
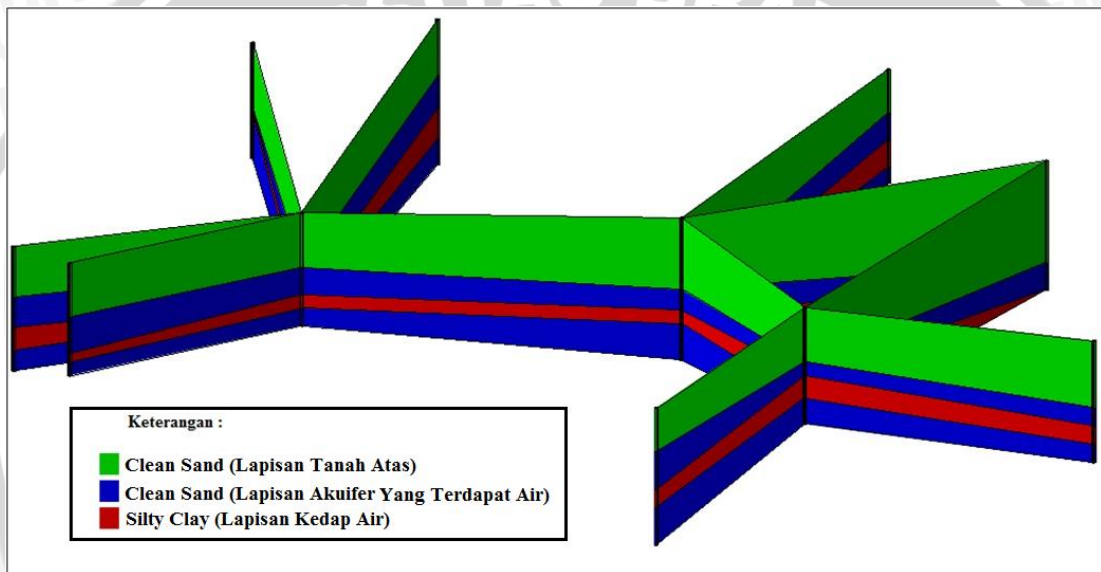


BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

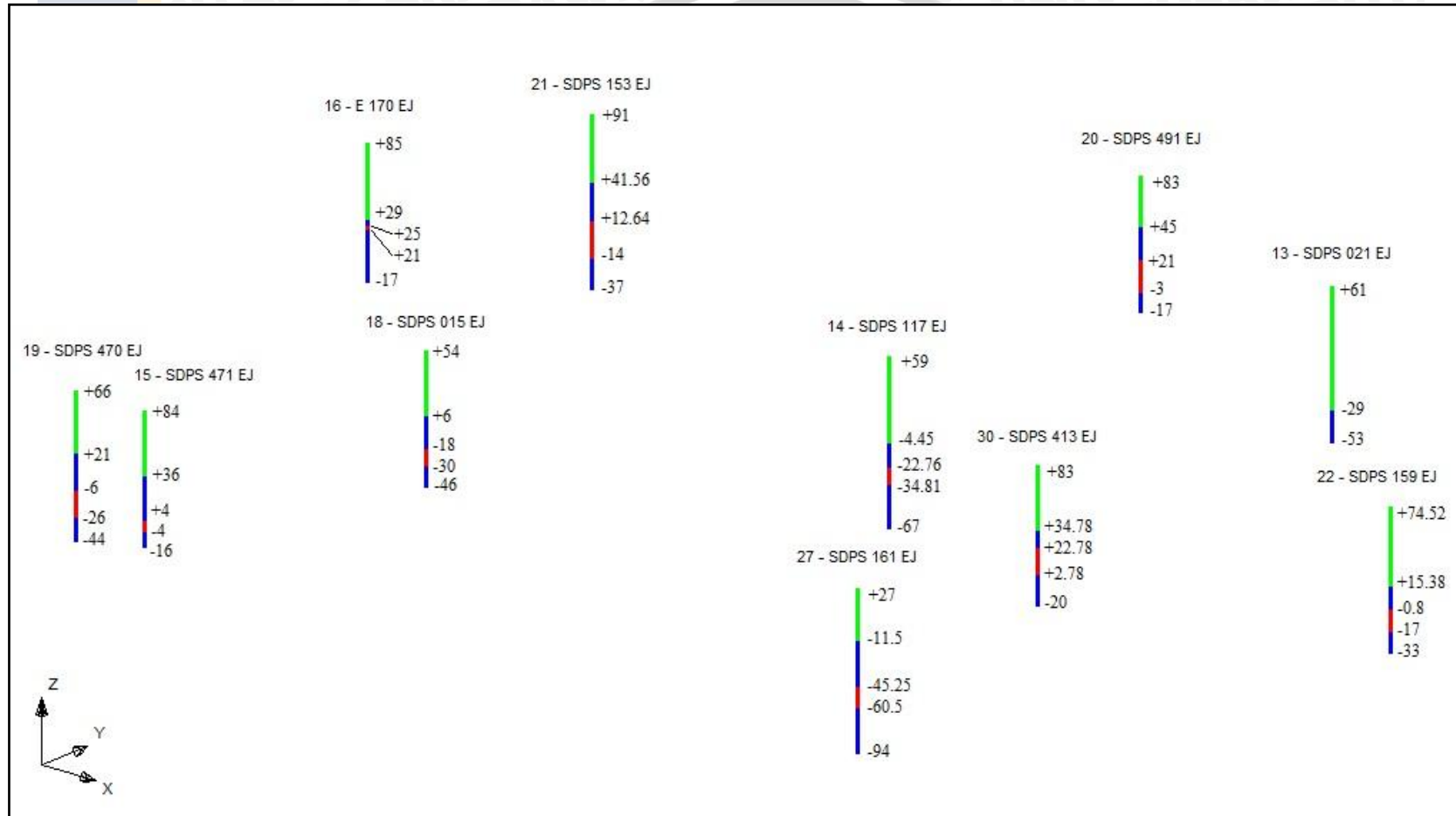
4.1. Analisa Menggunakan Boreholes

Setelah menjadi interpolasi sederhana, maka hasil dapat dilihat dengan cara tekan tombol shade . Dan hasilnya dapat kita lihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hasil Interpolasi Material menggunakan Analisa Boreholes.

Dari hasil analisa *boreholes*, dapat diketahui jika terdapat lapisan akuifer terbuka yang berada pada wilayah kecamatan Kejayan. Dalam hasil analisa didapatkan dua buah akuifer. Untuk kedalam akuifer berbeda pada tiap titik sumur. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Lapisan Akuifer Pada Tiap-tiap Titik

Pada gambar 4.2 dapat dijelaskan bahwa lapisan tiap-tiap titik sumur adalah acuan lapisan akuifer pada daerah sekitar titik tersebut. Analisa tiap-tiap titik adalah sebagai berikut :

- Titik 13 (SDPS 021 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman -29 dengan tebal 24 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 8,5 l/dt

- Titik 14 (SDPS 117 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman -22,76 dengan tebal 18,31 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 10,75 l/dt

- Titik 15 (SDPS 471 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman +36 dengan tebal 32 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 22,61 l/dt

- Titik 16 (E 170 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalam +29 dengan tebal 4 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 2 l/dt

- Titik 18 (SDPS 015 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalam +6 dengan tebal 24 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 4,31 l/dt

- Titik 19 (SDPS 470 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalam +21 dengan tebal 27 m

- Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
- Potensi Debit : 11,90 l/dt

- Titik 20 (SDPS 491 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman +45 dengan tebal 24 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 3,8 l/dt

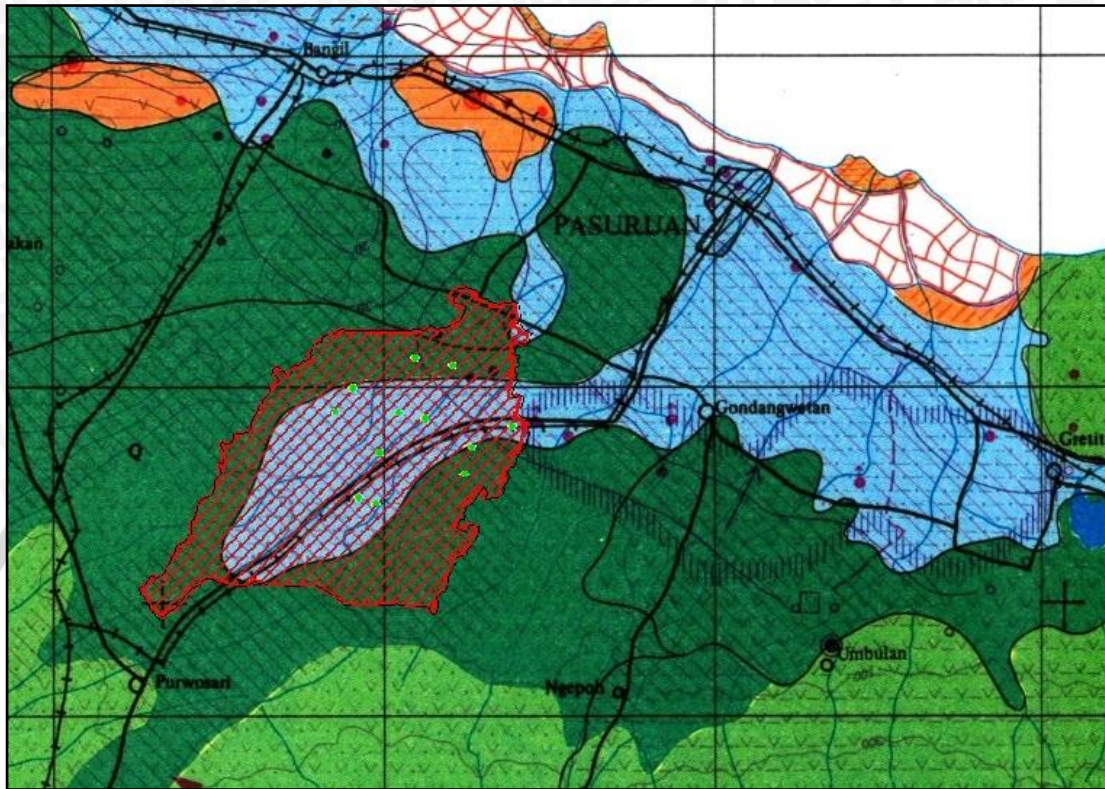
- Titik 21 (SDPS 153 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman +41,6 dengan tebal 29 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 7,4 l/dt

- Titik 22 (SDPS 159 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman +15,38 dengan tebal 15 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 12,37 l/dt

- Titik 27 (SDPS 161 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman -11 dengan tebal 34 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 8,20 l/dt

- Titik 30 (SDPS 413 EJ) :
 - Lapisan akuifer terdapat pada kedalaman +34,8 dengan tebal 11 m
 - Akuifer yang terdapat dalam titik ini adalah akuifer terbuka
 - Potensi Debit : 7,67 l/dt

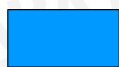
Dan dari data dicocokkan dengan peta geohidrologi adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Pencocokan Analisa *Boreholes* Terhadap Peta Geohidrologi

Pada Cekungan Airtanah Pasuruan terdapat akuifer yang merupakan lapisan pembawa air pada susunan lapisan geologinya. Produktifitas akuifer untuk Cekungan Air Tanah Pasuruan dapat dilihat berdasarkan Peta Hidrogeologi Indonesia Sheet X Kediri (Jawa) melalui legenda Peta Hidrogeologi. Berdasarkan Peta Hidrogeologi Indonesia Sheet X Kediri (Jawa) tingkat produktifitas akuifer yang terdapat pada Cekungan Air Tanah Pasuruan adalah sebagai berikut:

- Akuifer dengan aliran melalui ruang tanpa butir



Warna Biru : Akuifer produktif tinggi dengan penyebaran luas (akuifer dengan keterusan sedang hingga tinggi, muka air tanah atau tinggi pisometri dangkal atau di atas permukaan tanah, debit sumur umumnya lebih dari 10 liter/detik setempat dari 50 liter/detik).



Warna Biru Muda : Akuifer produktif dengan penyebaran luas (akuifer dengan keterusan sedang, muka air tanah atau tinggi pisometri dangkal atau di atas muka tanah, debit sumur umumnya 5 sampai 10 liter/detik, dan di beberapa tempat lebih dari 50 liter/detik).

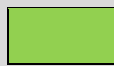
- Akuifer dengan aliran melalui celah dan ruang tanpa butir



Warna Hijau Tua : Akuifer produktif tinggi dengan penyebaran luas (akuifer dengan keterusan dan kisaran kedalaman muka airtanah sangat beragam, debit sumur umumnya lebih dari 5 liter/detik).



Warna Hijau Setengah Tua : Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas (akuifer dengan keterusan sangat beragam, kedalaman muka airtanah bebas umumnya dalam, debit sumur umumnya kurang dari 5 liter/detik).



Warna Hijau Muda : Akuifer produktif (akuifer dengan keterusan sangat beragam, umumnya airtanah tidak dimanfaatkan karena dalamnya muka air tanah, setempat mata air dengan debit kecil dapat diturap).

- Akuifer (bercelah atau sarang) produktif kecil dan daerah airtanah langka



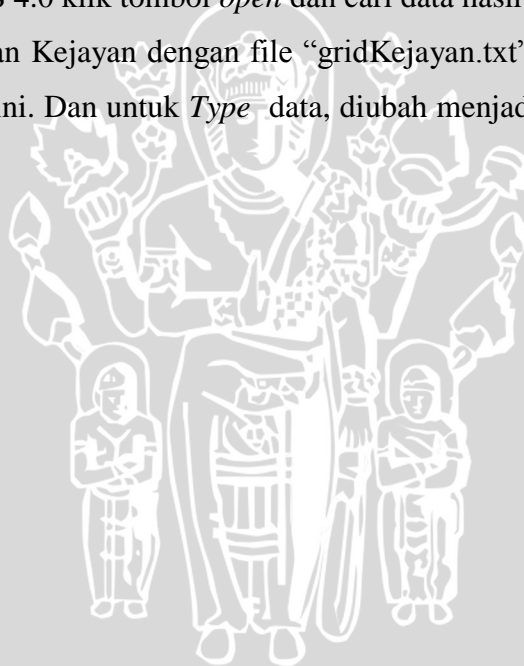
Warna Orange : Akuifer produktif kecil, setempat berati (umumnya keterusan sangat rendah, setempat air tanah dalam dijumpai dalam jumlah terbatas dapat diperoleh pada daerah lembah-lembah atau zona pelapukan dari batuan padu).

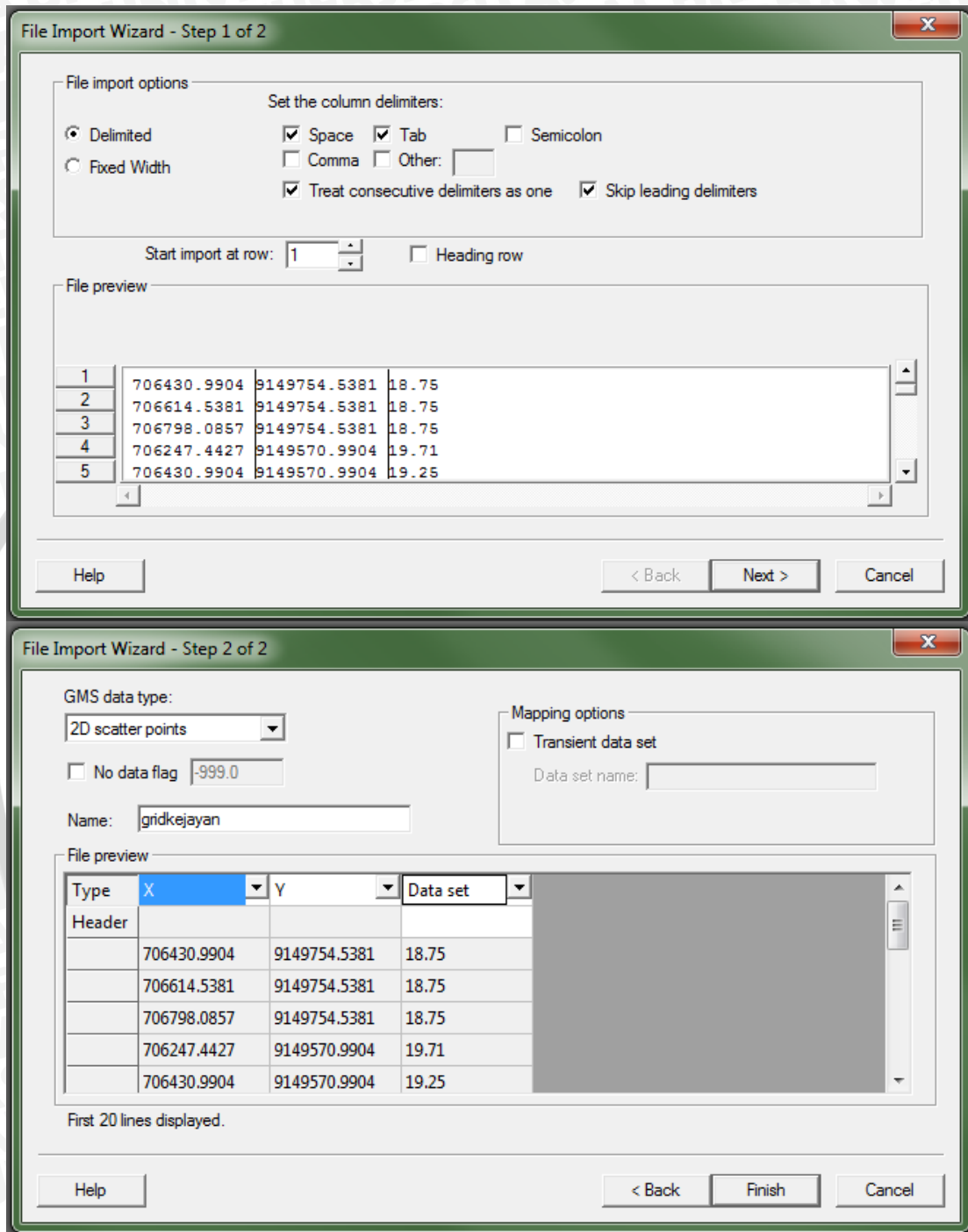
Penelitian ini menggunakan sumur-sumur produksi untuk dilakukan analisis. Sumur-sumur itu meliputi sumur dalam yang berfungsi sebagai pemasok kebutuhan air irigasi di wilayah Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan. Produktifitas akuifer untuk Cekungan Air Tanah Kecamatan Kejayan dapat dilihat berdasarkan Peta Hidrogeologi Indonesia Sheet X Kediri (Jawa) dengan *mengoverlay* Peta Cekungan Air Tanah Pasuruan pada Peta Hidrogeologi Indonesia Sheet X Kediri (Jawa).

Dari hasil pencocokan penyebaran lokasi titik-titik sumur terhadap peta geohidrologi dapat dipastikan bahwa hasil analisa *boreholes* sudah sesuai, yaitu titik-titik sumur yang berada pada kecamatan Kejayan merupakan daerah dengan potensi akuifer yang produktif dengan penyebaran luas (warna biru muda). Dimana pada pencocokan data lapangan, sumur-sumur tersebut digunakan sebagai sumber irigasi untuk sawah dan digunakan sebagai sumur produksi oleh pabrik-pabrik.

4.2. Pembuatan Model Analisa FEMWATER dengan GMS 4.0

Sebelum memulai pembuatan model maka dimasukkan dulu data-data yang sudah dibuat dengan menggunakan software ARCview 3.2 dan CAD2Shape. Setelah membuka software GMS 4.0 klik tombol *open* dan cari data hasil export dari arcview, yaitu data grid kecamatan Kejayan dengan file “gridKejayan.txt” maka akan muncul tampilan seperti bawah ini. Dan untuk *Type* data, diubah menjadi X, Y dan Data Set seperti pada gambar 4.4.





Gambar 4.4 Pemasukan Data Grid

Selanjutnya memasukkan file hasil export yang terdiri dari sungai yang dimana akan dijadikan saat penentuan boundary. Cara pemasukan sama dengan cara datas, hanya perlu di open saja maka data file akan menumpuk.


4.2.1. Menentukan Satuan (*Units*)

Sebelum pemasukan input data, terlebih dahulu diharuskan penentuan satuan (*Units*) agar semua data yang masuk dapat diolah dengan benar, dengan cara :

1. Dari menu Edit, pilih perintah *Units*.
2. Periksa untuk memastikan bahwa unit standar adalah *Meters* dan default satuan waktu adalah hari (*day*).
3. Mengubah *Mass Units* untuk *slug*. Unit yang tersisa adalah untuk transportasi simulasi dan dapat diabaikan sementara.
4. Pilih tombol OK untuk keluar dari dialog *Units*.


4.2.2. Membuat *FEMWATER Coverage*

Sebelum pembuatan dan penentuan fitur dari sebuah objek yang nantinya akan diinput, maka diperlukan dulu pembuatan *Coverage* dengan cara:

1. Pindahkan status ke *Map* module .
2. Klik kanan pada *Map Coverages* folder di *Data Tree* dan pilih *New coverage* command.
3. Ganti nama dari new coverage ke "**FEMWATER**".
4. Klik kanan pada new coverage and pilih *Properties* command
5. Ganti *Tipe* ke *FEMWATER*.
6. Pilih tombol *OK*.

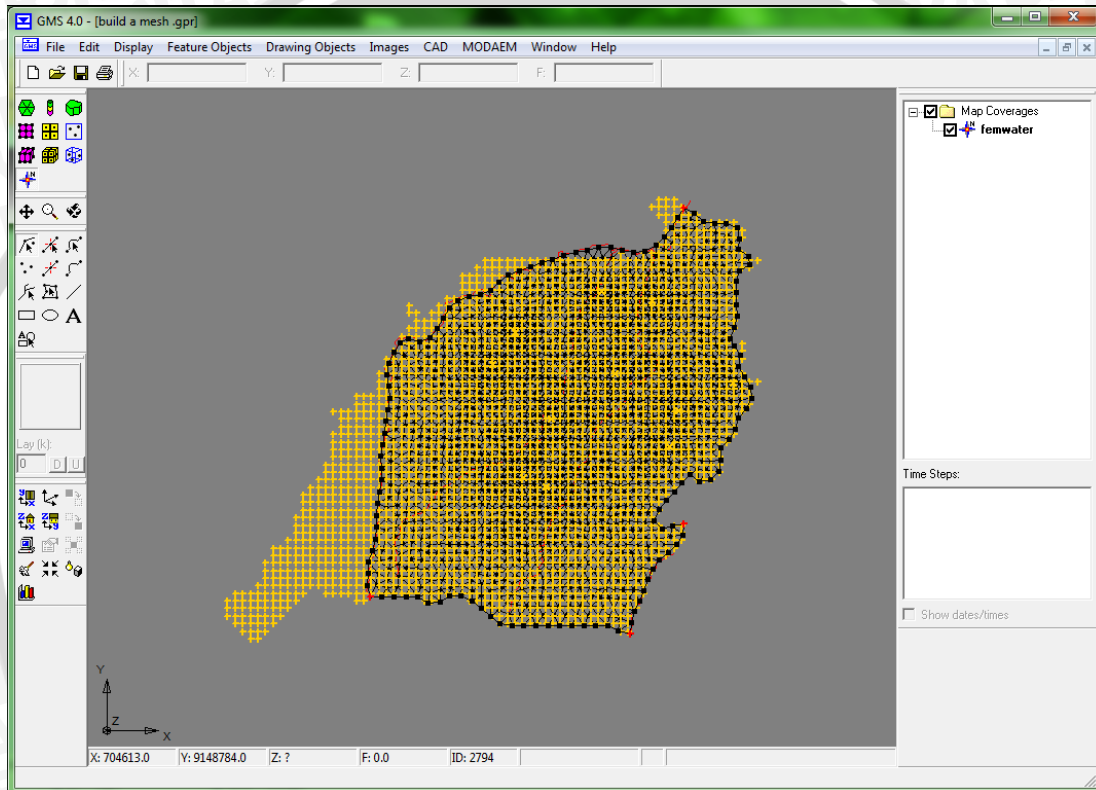
4.2.3. Penentuan *Boundary Arc*, *Arc Vertices*, Pembuatan Poligon Simulasi

Setelah itu dimulai dengan membuat arc untuk menentukn batasan daerah simulasi untuk model.

1. Pilih peralatan *Create Arc* .
2. Dengan ini diperlukan pembuatan boundary untuk membatasi daerah simulasi dan memasukan nilai head pada titik-titik tertentu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.5.


3. Semua garis harus saling berhubungan agar boundary dapat dibuat dan simulasi bisa dijalankan.
4. Untuk headnya diambil pada ujuang aliran sungai.

Langkah yang harus dilakukan selanjutnya adalah merestribusi *vertices*. Pada saat pembuatan boundary, terdapat garis *Arc* yang dibuat sebelah batas dan merupakan aliran sungai maka hal itu akan dibuat sebagai salah satu acuan data untuk proyeksi.




Gambar 4.5 Pembuatan Boundary dan Pemasukan Vertex

Selanjutnya perlu dilakukan restribusi dari boundary yang dibuat agar memiliki vertex pada poin-poin dengan jarak yang sama.


1. Pilih peralatan *Select Arc* 
2. Pilih semua Arc yang sudah dibuat
3. Dari menu *Feature Object*, pilih perintah *Restribute Vertices*.
4. Ganti *Spacing* ke 300.
5. Pilih OK.

4.2.4. Menentukan *Boundary Condition*

Langkah selanjutnya adalah menentukan tipe dan status dari sebuah arc yang sudah dibuat dan dengan menentukan nilai head pada titik-titik tertentu pada Arc yang dibuat.

1. Pilih peralatan *Select Arcs* .
2. Dengan menahan *Shift* key, klik kedua stream arc dan *coastline arc*. Pada gambar 4.40 ditandai dengan garis biru.
3. Dari menu *Feature Objects*, pilih perintah *Properties*.
4. nyalakan opsi *Head/fluid flux*.
5. Klik Tombol *OK*.

Selanjutnya penentuan nilai head pada sungai hanya diasumsikan dengan nilai 2 karena tidak ada data dan hanya sebagai contoh simulasi saja. Untuk pemasukan nilai head dapat dilakukan dengan cara berikut.

1. Pilih peralatan *Select Points/Nodes* .
2. Klik dua kali pada ujung *stream arc* (pada gambar ditandai dengan warna biru).
3. Masukkan nilai 2 untuk head.
4. Pilih OK.

4.2.5. Pembuatan Poligon


Sekarang saatnya untuk pembuatan poligon. Poligon berfungsi untuk membatasi dan mendefinisikan daerah yang akan dimodelkan. Poligon dibutuhkan jika: 1) model akan digunakan untuk simulasi running, dan 2) untuk mengetahui nilai recharge pada simulasi FEMWATER. Pada beberapa kasus model simulasi terdiri dari beberapa zona *recharge*, dan menggunakan poligon akan lebih mudah untuk memasukkan nilai *recharge* pada suatu lokasi.

1. dari menu *Feature Objects*, pilih perintah *Build Polygons*.

4.2.6. Penetapan *Recharge* dan Penentuan Sumur


4.2.6.1. Penetapan *Recharge*

Selanjutnya, penetapan nilai (*value*) *Recharge*. Dimana ada dua jalan untuk penetapan recharge di FEMWATER, menggunakan nilai batas flux yang spesifik atau menggunakan variabel data flux. Sedangkan dalam studi ini digunakan penetapan nilai *Recharge* standar rata-rata yaitu 0.003 dengan konversi nilai 33,5 cm/ tahun. Cara pemasukan nilai adalah sebagai berikut :

1. Pilih *tool Poligon*. 
2. Klik dua kali di mana saja di bagian dalam domain model.
3. Mengaktifkan opsi fluks Fluid.
4. Masukkan nilai 0,003 untuk fluks (nilai ini dalam ft / d dan jika dikonversi menjadi sekitar 1,1 ft / yr).
5. Pilih tombol OK.
6. Klik di manapun di luar poligon.

4.2.6.2. Pembuatan Titik Sumur

Langkah terakhir dalam penentuan model konseptual adalah untuk membuat titik-titik sumur. Untuk membuat sumur pertama dapat dilakukan dengan cara :

1. Pilih *Create Point tool* 
2. Klik dimanapun didalam model
3. Setelah itu pada area pengisian pada bagian atas layar, ganti nilai xyz dengan angka-angka koordinat yang tertera pada tabel 4.1. (contoh : X = 706251.0216 ; Y = 9147310.206 ; Z = 61)
4. Dengan dalam keadaan point masih dipilih, dari *Feature Objects* menu, pilih command *Properties*.

Pertama, setting opsi "*Refine*" sehingga mesh menjadi menyatu pada bagian sekitar sumur.

- a. Nyalakan "*refine mesh around point*".

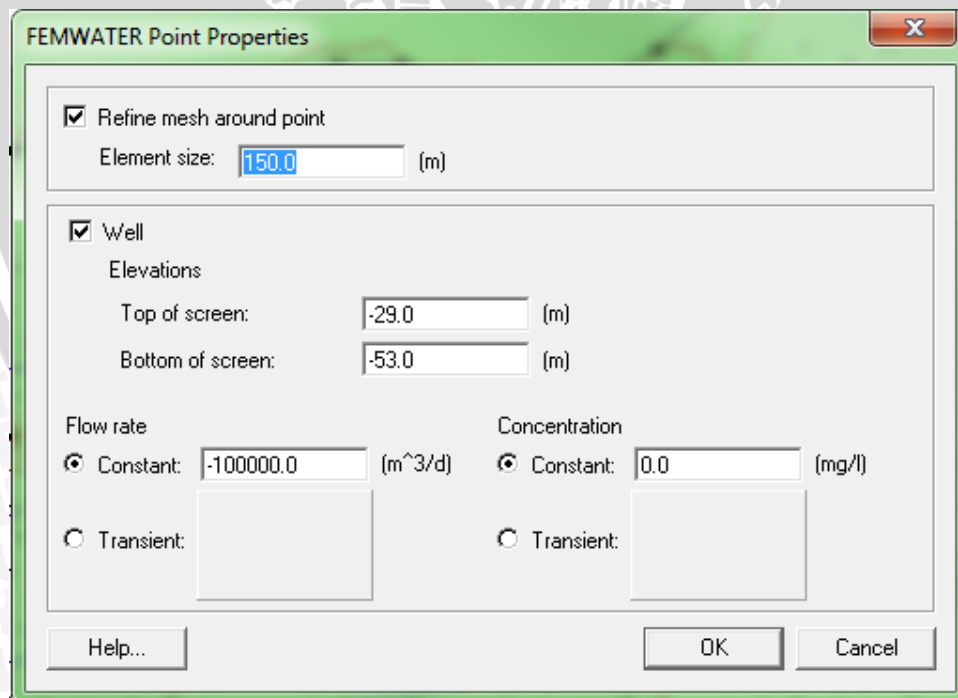
- b. Masukan angka 150 pada *Element Size* (ini difungsikan untuk mengontrol ukuran pada tampilan sumur)

Selanjutnya, tandai titik-titik sumur. Untuk sumur, perlu ditentukan nilai *pumping rate*, dan elevasi jarak antar screen. Jarak lebar screen juga menentukan dimana noda terletak pada 3D mesh untuk penentuan *pumping rate*.

Sedangkan untuk pemasukan data pada tiap-tiap *node* dilakukan dengan setting seperti berikut :

1. Nyalakan opsi *well*.
2. Masukan nilai **-29** untuk *Top of Screen*.
3. Masukan nilai **-53** untuk *Bottom of Screen*.
4. Masukan nilai **-100000** untuk flow rate.
5. Pilih OK untuk mengakhiri properties.

Ulangi proses-proses tersebut pada titik-titik sumur yang lainnya dengan berpacu pada tabel 3.2.



Gambar 4.6 Tampilan Pemasukan Data Well

Dan untuk titik-titik sumur yang lain dapat dilihat pada tabel 3.2 .

4.2.7. Pembuatan 3D Mesh

Jika ingin melakukan simulasi FEMWATER, maka data-data harus sudah dapat diolah melalui 3D Mesh, oleh karena itu perlu dikonversi dan diinput pada modul 3D Mesh. Dan proyeksi data-data yang ada dimulai dengan cara mengubah kedalam bentuk TIN.

4.2.7.1. Penentuan Material

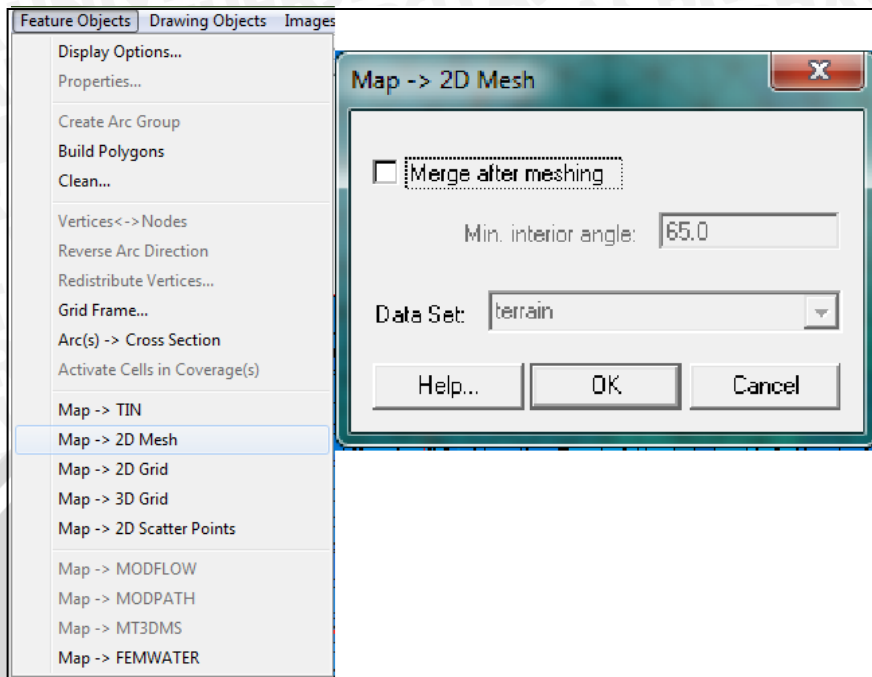
Sebelum pembentukan mesh, perlu dilakukan pendefinisian untuk tiap-tiap akuifer. Material sangat berkaitan dengan TIN dan untuk setiap 3D Elements.

1. dari menu *Edit*, pilih lah perintah *materials*.
2. Ganti nama *default material* pada **Upper Aquifer**. Untuk mengganti nama klik nama material di window text.
3. Ganti warna material pada warna hijau.
4. Pilih tombol *New* untuk membuat material yang lain.
5. Ganti nama dari material yang baru ke **Lower Aquifer**.
6. Ganti warna material tersebut pada warna merah.
7. Akhiri dengan menekan tombol *OK*.

4.2.7.2. Pembuatan Proyeksi mesh 2D

Proyeksi **2D Mesh** dapat dibangun secara langsung dari model konseptual:

1. Pada menu *Feature Objects*, pilih perintah *Map -> 2D Mesh*
2. Pilih *OK* untuk mengaplikasikan perintah tersebut.




Gambar 4.7 Perintah Map -> 2D Mesh

Setelah beberapa detik, maka model *Mesh* akan muncul.

4.2.7.3 Pembangunan TINs

Untuk membuat sebuah model konseptual dalam FEMWATER, diperlukan membangun tiga TINs, dimana tiap TIN adalah hasil kopi dari olahan data *2D Mesh*. Yang pertama ketiga TIN tersebut harus memiliki dasar elevasi yang sama, oleh karena itu diperlukan pengolahan data TIN dari hasil import *scatter points* dan hasil interpolasi yang tepat.

Untuk membuat TIN teratas adalah:

1. Pindahkan pada modul *2D Mesh* .
2. Dari menu *Build Mesh*, pilih perintah *Mesh -> TIN*.
3. Masukkan "Terrain" sebagai nama TIN.
4. Dari daftar material, pilih *Upper Aquifer*.
5. Pilih OK.
6. Setelah itu pilih *No* pada dialog menu. Agar 2D Mesh tidak terhapus.

Untuk membuat TIN kedua :


1. Pada menu *Build Mesh*, pilih perintah *Mesh -> TIN*.
2. Masukkan **bottom upper aquifer** untuk nama TIN.
3. Dari daftar material, pilih *Lower Aquifer*.
4. Pilih OK.
5. Setelah itu pilih *No* pada dialog menu. Agar 2D Mesh tidak terhapus.

Untuk membuat TIN yang ketiga :


1. Pada menu *Build Mesh*, pilih perintah *Mesh -> TIN*.
2. Masukkan **bottom lower aquifer** untuk nama TIN.
3. Dari daftar material, pilih *Lower Aquifer*.
4. Pilih OK.
5. Setelah itu pilih *No* pada dialog menu. Agar 2D Mesh tidak terhapus.

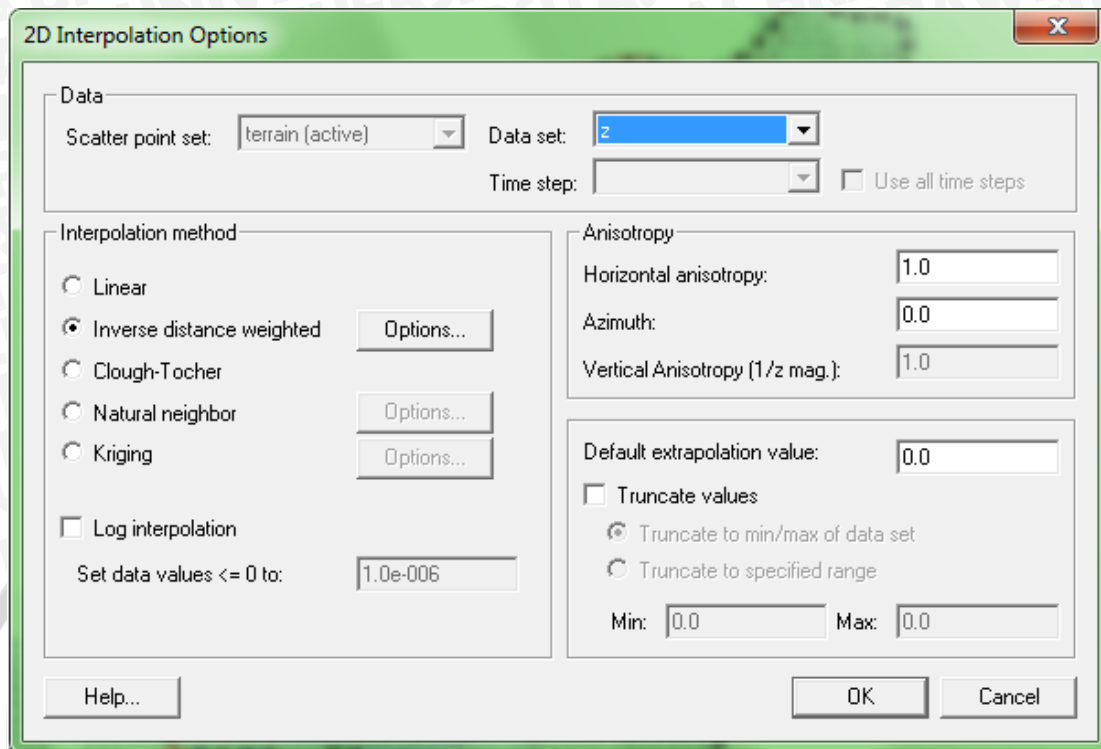
4.2.7.4 Interpolasi Data-data Terrain

Selanjutnya, menggunakan data *scatter points* untuk menentukan elevasi terrain untuk diinterpolasikan pada TIN paling atas. Poin-poin terrain dibuat berdasarkan hasil digitasi elevasi dari map kontur. Sebelum menginterpolasi TIN, perlu dipastikan TIN teratas adalah TIN yang sedang aktif.

1. Pindahkan pada TIN module .
2. Dari *Data Tree*, pilih TIN dan berinama **terrain**

Sebelum melakukan interpolasi, diperlukan penyesuaian opsi pengaturan interpolasi (berdasarkan scatter data yang dimiliki).

1. Pindahkan kepada modul *2D Scatter Point* .
2. Pilih data set dengan judulk **terrain** pada *Data Tree* untuk membuat data set tersebut aktif.
3. Dari menu *Interpolation* , pilih perintah *Interpolation Options*.
4. Pilih *Options* disebelah kanan *Inverse distance weighted* .




Gambar 4.8. Opsi Interpolasi Secara 2D

5. Pada bagian *Nodal function*, pilih *Constant*.
6. Pilih tombol OK dan OK sekali lagi untuk mengahiri opsi interpolasi.

Sedangkan untuk menginterpolasi scatter poin menjadi TIN.


1. Dari menu *Interpolation*, pilih perintah *to Active TIN*.
2. Pilih OK untuk melaksanakan perintah.

Sedangkan untuk melihat hasil interpolasi yang baik adalah dengan cara:


1. Pilih *Oblique View macro* .
2. Dari menu *Display*, pilih perintah *Setting*.
3. Masukkan nilai 4.0 pada *magnification factor*.
4. Pilih OK.

4.2.7.5 Menginterpolasi Layer Data Elevasi

Selanjutnya menginterpolasikan dan membuat akuifer atas dan akuifer bawah untuk memudahkan proses simulasi modul airtanah. Elevasi merupakan faktor yang diperlukan dalam pembuatan batas dasar yang terdapat pada modul. Elevasi didapatkan dari data pengeboran dan lubang sumur bor yang paling dalam. Sebelum melakukan proses interpolasi, perlu dipastikan TIN yang akan diinterpolasi harus aktif.

1. Pindahkan ke Modul TIN .
2. Pilih TIN dengan nama **bottom upper akuifer** yang terdapat pada *Data Tree*.

Sebelum melakukan interpolasi perlu mengubah kembali metode interpolasi yang umum.

1. Pindahkan ke modul *2D Scatter Point* .
2. Dari menu *interpolation*, pilih perintah *interpolation options*.
3. Pilih tombol Options di sebelah kanan *Inverse distance weighted*.
4. Pada bagian *Nodal function*, pilih *Gradient plane*.
5. Pilih tombol OK dan OK sekali lagi untuk mengakhiri opsi.



Scatter poin ini memiliki dua set data: satu set data dari titik-titik elevasi dari *bottom of the upper aquifer* dan satu set data untuk *bottom of the lower aquifer*. Pertama yang akan diinterpolasi adalah data-data elevasi dari *bottom of the upper aquifer*.

1. Pilih data set dengan judul **elevs** pada *Data Tree* untuk membuat data tersebut aktif.
2. Jika diperlukan dapat memperluas tampilan set data, jadi dapat dilihat isi kumpulan data yang berhubungan dan berada dalam data set tersebut.
3. Pilih *bot of layer I* set data untuk membuatnya aktif.


Sedangkan untuk menginterpolasi *scatter poin* terhadap TIN.

1. Dari menu *Interpolation*, pilih perintah *to Active TIN*.
2. Pilih OK.

Selanjutnya dilakukan interpolasi untuk *bottom TIN*.

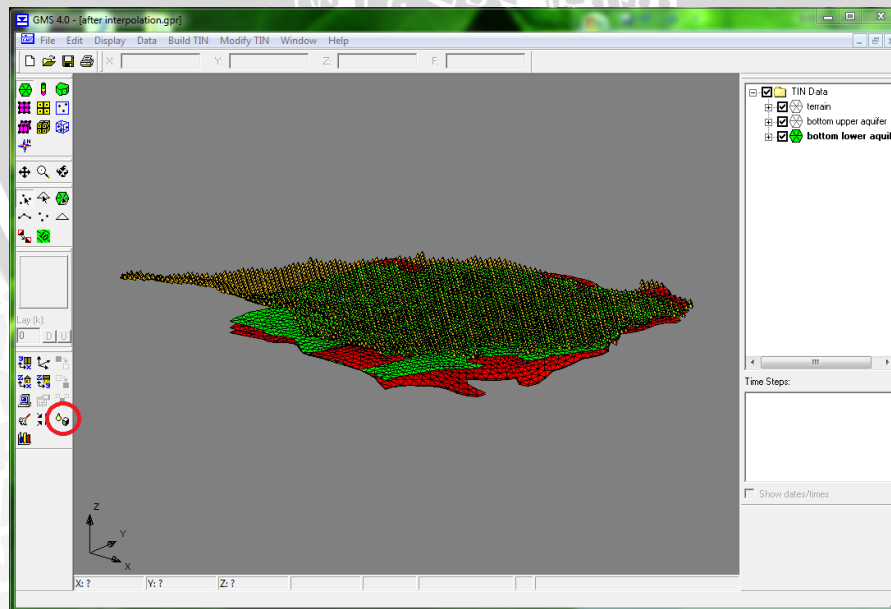
1. Pindahkan pada modul TIN .
2. Pilih TIN dengan nama **bottom lower aquifer** in the *Data Tree*.
3. Pindahkan ke modul *2D Scatter Point* .
4. Pilih data set dengan nama **bot of layer 2** pada *Data Tree*.
5. Pada menu *Interpolation*, pilih perintah *to Active TIN*.
6. Pilih tombol OK

Pada langkah ini sudah dapat dilihat elevasi yang benar terhadap tiga TIN. Untuk mempermudah tampilan dalam mengamati:

1. Pindahkan pada modul TIN .
2. Dari menu *Display*, pilih perintah *Display Options*.
3. Matikan opsi *Vertices*.
4. Pilih OK.

Sedangkan untuk melihat tampilan dalam bentuk padat (visual) TIN :


1. pilih *Frame Image macro*.
2. Pilih *Shade Macro*.



Gambar 4.9 Hasil Tampilan Sementara Shade Macro

4.2.7.6 Pembangunan 3D Mesh

3D Mesh dibangun dari hasil penggabungan dari 2 TIN dan melakukan penekanan material antar TIN.

1. Pilih tool *Select TIN* .
2. Pilih TIN atas dan TIN tengah dengan cara klik ikon TIN sambil menahan tombol *Shift* pada keyboard.
3. Dari menu *Build TIN*, pilih perintah *Fill Between TINs -> 3D Mesh*.
4. Masukkan angka 2 untuk *Number of interpolated mesh layers*.
5. Pilih opsi *Specify material*.
6. Pilih material yang tertera dengan nama **Upper Aquifer**.
7. Pilih tombol OK.

Selanjutnya adalah pembuatan elemen untuk *lower aquifer*.

1. Pilih dua TIN terbawah (tengah dan bawah).
2. Dari menu *Build TIN*, pilih perintah *Fill Between TINs -> 3D Mesh*.
3. Masukkan angka 3 untuk *Number of interpolated mesh layers*.
4. Pilih opsi *Specify material*.
5. Pilih material dengan nama **Lower Aquifer**.
6. Pilih tombol OK.

4.3. Menyembunyikan Objek

Sebelum melanjutkan, perlu dilakukan penyembunyian objek-objek yang tidak diperlukan kembali agar tampilan dari model simulasi dapat dilihat dengan baik. Semua data-data mentah akan disembunyikan agar yang terlihat hanya objek khusus dan 3D Mesh.

Untuk menyembunyikan TIN:

1. Hilangkan semua tanda centang pada TIN di *Data Tree*.

Untuk menyembunyikan 2D Mesh:

1. Pindahkan pada modul 2D Mesh.
2. Dari menu *Display*, pilih perintah *Display Options*.

3. Matikan opsi *Nodes* dan *Elements Edges*.
4. Pilih *OK*

Sedangkan untuk menghindari kekacauan pada tampilan model 3D Mesh:

1. Pindahkan pada modul *3D Mesh*.
2. Pilih perintah *Display Options*.
3. Matikan opsi *Nodes*.
4. Pilih *OK*.

Dan untuk melihat hasil gambar model pilih *shade macro*.

4.4. Mengubah Model Konseptual

Sekarang setelah hasil interpolasi berjalan dengan lancar, maka dapat mengubah model konseptual kepada model 3D Mesh. Dengan ini diperlukan semua data yang terdapat *feature object* untuk menentukan semua batasan dan ruang lingkup dalam model 3D Mesh.

1. Dari menu *FEMWATER*, pilih perintah *New Simulation*. (dengan ini secara otomatis akan mulai mengolah semua struktur data yang ada untuk simulasi *FEMWATER*)
2. Pilih *OK*.
3. Pindahkan ke modul *Map*.
4. Dari menu *Feature Objects*, pilih perintah *Map -> FEMWATER*.
5. Pilih *OK*

Kumpulan simbol-simbol akan muncul sebagai indikasi kondisi model konseptual yang sebenarnya dan telah ditandai secara otomatis.

4.5. Pemilihan Opsi Analysis Untuk Untuk Simulasi FEMWATER

Selanjutnya, perlu ubah pada modul *3D mesh* dan pilihlah *analysis options*.

4.5.1. Memasuki Fase *Run Options*

Pertama, harus direncanakan simulasi pertama adalah simulasi pergerakan aliran airtanah.

1. Pindahkan kepada modul 3D Mesh

2. Dari menu FEMWATER, pilih perintah *Run Option*.
3. Untuk *Type of simulation*, pastikan bahwa hanya opsi *Flow only* yang dipilih.
4. Pada bagian *Steady State vs. Transient*, pilih *Steady state solution*.

Dari simulasi yang akan dijalankan, sebagian besar hanya bagian jenuh dari sebuah model saja yang disimulasikan. Dikarenakan bagian jenuh (lapisan akuifer) dapat disimulasikan secara otomatis dengan data-data yang sudah dimasukkan sebelumnya. Semakin luas area jenuh pada suatu model, maka akan semakin sulit untuk mendapat *coverage* dari simulasi FEMWATER. Untuk masalah ini dapat diatasi dengan mengoptimalkan data dari noda-noda (titik-titik data *scatter poin*). Sedangkan tingkat keakuratan juga tergantung banyaknya data dan tingkat pengaturan dari opsi simulasi. Dimana data-data yang digunakan harus sesuai kondisi lapang dan bukan estimasi.

1. Pada bagian *Quadrature selection*, pilih opsi *Nodal/Nodal*.
2. Pilih tombol OK

Sedangkan dalam studi ini beberapa input untuk opsi simulasi menggunakan *default option* atau nilai pada umumnya. Dikarenakan keterbatasan data yang dimiliki maka simulasi tidak bisa dipastikan sepenuhnya sesuai dengan kondisi real.

4.5.2. Pengaturan *Iteration Parameters*.

Selanjutnya dilakukan pengaturan *Iteration Parameter*.

1. Pilih perintah *Iteration Parameters* dari menu FEMWATER.
2. Setting *Max iterations for non-linear equation* ke **100**.
3. Setting *Max iterations for linear equation* ke **1000**.
4. Setting *Steady state convergence criterion* ke **0.01**.
5. Pilih OK.

4.5.3. Output Control

Selanjutnya pemilihan *Output Option*. Untuk studi kali ini hanya difokuskan kepada simulasi FEMWATER dengan output *Pressure Head* saja.

1. Dari menu *FEMWATER* , pilih perintah *Output Control*.
2. Matikan *Save nodal moisture content file*, *Save velocity file*, dan *Save flux file*.
3. Pilih OK.

4.5.4. Fluid Properties

Dari menu *FEMWATER*, pilih perintah *Fluid Properties*. Item-item yang ada pada dialog tersebut sudah otomatis terisi dalam nilai kecepatan gravitasi bumi, sedangkan yang perlu dirubah ada *Density of water* dimaukkan nilai **1.94** (sebagai nilai koefisien umum dalam penentuan simulasi airtanah. Sedangkan untuk data lain tidak bisa dirubah kecuali air yang terdapat di lapangan dalam kondisi tertentu.

4.6. Defining Initial Conditions

Dikarenakan persamaan yang digunakan oleh metode *FEMWATER* adalah persamaan Non-Linear untuk model tak jenuh, maka simulasi *FEMWATER* sangat cocok dan sensitif jika dipergunakan pada tipe aliran jenuh seperti *MODFLOW*. Sedangkan pada studi kali ini pelaksanaan simulasi hanya terbatas oleh *FEMWATER* saja tidak sampai pada bagian *MODFLOW*.

Sedangkan pada saat melakukan simulasi *FEMWATER*, diperlukan beberapa syarat kondisi yang dimana jika ada dua atau lebih simulasi *FEMWATER* pada suatu model, simulasi *FEMWATER* tidak dapat bertemu dikarenakan tingkat dan waktu simulasi berbeda.



Jika dalam sebuah simulasi aliran, *FEMWATER* memerlukan settingan data output untuk *pressure head* dan dari setingan kondisi inisial (*Initial Condition*). Sedangkan simulasi *FEMWATER* melalui *GMS 4.0* dapat dijalankan secara otomatis dengan berdasarkan data lapisan tanah dari sumur-sumur yang pernah dibor. Sedangkan untuk *total head*, diperoleh dari hasil generalisasi dengan cara menginterpolasi data-data head yang ada pada saat input *scatter point* kepada noda 3D Mesh. Dan akhirnya setelah simulasi berhasil, didapatkan output *pressure head* pada sebuah wilayah studi yang nantinya dapat dijadikan acuan potensi airtanah di daerah tersebut.

4.6.1. Pembuatan Set Scatter Point


Untuk mendefinisikan kondisi material, diperlukan pembuatan sedikit set poin pada beberapa elevasi secara menyebar yang akan dihitung sebagai *water table surface*. Sebelum mendigitasi poin-poin, dianjurkan untuk mematikan *flux boundary condition display options*.

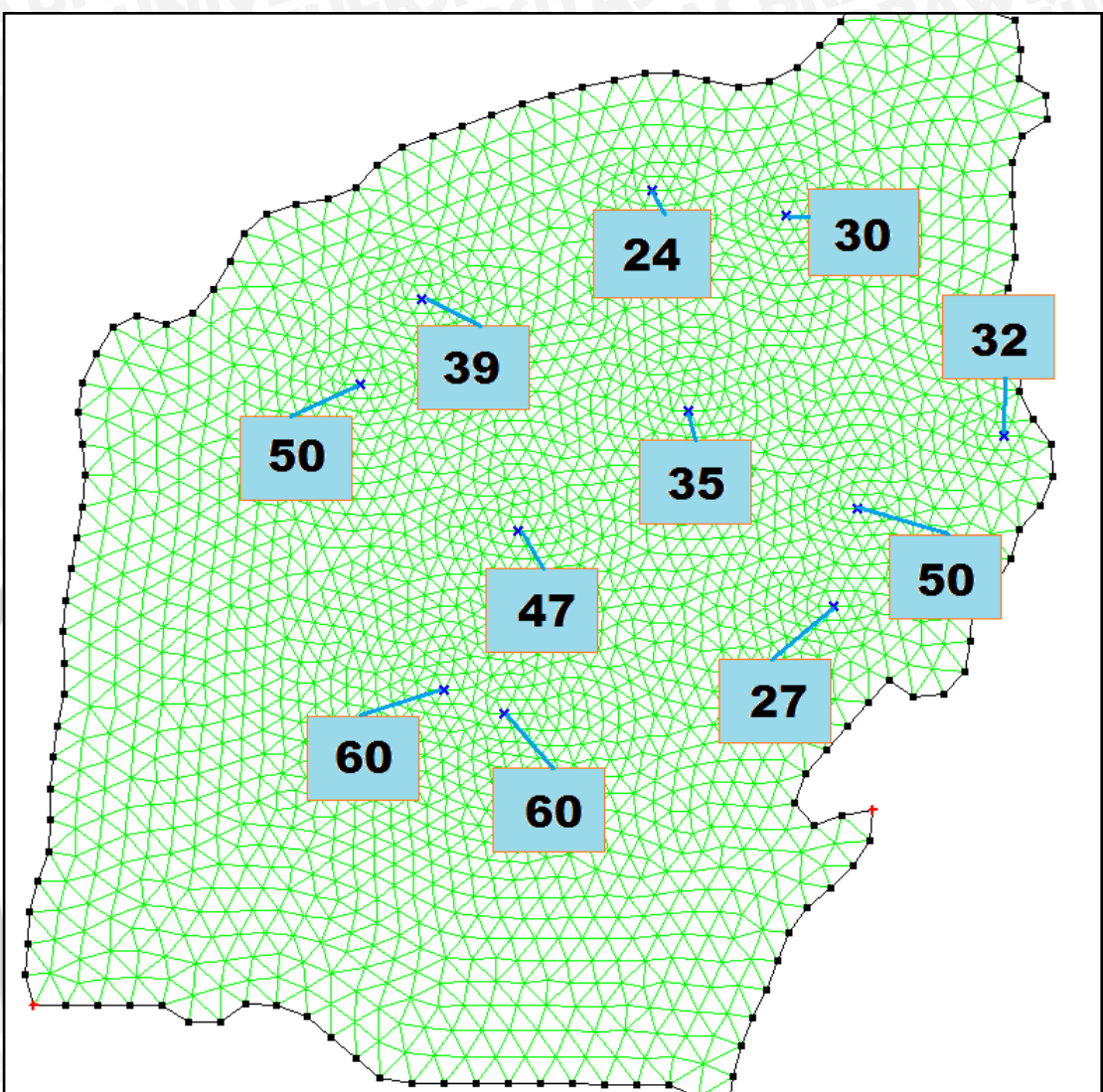
1. Pada menu *FEMWATER* , pilih perintah *BC Display Options*.
2. Matikan opsi *Flux*.
3. Pilih OK.

Untuk mendigitasi poin pada layar, perlu dibuat TIN baru dan satu set dengan TIN *vertices*. Disaat poin sudah dibuat, diperlukan mengubah vertices kepada set *2D scatter poin*.

1. Pindahkan tampilan ke *Plan View* 
2. Pindahkan ke *TIN Module* 
3. Dari menu *Build TIN* , pilih perintah *New TIN*.
4. Isikan **Starting Head** sebagai nama.
5. Pilih OK.

Selanjutnya akan dibuat poin-poin (*vertices*). Diperlukan penyebaran berdasarkan gambar 4.46 dengan cara:

1. Pilih tool *Create Vertex* 
2. Dari menu *Modify TIN* , pilih *Vertex Options*.
3. Pastikan bahwa opsi *Confirm z-value* menyala dan pilih OK.
4. Klik pada titik-titik tertentu sesuai pada gambar dan masukan nilai sesuai angka yang tertera pada gambar.
5. Ulangi proses ini sampai semua titik yang tertera pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Lokasi dan Elevasi Untuk Point *Starting Head*

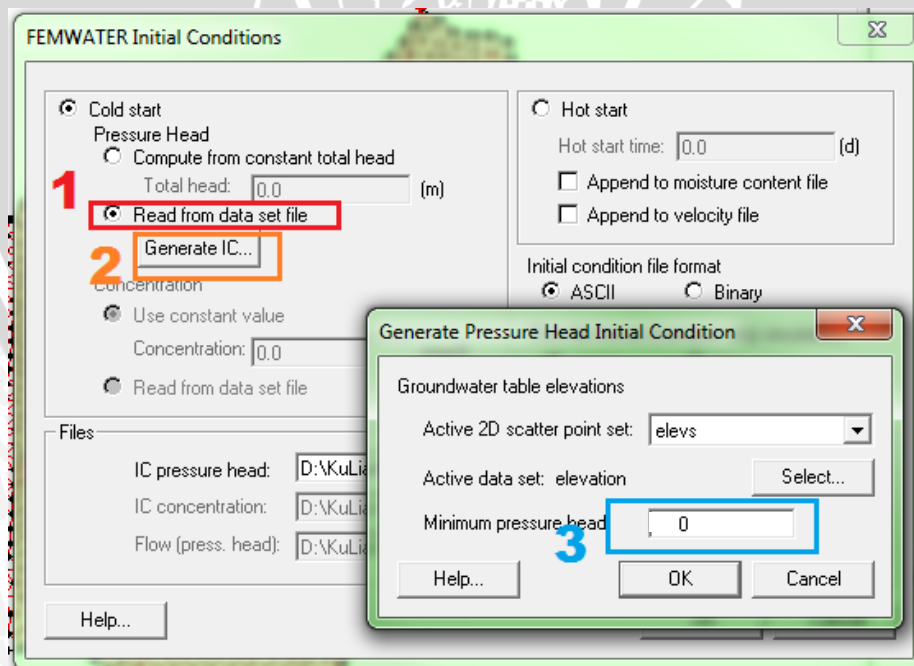
Setelah vertices TIN berhasil dibuat, maka data telah siap untuk dirubah dari vertices kepada set *Scatter Point*.

1. Pada menu *Build TIN* , pilih perintah *TIN -> 2D Scatter Points*.
2. Masukkan ***Starting Heads*** untuk nama set *Scatter Point* dan klik OK.
3. Pilih *Yes* untuk menghapus TIN.

4.6.2. Membuat *Data Set*

Langkah selanjutnya adalah membuat data set untuk *Pressure Head*. Data-set akan tersimpan dalam bentuk file save tersendiri. Bagian dari simulasi FEMWATER akan dimulai dimaulai dari Modul 3D Mesh.

1. Pindahkan pada modul 3D Mesh.
2. Dari menu *FEMWATER*, pilih perintah *Initial Conditions*.
3. Pada bagian *Cold start* pada bagian pojok kiri atas, pilih opsi *Read from data set file* dan klik *Generate IC*
4. Setelah itu pada *Minimum Pressure Head* masukkan angka 0, angka ini adalah koefisien umum dalam perhitungan otomatis dalam metode FEMWATER. Sedangkan dalam penelitian yang sebenarnya nilai dapat berubah berdasarkan kondisi lokasi studi.
5. Pilih tombol *OK*
6. Pada saat akan memasukkan nama file dituliskan **starthd.phd** dan pilih tombol *Save*.
7. Pilih tombol *OK* untuk keluar dari dialog *Initial Condition*.



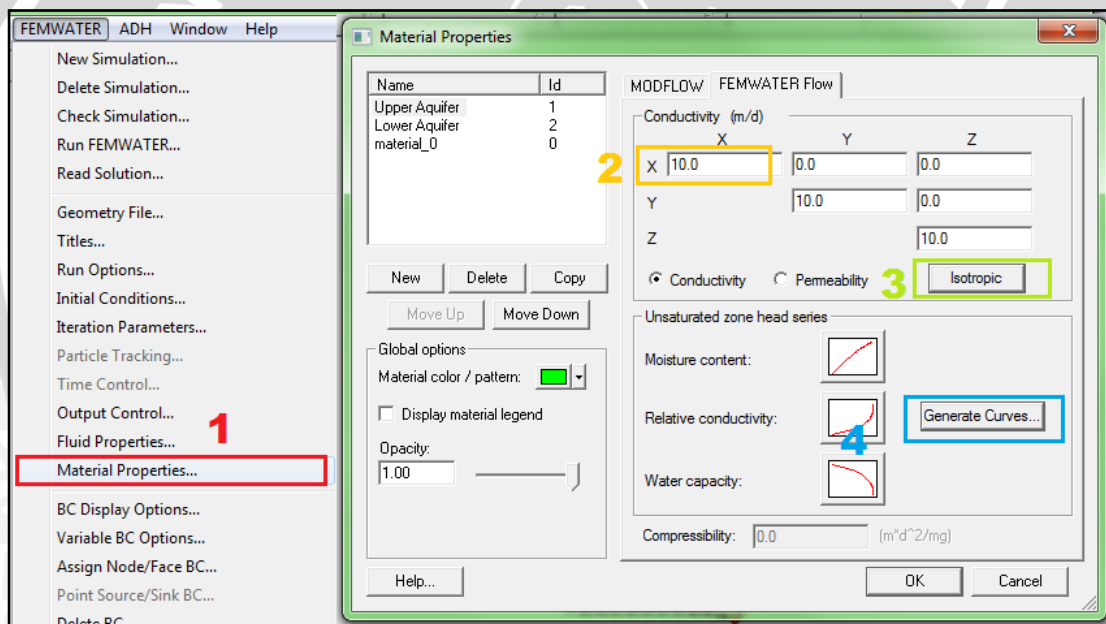
Gambar 4.11 Dialog Box *Initial Condition*

4.7. Penentuan *Material Properties*

Langkah terakhir pada penyettingan model adalah mendefinisikan *Material Properties*. Dari menu FEMWATER, pilih dialog *Material Properties*. Diperlukan untuk memasukan *hydraulic conductivity* pada setiap akuifer.

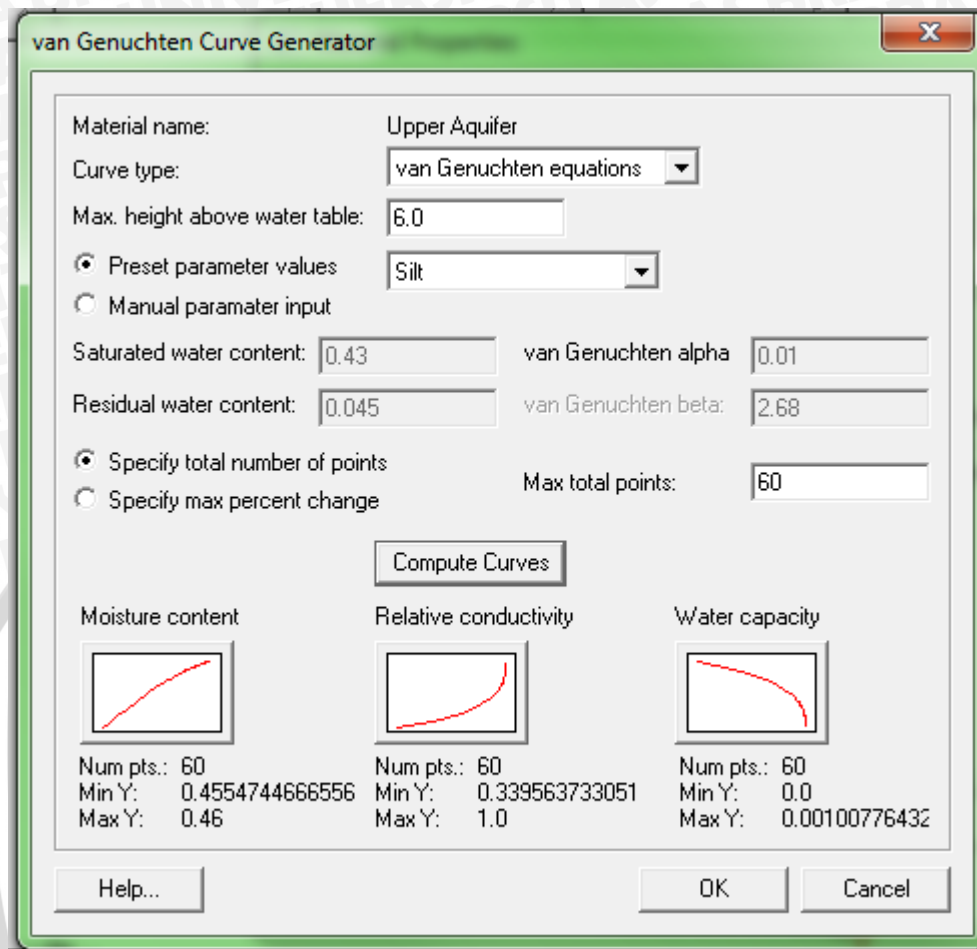
Untuk mendeskriptifkan *material properties* untuk *Upper Aquifer*.

1. Pilih *Upper Aquifer* dari daftar material.
2. Pilih tab *FEMWATER Flow*.
3. Masukkan angka 10 untuk dialog box dibawah keterangan *Conductivity*, dan tekan tombol *Isotropic*. Ini akan membuat value paling bawah dalam setiap ruas terisi nilai 10.
4. Setelah itu klik tombol *Generate Curves*.



Gambar 4.12 Material Properties

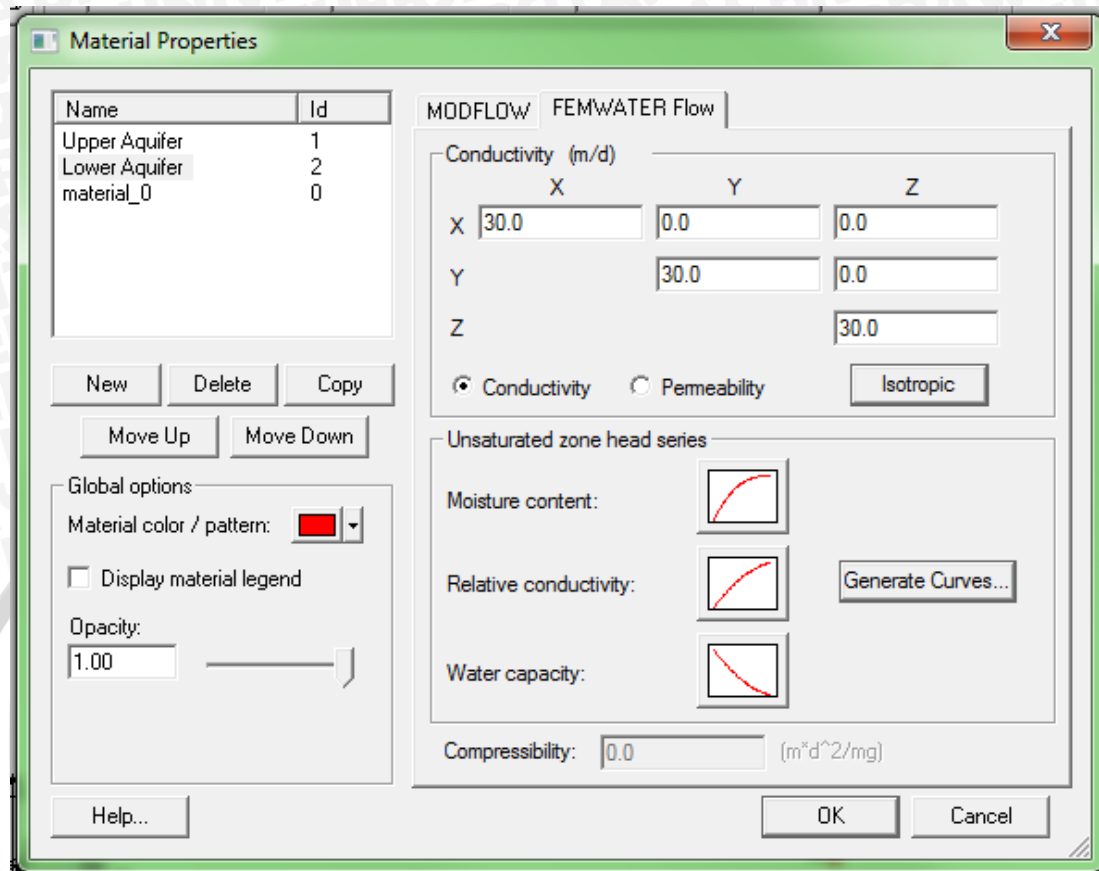
5. Ubah *Curve type* menjadi *van Genuchten equations*.
6. Isi nilai **6.0** untuk *Max. height above water table*.
7. Pilih bagian *Preset parameter values* dan ubah menjadi *Silt*.
8. Pilih Tombol *Compute Curves*.
9. Pilih *OK*.



Gambar 4.13 Tampilan Generator Otomatis Dalam konversi Data Material

Sedangkan untuk *Lower Aquifer* :

1. Pilih *Lower aquifer* disisi kiri atas dialog box.
2. Masukkan nilai **30.0** pada pojok kiri atas dibagian area dibawah keterangan *Conductivity* dan pilih tombol *Isotropic*.
3. *Generate Curves* button.
4. Pilih tombol *Compute Curves*.
5. Pilih *OK*.
6. Dan pilih sekali lagi tombol *OK* untuk mengakhiri dialog *Material Properties*.



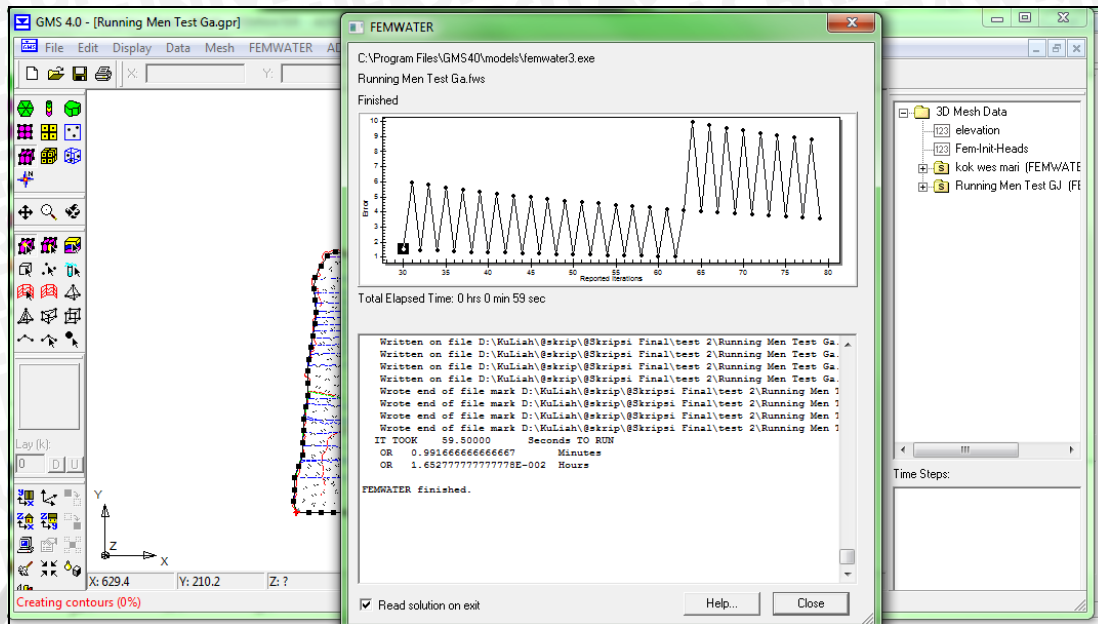
Gambar 4.14 Pengisian Seting Untuk *Lower Aquifer*

4.8. Menyimpan dan Menjalankan *Running Test Model*

Sekarang model konseptual yang telah diatur dengan sedemikian rupa sudah dapat dijalankan (*Running*).

1. Dari menu *File* pilih *Save As*.
2. Masukkan nama **femmod.gpr** untuk nama file atau apapun.
3. Pilih tombol *Save*.
4. Dari menu FEMWATER, pilih Run Simulation dan klik *Save As*.

Setelah itu tampilan layar FEMWATER akan muncul dan bisa dilihat beberapa informasi dan progres dari model konseptual. Dan proses seharusnya akan selesai dalam beberapa menit. Setelah selesai klik tombol *Close*.



Gambar 4.15 Tampilan Hasil Test Running FEMWATER.

Jika tidak ada error terdeteksi maka bisa dipastikan Running berhasil.

4.8.1. Melihat Head Contours


Untuk melihat pembagian head kontur bisa dilakukan cara seperti ini:

1. Dari menu *Display*, pilih perintah *Display Options*.
2. Nyalakan opsi *Contours*.
3. Pilih tombol *Options* yang terdapat pada sebelah *Contours*.
4. dibawah bagian *Line options* ganti warna garis dengan warna biru.
5. Pilih OK.
6. Pindahkan ke tab *FEMWATER*.
7. Matikan opsi *Head*.
8. Pilih OK

4.8.2. Melihat Water Table Iso-Surface

Cara lain untuk melihat solusi dari simulasi yang telah dibuat adalah dengan generalisasi nilai tekanan pada model. Jadi kita dapat melihat dimana lokasi

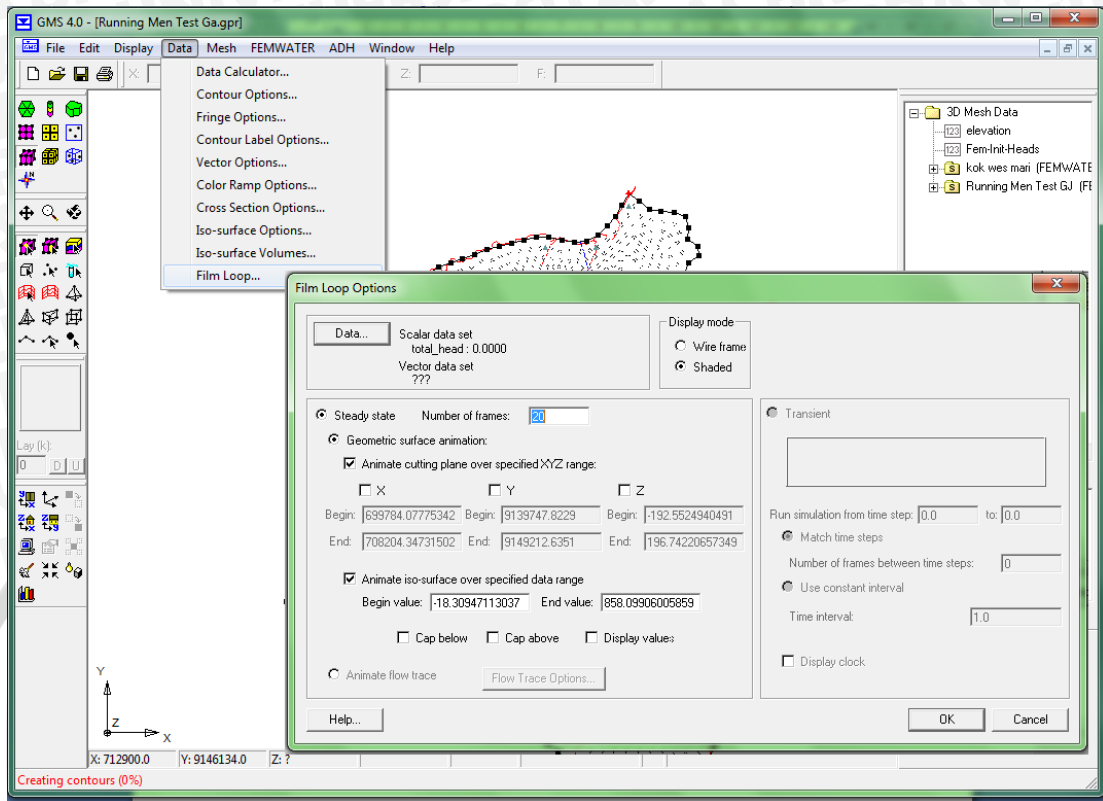
pergerakan aliran dan area mana saja yang memiliki tekanan airtanah yang cukup tinggi.

1. klik tanda plus (+) **femmod** pada *Data Tree*.
2. Pilih **pressure_head** untuk membuatnya aktif sebagai data set yang terlampir.
3. Dari menu *Display* pilih perintah *Display Options*.
4. Matikan *Elements* dan opsi *Contours*.
5. Nyalakan *Fringes* dan opsi *Iso-surfaces*.
6. Pilih tombol *Options* sebelah dari *Iso-surfaces*.
7. Pastikan bahwa nilai dari *iso-surfaces* adalah **1**.
8. Untuk nilai yang tertera pada kolom pertama *Upper value* adalah **0.0**.
9. Centang *Cap between* yang terdapat antara nilai **0.0** dan nilai maksimumnya.
10. Klik OK untuk mengakhiri opsi.
11. Dan pilih *Shade* macro  .

4.9. Melihat hasil Simulasi Menggunakan Film Loop

Setelah simulasi berjalan lancar dan dapat kita lihat hasilnya dengan berbagai cara, terdapat satu cara untuk mempermudah kita mengerti arah laliran dan tekanan yang terjadi pada daerah yang dimodelkan. Cara tersebut adalah film loop yang dimana hasil dari simulasi dapat kita gambarkan secara virtual sebagai sebuah video. Untuk menampilkannya dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Dari menu *Data*, pilih perintah *film loop*
2. Pilih spesifikasi dan kriteria yang akan disimulasikan
3. Isi frame rate dengan 20
4. Klik OK.



Gambar 4.16 Saat pembuatan Film Loop

Dari hasil pembuatan film loop, maka bisa kita dapatkan hasil pergerakan arah aliran yang ada pada kecamatan Kejayan. Dari Hasil Film Loop tersebut dapat kita gambarkan pada gambar 4.17. dan untuk lokasi Pressure Head yang merupakan tekanan Airtanah dapat dilihat dalam gambar 4.18.



Gambar 4.17. Arah Aliran Airtanah





Gambar 4.18. Pressure Head Pada Kecamatan Kejaman

Dari hasil *running* tersebut dapat dipastikan bahwa arah aliran airtanah pada kecamatan Kejayan mengalir dari utara, selatan dan barat menuju ke tengah (daerah Coban Joyo). Dari hasil pergerakan aliran airtanah tersebut dapat dianalisa bahwa pergerakan aliran airtanah mengikuti kontur topografi. Seperti halnya air pada permukaan yang mengalir dari elevasi tinggi menuju elevasi yang lebih rendah. Sedangkan untuk daerah studi kecamatan Kejayan, elevasi yang tinggi adalah daerah bagian utara dan selatan, sedangkan elevasi rendah berada pada daerah tengah.

Dan dari hasil pergerakan aliran airtanah juga dapat dianalisa bahwa potensi airtanah (yang memiliki *pressure head* tinggi) terdapat pada daerah Coban Joyo.



-----last page-----

