik kanan secara langsung pada piksel jaringan sungai > **Copy Coordinate**

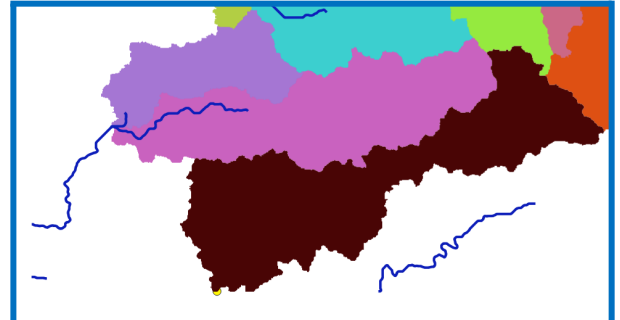


- Menghitung koordinat (xy) dengan **Field Calculator** pada atribut point tersebut > Kemudian copy koordinat nya.

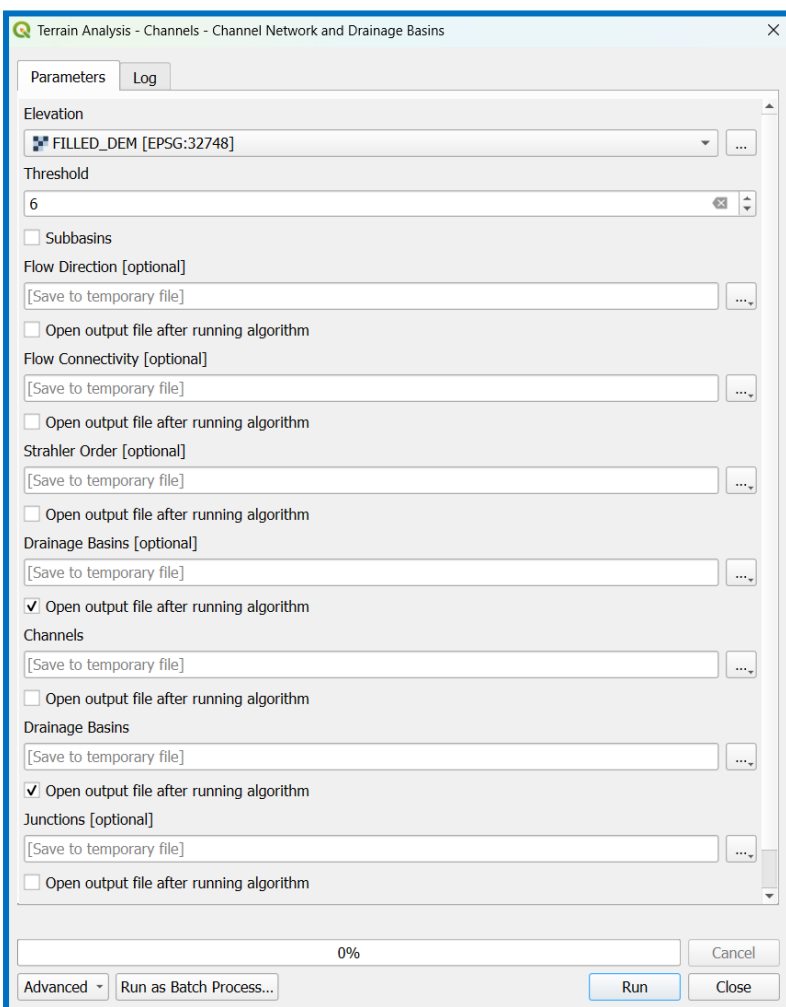


- Cari tools **Upslope Area** pada Processing Toolbox > Masukkan koordinat XY (UTM) pada parameter **Target X coordinate** dan **Target Y coordinate**
- Target Area kosongkan saja
- Masukkan “FILLED_DEM” sebagai **Elevation**
- Sink Routes kosongkan
- **Method** gunakan **[0] Deterministic 8**
- Convergence *default* saja
- Atur output file > Klik **Run**

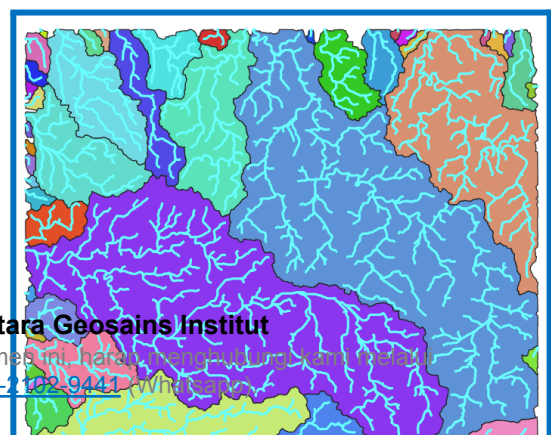
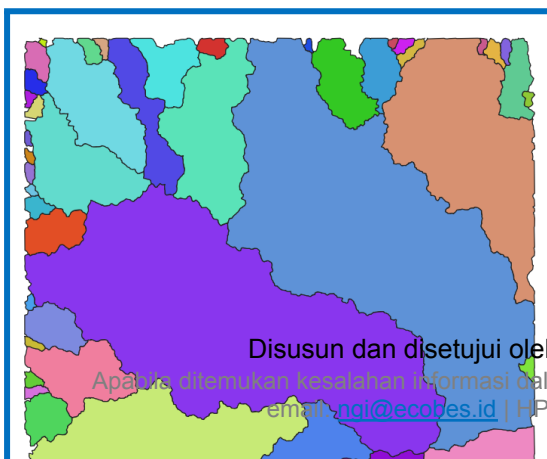
- Hasil akhirnya menjadi terbentuk DAS mengikuti aliran sungai dari outlet point yang ditentukan



D. Ekstraksi atau Delineasi DAS (Menggunakan jaringan sungai Strahler's Order)



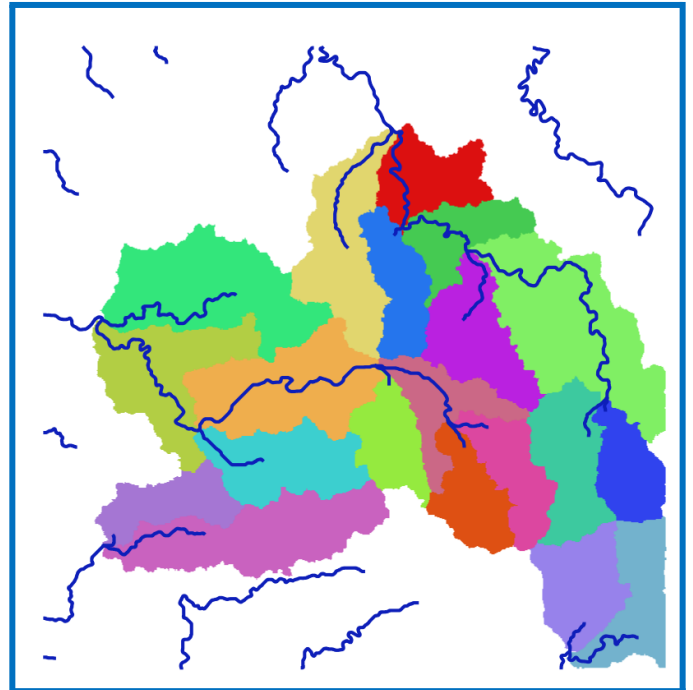
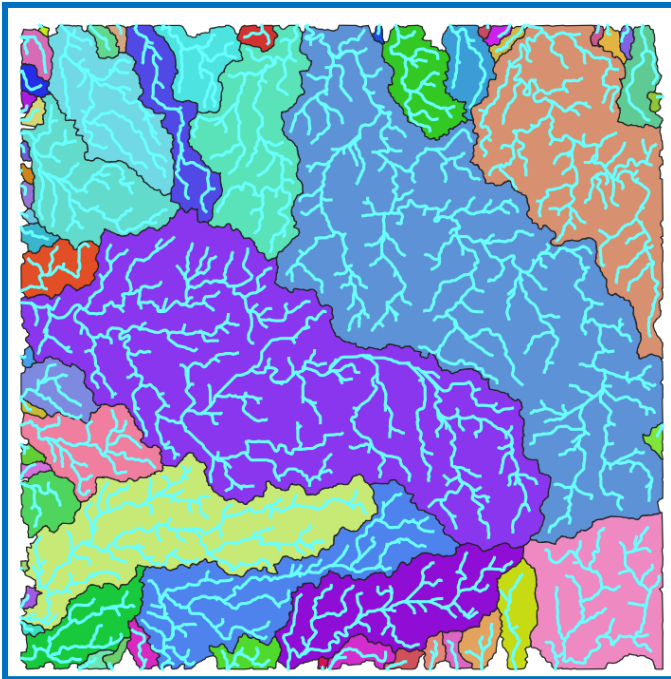
- Gunakan tools **Channel Network and Drainage Basins** pada Processing Toolbox
- "FILLED_DEM" sebagai input **Elevation**
- Atur Threshold sesuai perhitungan Strahler order dengan **Raster Calculator**
- **Checklist Drainage Basins** saja untuk menghasilkan delineasi DAS
- Output yang pertama berupa data raster, sementara yang kedua (di bawahnya) berbentuk vektor (shapefile)
- Atur output file > Klik **Run**



Berikut adalah hasil dari delineasi DAS menggunakan jaringan sungai hasil Strahler's Order

Kesimpulan

Hasil dari kedua metode dalam mengekstraksi jaringan sungai dan delineasi daerah aliran sungai memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing. Apapun metode yang Anda gunakan, kembali bergantung pada kebutuhan serta tujuan Anda. Pada dasarnya, teori yang digunakan pada kedua metode ini ialah sama, tetapi pendekatan dan visualisasi yang dihasilkan saja sedikit berbeda.



Kreasikan peta daerah aliran sungai-mu sendiri ya, good luck!