



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN MODEL ALIRAN AIR TANAH DUA
DIMENSI DIDORONG OLEH PERBEDAAN MASSA JENIS
DI AKUIFER PANTAI**

SKRIPSI

**MA'RUFFI KURNIA
0706266424**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN MODEL ALIRAN AIR TANAH DUA
DIMENSI DIDORONG OLEH PERBEDAAN MASSA JENIS
DI AKUIFER PANTAI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**MA'RUFFI KURNIA
0706266424**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ma'ruffi Kurnia

NPM : 0706266424

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ma'ruffi Kurnia
NPM : 0706266424
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengembangan Model Aliran Air Tanah
Dua Dimensi Didorong oleh Perbedaan Massa
Jenis di Akuifer Pantai

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Herr Soeryantono, Ph.D (.....)

Penguji I : Ir. Widjojo Adi Prakoso, M.Sc., Ph.D (.....)

Penguji II : Ir. Ruswan Rasul, M.Si (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 25 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Ir. Herr Soeryantono, Ph.D selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini. Beliau disela-sela kesibukannya sebagai Direktur Pembinaan SDM UI tetap bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing saya dan teman – teman.
- (2) Bapak Ir. Widjojo Adi Prakoso, M.Sc., Ph.D dan Ir. Ruswan Rasul, M.Si selaku penguji seminar skripsi sekaligus penguji skripsi yang telah memberikan masukan yang konstruktif bagi penelitian saya. Meskipun terkadang *out of the box*, masukannya membuka cakrawala lain di fikiran saya.
- (3) Ibu Mulia Orientilize, S.T., M.Eng selaku pembimbing akademis yang telah sabar membimbing, mengingatkan dan membantu penulis untuk segera menyelesaikan kuliah di Teknik Sipil ini.
- (4) Ibu Dr. –Ing. Ir. Dwita Sutjiningsih Marsudiantoro, Dipl.HE, selaku ketua kelompok ilmu Manajemen Sumber Daya Air, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, yang telah memberi banyak ilmu selama saya menempuh pendidikan untuk mendapatkan gelar S1.
- (5) Para dosen pengajar saya sejak tahun pertama hingga tahun terakhir, yang telah memberikan ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan studi di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia ini.

- (6) Bapak Bagyo, Mbak Wiwit, Mbak Dian, dan seluruh staf di Departemen Teknik Sipil yang banyak memberi kemudahan serta informasi kegiatan perkuliahan selama ini.
- (7) Bapak saya, Achmad Djunaedi, Mama saya Bagiyatun, Kakak saya, Arif Kurnia & Halimah Ayu Kurnia dan Adik saya, Nur Fatimah Kurnia, serta Lik Sugeng, Lik Baidun, Bulik Nurul, Bude Cipayung, Bulik Komar, yang sudah banyak memberi dukungan, baik moril maupun materiil.
- (8) Sahabat-sahabat saya di peminatan MSDA, Eti Rahmawati, Tri Sutrisno, Resky Agaslian Pramadin, dan Dinya Amima Sara, yang selalu memberi dukungan selama ini. Semoga kita berlima, *Water Rangers*, selalu diberi kemudahan oleh Allah SWT untuk mencapai cita-cita kita. Amin! (Yuk! Kita inget lagi cita-cita kita saat makan di Tik Tok Van Depok ☺).
- (9) Teman seperjuangan, *Water Rangers Junior*, Triananda Pangestu Gusti, Desy Rahayu Hertanti, dan Herlambang Cipta Aji. Terima kasih banyak atas kebersamaan selama ini, dari awal seminar sampe sidang skripsi. Semoga tak putus sampai disini kebersamaan kita. Hari esok yang cerah telah menanti karya-karya kita di bidang ilmu kita. Mari bergabung dengan kami, *Squad Water Rangers*. Mulai detik ini, kalian bertiga kami angkat jadi *Water Rangers Junior* ☺.
- (10) Sobat sekamar – sepenanggungan – seperjuangan – sepenggalauan, Ijonk Muhammad Adi Nugroho. Ayo boy kita jadiin wisuda di puncak gunung. Kalo emang harus berdua, kita jabanin dah ☺. Tak lupa, sohib sekosan pak catur, pungkie, ichsan yang udah memberikan *support* selama ini.
- (11) Rekan-rekan BEM UI 2011 Maman, Ijonk, Czafrani, Rani, Ijo, Mega, Aya, Ayat, Abay, Tri, Zahra, Ira, Cipi, Cabe, Arman, Riza, Aul, Diki, Fadel, Indun, Mimi, Ulik, Dhana, Yoga, Rozi, Reno, Sulis, Edski, Endra, dkk. Terima kasih atas pengalaman yang amat berarti selama kepengurusan kemarin. Banyak hal lucu, menarik, menegangkan, sedih, senang, duka, lara, semuanya kaya permen nano-nano. Kalo kata Sheila On 7, ini *sebuah kisah klasik*. Terlepas dari itu semua, yuk! Tetep kita wujudkan *Together in Excellence*. Semoga kita bisa bertemu lagi di kemudian hari dengan karya-karya yang luar biasa.

- (12) Konco-konco Sospolicious 2011 Jay, Eko, Maman, Ijonk, Ical, Diki, Rozi, Ayat, Risma, Rizka, Rani, Fini, Ira, Ghanay, Beauty, Anita, Fina dan khususnya Fitri Muniro yang sangat membantu dalam menjalankan roda sospol 2011. Terima kasih atas do'anya, dukungan moril maupun materiil. Semoga Allah membalas dengan kebaikan yang berlipat ganda. Amin.
- (13) Jenderal-jenderil fakultas 2011 Ade, Indri, Mukhsin, Zuryati, Rizkiandi, Maldini, Jay, Firmansyah, Gusva, Aliboy, Khoirul, Wanti. Terima kasih banyak atas kerja samanya, juga do'a yang sudah dilantunkan untuk kemudahan perjalanan menggapai Sarjana Tukang ini.
- (14) Bos besar ANW, GR, TG. Jazakallah atas do'anya. Semoga sama-sama dilancarkan di setiap urusan kita. Khusus bos ANW, yuk wisuda bareng ☺.
- (15) Rombongan Fathan Mubina dan gerbong kereta DKUI.
- (16) Pasukan KFC LA & Margonda cucu Wanti, cucu Yani, Ayat, Ijonk, Rizka, Wahyu. Alhamdulillah, bergadangnya bermanfaat. Udah kaya lirik lagu bang Rhoma Irama, "...*bergadang boleh saja asal perlunya...*" ☺.
- (17) Ka ura, Bumil dan mba Tria yang udah memberi semangat dan do'a di detik-detik terakhir menjelang sidang skripsi.
- (18) Manusia-manusia luar biasa Ijonk, cucu Anin, Soraya, Czafrani, Vivi, Aga, Abay Nikmatullah yang menyempatkan hadir di sidang skripsi saya di DTS lantai 3 meski harus datang jauh-jauh.
- (19) Serta semua pihak yang turut membantu saya selama masa penyusunan tugas akhir/skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Akhir kata, saya berharap Allah swt berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 25 Juni 2012

Ma'ruffi Kurnia

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ma'ruffi Kurnia
NPM : 0706266424
Program studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

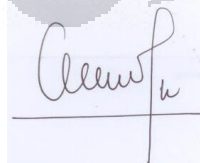
Pengembangan Model Aliran Air Tanah Dua Dimensi Didorong oleh Perbedaan Massa Jenis di Akuifer Pantai

beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 25 Juni 2012

Yang menyatakan



(Ma'ruffi Kurnia)

ABSTRAK

Nama : Ma'ruffi Kurnia
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Pengembangan Model Aliran Air Tanah Dua Dimensi Didorong oleh Perbedaan Massa Jenis di Akuifer Pantai

Aliran air tanah mengalir disebabkan oleh perbedaan tinggi hidrolik. Dalam menurunkan persamaan, massa jenis sering diasumsikan konstan. Persamaan ini dapat dan sering diaplikasikan di tempat yang jauh dari wilayah pantai. Namun, persamaan tersebut tidak dapat diaplikasikan di wilayah/akuifer pantai karena massa jenis merupakan sebuah fungsi dari konsentrasi. Air laut yang mengandung garam NaCl menginduksi air tanah sehingga menyebabkan perubahan massa jenis. Peristiwa ini disebut transpor pencemar. Perbedaan massa jenis menyebabkan perubahan tinggi hidrolik. Dalam kondisi aliran tidak berubah menurut waktu (*steady*), transpor pencemar tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan tinggi hidrolik. Sebaliknya, dalam kondisi aliran yang berubah menurut waktu (*unsteady*), transpor pencemar sangat berpengaruh. Hal ini menyebabkan terjadi aliran air tanah didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*). Untuk memodelkan masalah ini, digunakan metode numerik beda hingga dan diterapkan pada *spread sheet* program *Microsoft Excel*.

Kata Kunci :

Driven density, Aliran air tanah, transpor pencemar, NaCl, *steady*, *unsteady*, metode beda hingga, *spread sheet*.

ABSTRACT

Name : Ma'ruffi Kurnia
Study Program : Teknik Sipil
Title : Development of Modeling of Two-Dimensional Driven
Density Groundwater Flow in Coastal Aquifers

Groundwater flow caused by hydraulic head. In term of governing equation, density often assumed as a constant value. This equation often used far away from coastal area. However, those equation can't be used in coastal area/aquifers because density is a function of concentration. Saltwater which is containing salt (NaCl) induces freshwater so that causing changes in the density of water. This phenomenon called contaminant transport. The changing of density caused changes in the hydraulic head. At steady condition, contaminant transport does not significantly affect to the hydraulic head. Otherwise, contaminant transport significantly affect to the hydraulic head. This is caused driven density groundwater flow. To solving this problem, is used numerical method (finite difference method) and applied to the spread sheet of Microsoft Excel.

Key words :

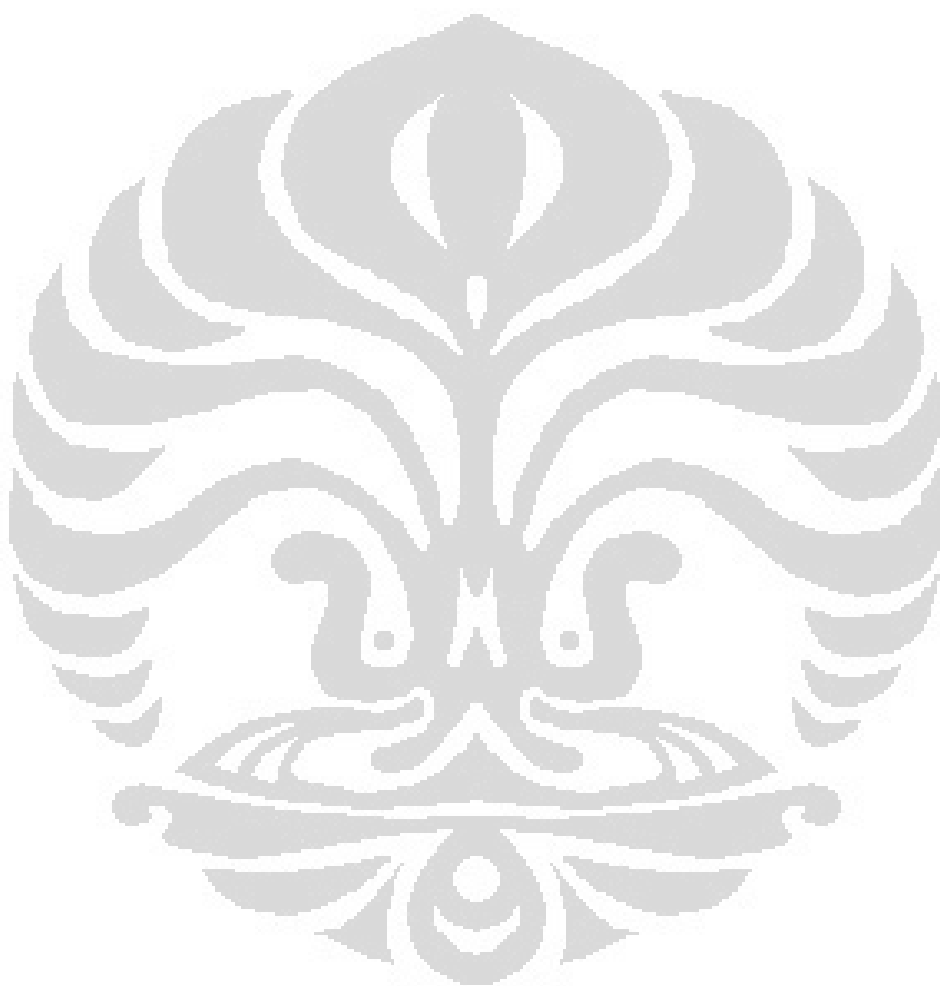
Driven density, groundwater flow, contaminant transport, NaCl, steady, unsteady, finite difference method, spread sheet.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Metodologi Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TEORI DASAR.....	6
2.1 Konsep Air Tanah	6
2.2 Konsep Volume Kontrol (<i>Control Volume</i>).....	7
2.3 Hukum Kekekalan Massa.....	9
2.4 Persamaan Aliran Air Tanah Didorong Oleh Tinggi Hidraulik (<i>Hydraulic Head</i>).....	10
2.4.1 <i>Specific Discharge</i>	10
2.4.2 Konduktivitas Hidraulik (<i>Hydraulic Conductivity</i>).....	11
2.4.3 Tinggi Hidraulik (<i>Hydraulic Head</i>) dan Potensial Fluida (<i>Fluid Potential</i>).....	12
2.4.4 Porositas (<i>Porosity</i>) dan Rasio Rongga (<i>Void Ratio</i>).....	13
2.4.5 Kompresibilitas dan Tegangan Efektif.....	14
2.4.6 <i>Specific Storage</i>	15
2.4.7 Transmisivitas (<i>Transmissivity</i>) dan Storativitas (<i>Storativity</i>) di Akuifer Terkekang	16
2.5 Transpor Pencemar (<i>Contaminant Transport</i>).....	17
2.5.1 Massa dan Konsentrasi.....	17
2.5.2 Proses Adveksi	18
2.5.3 Dispersi Hidrodinamik (<i>Hydrodynamic Dispersion</i>).....	18
2.5.4 Hukum Difusi Fick.....	20
2.5.5 Persamaan Adveksi – Dispersi untuk Transpor Pencemar.....	20
2.6 Massa Jenis Air	21
2.6.1 Variabel Fungsi Massa Jenis Air.....	21

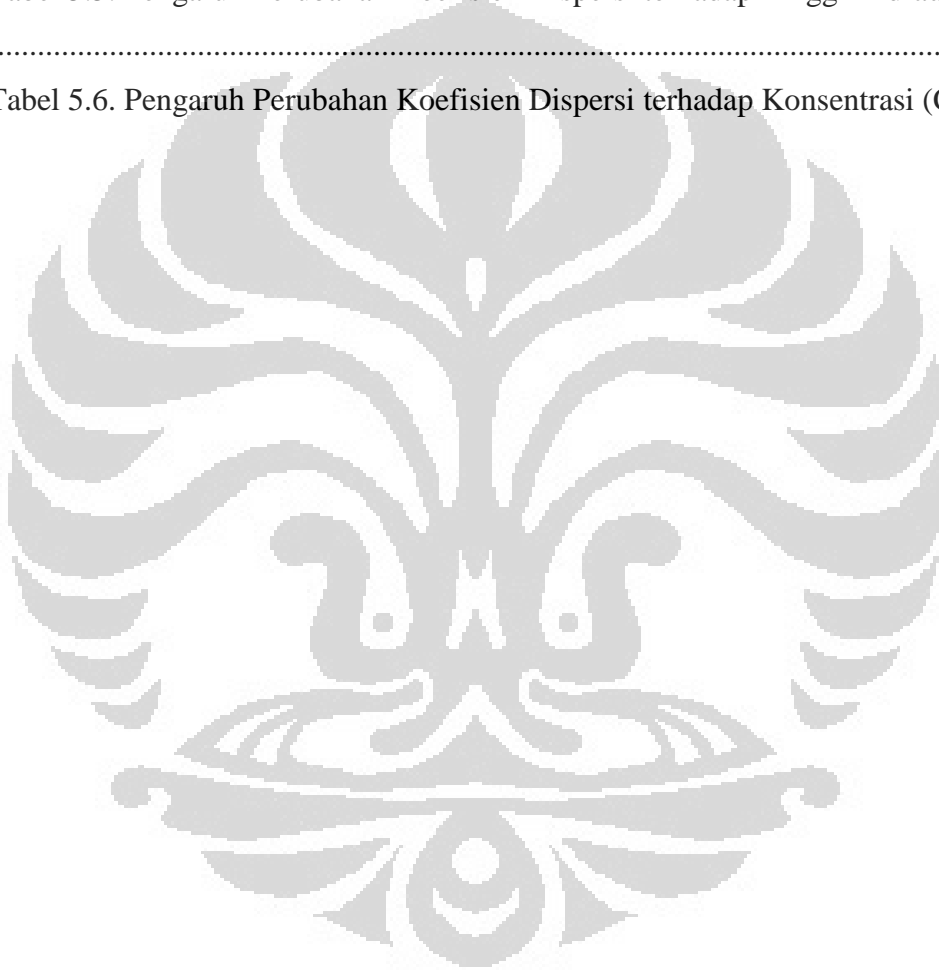
2.6.2	Hubungan antara Konsentrasi Garam (NaCl) dan Massa Jenis Air.....	22
2.7	Operasi Matematika	24
2.7.1	Konsep Turunan/Diferensial	24
2.7.2	Persamaan Diferensial.....	24
2.8	Metode Numerik	25
2.9	Iterasi Program <i>Microsoft Excel</i>	27
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1	Menentukan Lingkup Aliran Air Tanah Dua Dimensi (2D).....	28
3.2	Menurunkan Persamaan Matematis Aliran Air Tanah Dua Dimensi (2D) didorong oleh perbedaan massa jenis (<i>driven density</i>).....	29
3.3	Mengembangkan Solusi Numerik Persamaan Aliran Air Tanah Dua Dimensi (2D) untuk perbedaan jarak (spatial) dan waktu (temporal).....	30
3.4	Menyelesaikan Solusi Numerik Menggunakan <i>Spread Sheet</i> Program <i>Microsoft Excel</i>	31
3.5	Analisa Hasil Simulasi Model.....	33
BAB 4	PENGEMBANGAN MODEL ALIRAN AIR TANAH DIDORONG OLEH PERBEDAAN MASSA JENIS (<i>DRIVEN DENSITY</i>).....	34
4.1	Persamaan Aliran Air Tanah.....	34
4.2	Persamaan Transpor Pencemar (Adveksi – Dispersi).....	37
4.3	Solusi Numerik Komponen Ruang dengan Metode Beda Hingga.....	37
4.4	Solusi Numerik Komponen Waktu dengan Metode Beda Hingga	38
BAB 5	PENERAPAN MODEL MENGGUNAKAN <i>SPREAD SHEET</i> PROGRAM <i>MICROSOFT EXCEL</i>	40
5.1	Tujuan Penerapan Model	40
5.2	Pengaturan Lingkungan Simulasi (<i>Simulation Setting</i>)	40
5.2.1	Gambaran Situasi Alam.....	40
5.2.2	Konseptualisasi.....	42
5.3	Menjalankan Model (<i>Run Model</i>)	43
5.3.1	Parameter Simulasi.....	43
5.3.2	Kondisi Batas (<i>Boundary Condition</i>) dan Asumsi Awal (<i>Initial Guess</i>).....	43
5.3.3	Kondisi <i>Steady</i> untuk Solusi Spasial.....	46
5.3.4	Kondisi <i>Unsteady</i> untuk Solusi Temporal.....	48
5.3.5	Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis.....	48
5.3.6	Pengaruh Perubahan Dispersi Hidrodinamik (<i>Hydrodynamic Dispersion</i>)	49
5.4	Analisa Hasil Simulasi Model.....	49
5.4.1	Solusi Spasial (kondisi <i>steady</i>) dan Solusi Temporal (kondisi <i>unsteady</i>)	49
5.4.2	Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis.....	52
5.4.3	Pengaruh Perubahan Dispersi Hidrodinamik	54

BAB 6 PENUTUP	56
6.1 Kesimpulan.....	56
6.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59



DAFTAR TABEL

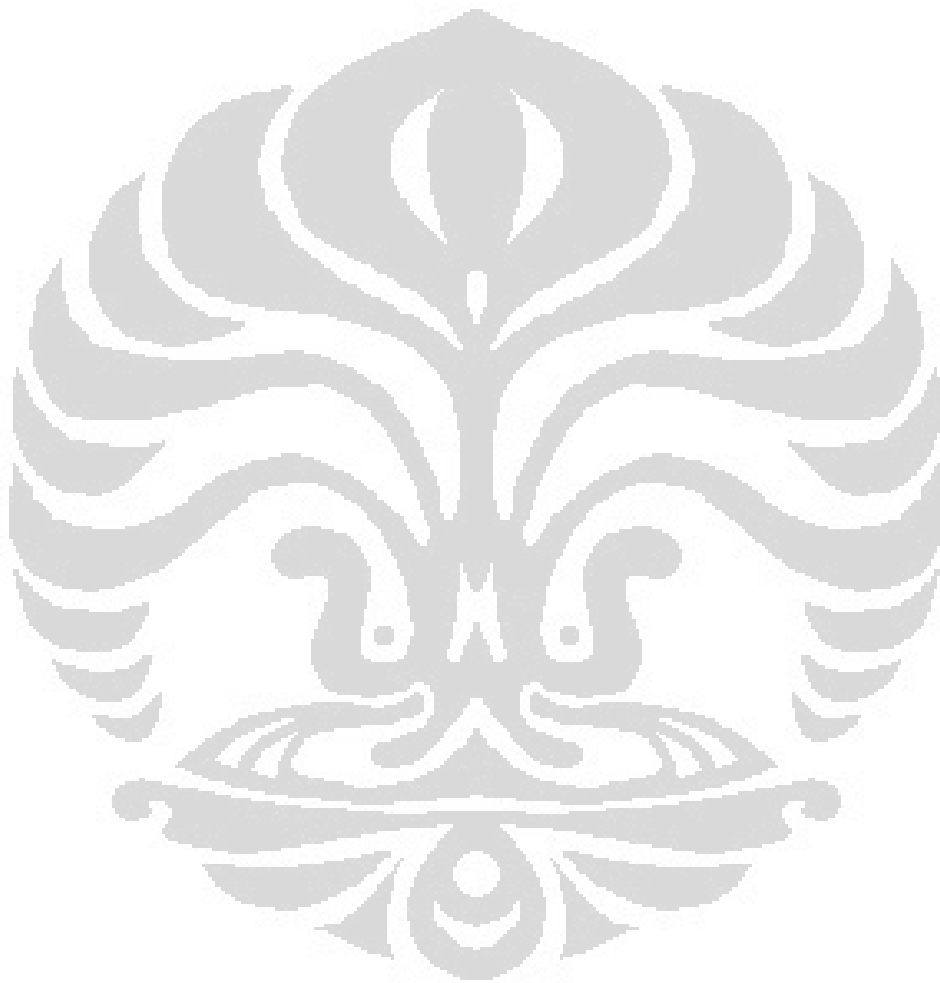
Tabel 2.1. Hubungan Konsentrasi NaCl dan Massa Jenis Air (Laut)	22
Tabel 5.1. Tinggi Hidraulik (h) untuk Solusi Temporal	51
Tabel 5.2. Konsentrasi (C) untuk Solusi Temporal	51
Tabel 5.3. Pengaruh Gradien Fungsi Massa Jenis terhadap Tinggi Hidraulik (h)	53
Tabel 5.4. Pengaruh Gradien Fungsi Massa Jenis terhadap Konsentrasi (C)	53
Tabel 5.5. Pengaruh Perubahan Koefisien Dispersi terhadap Tinggi Hidraulik (h)	54
Tabel 5.6. Pengaruh Perubahan Koefisien Dispersi terhadap Konsentrasi (C).....	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. (a) <i>Interface</i> di Akuifer Tak Terkekang (b) <i>Interface</i> di Akuifer Terkekang.....	1
Gambar 2.1. Lapisan Jenuh dan Tak Jenuh Air	6
Gambar 2.2. <i>Control Volume</i>	7
Gambar 2.3. <i>Control Volume B</i>	8
Gambar 2.4. Ilustrasi Alat Percobaan Hukum Darcy.....	10
Gambar 2.5. Nilai Tipikal Konduktifitas Hidraulik dan Permeabilitas	11
Gambar 2.6. Tinggi Hidraulik h , Tinggi Tekanan ψ , dan Tinggi Elevasi z	13
Gambar 2.7. Tegangan Total, Tegangan Efektif, dan Tekanan Fluida pada Media Berpori Tersaturasi.....	15
Gambar 2.8. Skematik Proses Pengenceran Disebabkan oleh Dispersi Mekanik di Media Berpori Homogen.....	19
Gambar 2.9. Grafik Hubungan Konsentrasi NaCl Vs Massa Jenis Air (Laut)	23
Gambar 2.10. <i>Office Button</i> pada <i>Microsoft Excel</i>	27
Gambar 2.11. Kotak dialog <i>Excel Options</i> pada <i>Microsoft Excel</i>	28
Gambar 3.1. Algoritma Perhitungan Solusi Numerik.....	32
Gambar 4.1. Elemen Volume Kontrol (<i>Control Volume</i>) untuk Aliran melalui Media Berpori	34
Gambar 5.1. Pola Aliran Aktual di Dekat Pantai	41
Gambar 5.2. Rancangan Model Aliran Air Tanah di Akuifer Pantai (20 x 20 grid)	42
Gambar 5.3. Contoh Pengisian Parameter Simulasi	43
Gambar 5.4. Kondisi Batas (<i>Initial Condition</i>) dan Asumsi Awal (<i>Initial Guess</i>) Tinggi Hidraulik (<i>Hydraulic Head</i>)	44
Gambar 5.5. Kondisi Batas (<i>Initial Condition</i>) dan Asumsi Awal (<i>Initial Guess</i>) Konsentrasi (<i>Concentration</i>).....	45
Gambar 5.6. <i>Input</i> Persamaan (4.19) ke model (komponen h)	46
Gambar 5.7. Penelusuran Jarak Arah Sumbu – x.....	46
Gambar 5.8. Penelusuran Jarak Arah Sumbu – z.....	47
Gambar 5.9. <i>Input</i> Persamaan (4.20) ke model (komponen C)	47

Gambar 5.10. Penelusuran Jarak Arah Sumbu – x.....	47
Gambar 5.11. Penelusuran Jarak Arah Sumbu – z.....	48
Gambar 5.12. Grafik h saat $t = 0$	50
Gambar 5.13. Grafik C saat $t = 0$	50



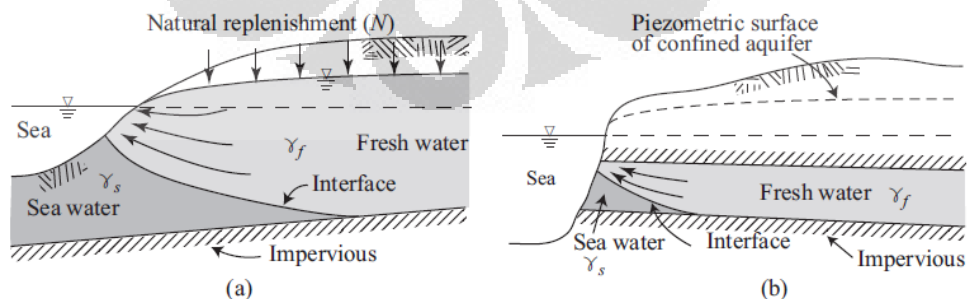
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seperti halnya air permukaan, air tanah juga mengalir atau mengalami pergerakan. Salah satu perbedaannya terletak pada media yang digunakan. Air permukaan mengalir di atas permukaan tanah sedangkan air tanah mengalir melalui ruang-ruang kosong diantara butiran tanah atau retakan batuan atau sering disebut media berpori (*porous medium*). Air tanah mengalir karena perbedaan tinggi hidraulik (*hydraulic head*). Tinggi hidraulik ialah penjumlahan tinggi elevasi (*elevation head*) dan tinggi tekanan (*pressure head*). Hal itu juga sesuai dengan definisi potensial Hubbert (1940) yang berbunyi, “...aliran selalu terjadi dari daerah yang kuantitasnya lebih besar ke yang lebih kecil...”.

Dalam melakukan pendekatan untuk memudahkan perhitungan aliran air tanah, ahli rekayasa (*engineer*) seringkali berasumsi bahwa massa jenis air tanah di setiap titik adalah konstan atau tidak berubah menurut ruang dan waktu karena perbedaannya dianggap terlalu kecil. Asumsi ini mungkin akurat untuk diterapkan di persamaan air tanah secara umum. Namun, menjadi tidak akurat jika diterapkan di akuifer pantai karena terdapat perbedaan massa jenis yang cukup signifikan antara air tanah dan air laut. Dalam kondisi ini, massa jenis air berubah menurut ruang dan waktu tergantung pada aliran air tanah dan transpor pencemar. Perbedaan massa jenis membentuk lapisan (*interface*) dimana air tanah berada di atas karena massa jenisnya lebih ringan daripada massa jenis air laut.



Gambar 1.1. (a) *Interface* di Akuifer Tak Terkekang (b) *Interface* di Akuifer Terkekang

Sumber : *Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport*. Bear & Cheng, 2010

Pemodelan merupakan pendekatan yang dibuat oleh ahli rekayasa (*engineer*) untuk menjelaskan fenomena alam secara ilmiah. Terlepas menjadi masalah atau tidak, pemodelan aliran air tanah di akuifer pantai menjadi penting karena memudahkan orang untuk memahami sistem yang kompleks menjadi lebih sederhana. Pemodelan ini berguna untuk menganalisis aliran air tanah pada akuifer pantai di masa lampau, sekarang dan yang akan datang. Sebagai contoh, model tersebut nanti bisa digunakan untuk menjelaskan fenomena intrusi air laut di jarak sekian kilometer dari bibir pantai atau bahkan mungkin dijadikan sebagai bahan pertimbangan oleh pemerintah untuk membuat peraturan tentang batas maksimal pengambilan air tanah di wilayah dekat pantai.

Hingga saat ini, sebenarnya telah banyak dikembangkan pemodelan aliran air tanah akibat perbedaan massa jenis (*driven density*). Salah satunya seperti yang dilakukan oleh Jing-Ru Cheng, Robert O. Strobi, Gour-Tsyh Yeh, Hsin-Chi Lin, Woo Hee Choi (*Modeling of 2D Density-Dependent Flow and Transport in the Subsurface, 1998*). Model ini menggunakan pendekatan bahwa terjadi pencampuran (*miscible*) antara air tanah dan air laut. Penelitian tersebut berhasil mencari solusi umum aliran air tanah (jenuh – tak jenuh air) di media berpori dengan kombinasi persamaan aliran air tanah dan transpor pencemar. Kasus yang dimunculkan bervariasi mulai dari pemodelan intrusi air laut di akuifer terkekang (*confined aquifer*), akuifer dangkal (*phreatic aquifer*) hingga dalam keadaan tidak stabil (*unstable conditions*). Metode yang digunakan ialah metode elemen hingga.

Sedangkan, dalam penelitian ini, penulis mencoba mengembangkan model matematis aliran air tanah dua dimensi (2D) didorong perbedaan massa jenis di akuifer pantai menggunakan metode beda hingga (*finite difference*). Kemudian merubah menjadi persamaan numerik dan membuat penyelesaian sederhana menggunakan *spread sheet* untuk melakukan prediksi aliran air tanah. Ini juga bertujuan agar dapat digunakan dengan mudah dan terjangkau oleh peneliti.

Dalam melakukan pemodelan, penulis berencana menggunakan iterasi yang terdapat dalam program *Microsoft Excel*. Meskipun, telah banyak digunakan software yang canggih dan aplikatif untuk memodelkan aliran air tanah seperti

SUTRA (*Saturated-Unsaturated TRANsport*), SEAWAT (*A Computer Program for Simulation of Three-Dimensional Variable-Density Groundwater Flow*), FEFLOW (*Finite Element subsurface FLOW system*), GEO_SWIM (*GEO profesional SaltWater Intrusion Model*), 2DFEMFAT (*A Two Dimensional Finite Element Model of Flow and Transport*). Iterasi program *Microsoft Excel* dipilih karena pertimbangan kemudahan penggunaan dan keterjangkauan biaya.

1.2 Tujuan Penelitian

Mengembangkan persamaan matematis aliran air tanah dua dimensi (2D) didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*) di akuifer pantai serta melakukan pengujian sederhana untuk memastikan kebenaran dan kesesuaian persamaan tersebut dengan perilaku (*behaviour*) di alam. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode numerik yaitu metode beda hingga (*finite difference*) untuk domain spasial dan domain temporal serta menerapkannya pada *spread sheet* program *Microsoft Excel*.

1.3 Metodologi Penelitian

- a. Menentukan definisi/lingkup aliran air tanah dua dimensi (2D).
- b. Menurunkan persamaan matematis aliran air tanah dua dimensi (2D) didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*).
- c. Mengembangkan solusi numerik persamaan aliran air tanah dua dimensi (2D) untuk perbedaan jarak (*spatial*) dan waktu (*temporal*).
- d. Menyelesaikan solusi numerik menggunakan iterasi program *Microsoft Excel*.
- e. Melakukan Pengujian dan Analisa Hasil Perhitungan Solusi Numerik.

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Dalam penelitian ini, pengembangan model aliran air tanah yang akan dibahas memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

- a. Pemodelan didasarkan pada persamaan aliran air tanah yang didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*).

- b. Aliran air tanah ditinjau secara vertikal (bidang yang dibentuk oleh sumbu x dan sumbu z) yaitu tegak lurus bibir pantai, tampak potongan lapisan air tanah.
- c. Fluida bersifat *compressible* (volume berubah terhadap tekanan) dan isothermal serta dalam kondisi terkekang (*confined*).
- d. Aliran air tanah bersifat seragam (*uniform*) dan tak tunak (*non-steady*).
- e. Media berpori diasumsikan berada dalam kondisi terkekang (*confined*) homogen, isotropi, dan terisi penuh air (*saturated*).
- f. Posisi *interface* (lapisan pertemuan antara air tanah dan air laut) berubah menurut jarak dan waktu.
- g. *Recharge* (air yang masuk ke dalam tanah)/*discharge* (air yang keluar dari dalam tanah) diabaikan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dipakai dalam skripsi ini ialah :

- a. **BAB 1. PENDAHULUAN**
Bab ini menguraikan tentang latar belakang penelitian, tujuan penelitian, metodologi penelitian, ruang lingkup pembahasan, dan sistematika penulisan.
- b. **BAB 2. TEORI DASAR**
Bab ini berisi beberapa teori yang dibutuhkan sebagai acuan untuk memodelkan yaitu konsep air tanah, volume kontrol, hukum kekekalan massa, persamaan aliran air tanah didorong oleh tinggi hidraulik (*hydraulic head*), transpor pencemar (*contaminant transport*), massa jenis air, operasi matematika (konsep turunan/diferensial dan persamaan diferensial), metode numerik (metode beda hingga) serta iterasi program *Microsoft Excel*.
- c. **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**
Bab ini menguraikan langkah-langkah dalam melakukan penelitian secara umum, mulai dari penentuan lingkup model, pengembangan model secara matematis dan numerik, penyelesaian model menggunakan *Spread Sheet* program *Microsoft Excel*, hingga melakukan pengujian terhadap model.

d. **BAB 4. PENGEMBANGAN MODEL ALIRAN AIR TANAH DIDORONG OLEH PERBEDAAN MASSA JENIS (*DRIVEN DENSITY*)**

Bab ini menjelaskan mengenai langkah detail dalam pembuatan model yaitu penurunan rumus (pemodelan secara matematis), pencarian solusi dengan metode numerik untuk solusi spasial dan solusi temporal serta pemodelan dengan program komputer. Bagian penurunan persamaan matematis menjadi fokus dari penelitian ini. Terdapat dua persamaan yang akan diturunkan yaitu persamaan aliran air tanah dan persamaan transpor pencemar. Kedua persamaan tersebut akan digabungkan (*coupled*).

e. **BAB 5. PENERAPAN MODEL MENGGUNAKAN *SPREAD SHEET* PROGRAM *MICROSOFT EXCEL***

Bab ini berisi mengenai tujuan penerapan model, pengaturan lingkungan simulasi (*simulation setting*), menjalankan model (*run model*), dan analisa hasil simulasi model. Bab ini menjadi penentu keberhasilan penurunan persamaan matematis aliran air tanah. Apabila hasil simulasi menunjukkan kesamaan perilaku (*behaviour*) aliran air tanah di alam, maka persamaan matematis telah diturunkan dengan benar dan tepat. Jika tidak, maka terjadi sebaliknya.

f. **BAB 6. PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran terhadap pemodelan beserta hasilnya yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

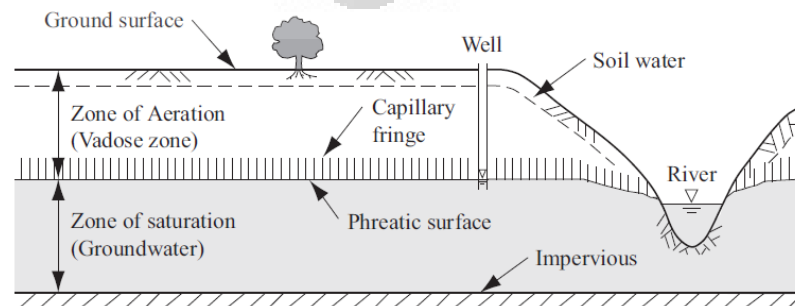
BAB 2

TEORI DASAR

2.1 Konsep Air Tanah

Siklus hidrologi adalah prinsip paling fundamental dalam ilmu hidrologi (Maidment, 1992). Menurut Bear & Cheng (1992) siklus hidrologi ialah terminologi yang digunakan untuk mendeskripsikan siklus pergerakan air di alam. Dalam siklus ini, air mengalami sebuah proses perubahan bentuk dan sifat yang terjadi berulang kali dan terus-menerus. Air hujan (presipitasi) yang jatuh ke tanah mengalami satu dari tiga proses lanjutan yaitu menguap sebelum mencapai tanah (evapotranspirasi), terserap ke dalam tanah (infiltrasi) dan menjadi aliran permukaan (*surface runoff*). Air yang terinfiltrasi ke dalam tanah menjadi cikal bakal air tanah. Sebagian air yang terinfiltrasi mengalami perkolasi hingga menjadi aliran air tanah (*groundwater flow*) dan/atau cadangan air tanah (*groundwater storage*).

Air bawah permukaan atau air tanah adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan seluruh air yang ditemukan di bawah permukaan tanah (Bear, 1987). Bagian tanah yang tidak terisi oleh material solid disebut rongga kosong atau pori-pori tanah. Bagian ini mengandung air dan/atau udara. Secara umum, berdasarkan kandungan air, zona air tanah terbagi menjadi dua yaitu zona saturasi atau dikenal dengan lapisan jenuh air (*saturated zone*) merupakan lapisan tanah yang seluruh ruang porinya terisi penuh oleh air. Sedangkan, zona aerasi atau sering disebut lapisan tak jenuh air (*unsaturated zone*) merupakan lapisan tanah yang sebagian ruang porinya terisi oleh air, selebihnya terisi oleh udara. Lapisan jenuh dan tak jenuh air dibatasi oleh muka air tanah (*water table*).

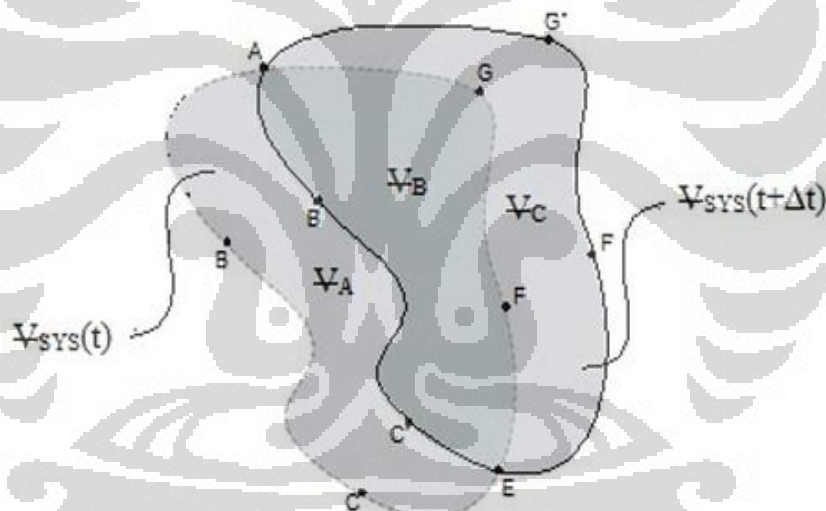


Gambar 2.1. Lapisan Jenuh dan Tak Jenuh Air

Sumber : *Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport*. Bear & Cheng, 2010

2.2 Konsep Volume Kontrol (*Control Volume*)

Untuk mempermudah memahami fluida yang bergerak sesuai dengan konsep flux diperlukan sebuah operasi matematik yaitu diferensial dan integral. Fluida sulit ditinjau secara derivatif dan integrasi apabila melihatnya sebagai sekelompok materi yang mengalir karena hampir tidak mungkin menentukan $\Psi_{SYS}(t+\Delta t)$ yang berisi materi yang berasal dari sekelompok materi $\Psi_{SYS}(t)$ mengingat tiap-tiap molekul bergerak dengan arah yang acak. Tinjauan derivatif dan integrasi akan lebih mudah bila dilakukan terhadap volume Ψ dari suatu ruang yang tetap (Ψ_{CV}), bukan terhadap volume Ψ dari suatu materi yang tetap (Ψ_{SYS}). Volume ruangan ini disebut sebagai volume dari ruang tinjauan (*control volume* disingkat *CV*). Pendekatan ini disebut sebagai pendekatan *Eularian*. Transformasi pendekatan sistem *Lagrangian* menjadi pendekatan *control volume* menurut *Eularian* ialah sebagai berikut



Gambar 2.2. *Control Volume*

Sumber : Diktat Mekflu Bab 3, Herr Soeryantono, 2008, telah diolah kembali

Sekelompok materi pada saat t menempati ruang yang dibatasi garis melalui titik-titik ABCFEFGA seperti pada gambar di atas. Volume dari kelompok materi ini disebut sebagai $\Psi_{SYS}(t)$, sementara volume dari ruang yang ditempati kelompok materi ini dinotasikan sebagai Ψ_{CV} . Jadi, $\Psi_{SYS}(t) = \Psi_{CV}$.

Saat $t+\Delta t$, kelompok materi bergerak dan menempati ruang AB'C'EF'G'A. Volume di tempat tersebut dinotasikan sebagai $\Psi_{SYS}(t+\Delta t)$. Sehingga, derivatif dari Ψ_{SYS} terhadap t ialah sebagai berikut

$$\frac{dV_{SYS}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{V_{SYS}(t+\Delta t) - V_{SYS}(t)}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Dari gambar terlihat bahwa

$$V_{SYS}(t) = V_A(t) + V_B(t) \quad (2.2)$$

$$V_{SYS}(t + \Delta t) = V_B(t + \Delta t) + V_C(t + \Delta t) \quad (2.3)$$

Sehingga persamaan (2.1) menjadi

$$\frac{dV_{SYS}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{(V_B(t+\Delta t) + V_C(t+\Delta t)) - (V_A(t) + V_B(t))}{\Delta t} \quad (2.4)$$

Kemudian dapat dimanipulasikan secara aljabar menjadi

$$\frac{dV_{SYS}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{V_B(t+\Delta t) + V_C(t+\Delta t) - V_A(t) - V_B(t) + V_A(t+\Delta t) - V_A(t+\Delta t)}{\Delta t} \quad (2.5)$$

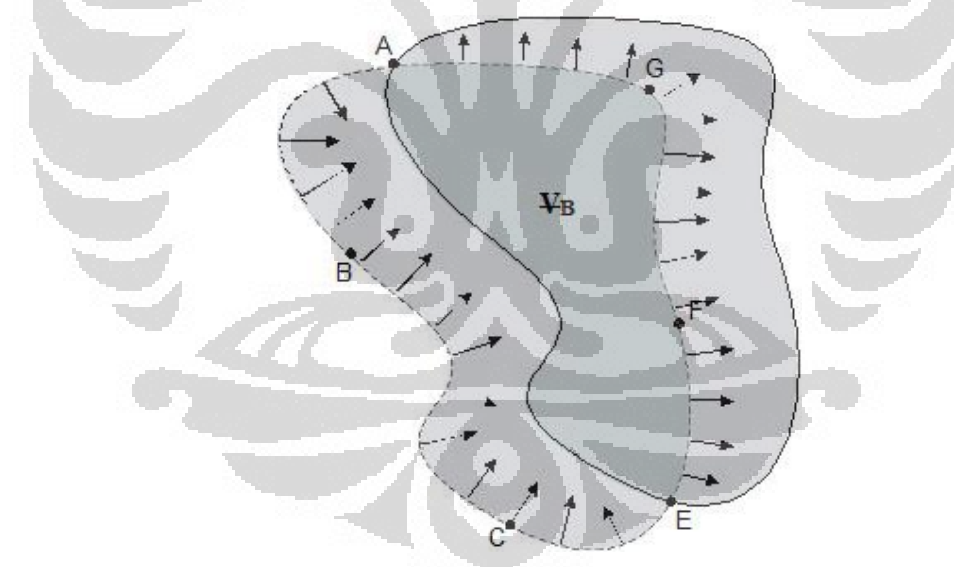
atau

$$\frac{dV_{SYS}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{V_B(t+\Delta t) + V_A(t+\Delta t) - V_B(t) - V_A(t) + V_C(t+\Delta t) - V_A(t+\Delta t)}{\Delta t} \quad (2.6)$$

Sehingga menjadi

$$\frac{dV_{SYS}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{V_{CV}(t+\Delta t) - V_{CV}(t) + V_C(t+\Delta t) - V_A(t+\Delta t)}{\Delta t} \quad (2.7)$$

$$\frac{dV_{SYS}}{dt} = \frac{dV_{CV}}{dt} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{V_C(t+\Delta t) - V_A(t+\Delta t)}{\Delta t} \quad (2.8)$$



Gambar 2.3. Control Volume B

Sumber : Diktat Mekflu Bab 3, Herr Soeryantono, 2008, telah diolah kembali

Dari gambar di atas terlihat bahwa $V_C(t+\Delta t)$ adalah total flux yang mengalir keluar V_{CV} menembus luas bidang garis EFGA selama selang waktu Δt . Apabila luas bidang EFGA adalah A_1 , flux yang menembus bidang ini selama Δt adalah \bar{V} , dan unit vektor pada arah normal bidang ini adalah \bar{n} , maka total flux selama Δt adalah

$$\Psi_C(t + \Delta t) = \int_{A_1} \Delta t (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_2 \quad (2.9)$$

Jika luas bidang EFGA adalah A_2 , maka

$$\Psi_A(t + \Delta t) = \int_{A_2} \Delta t (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_2 \quad (2.10)$$

karena luas bidang EFGA (A_1) ditambah ABCE (A_2) adalah luas seluruh permukaan Ψ_{CV} (A_{CV}), maka

$$\Psi_C(t + \Delta t) - \Psi_A(t + \Delta t) = \int_{A_1} \Delta t (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_2 + \int_{A_2} \Delta t (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_2 \quad (2.11)$$

$$\Psi_C(t + \Delta t) - \Psi_A(t + \Delta t) = \Delta t \int_{A_{CV}} (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_{CV} \quad (2.12)$$

Kemudian persamaan (2.12) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.8), maka akan didapatkan

$$\frac{dV_{SYS}}{Dt} = \frac{dV_{CV}}{Dt} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta t \int_{A_{CV}} (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_{CV}}{\Delta t} \quad (2.13)$$

$$\frac{dV_{SYS}}{dt} = \frac{dV_{CV}}{dt} + \int_{A_{CV}} (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_{CV} \quad (2.14)$$

Sehingga transformasi bentuk derivatif dengan pendekatan sistem menjadi *control volume* adalah

$$\frac{d}{dt} \int_{V_{SYS}} dV = \frac{d}{dt} \int_{V_{CV}} dV + \int_{A_{CV}} (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_{CV} \quad (2.15)$$

2.3 Hukum Kekekalan Massa

Hukum kekekalan massa adalah satu dari tiga persamaan umum fluida selain hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi. Di sini, hanya akan dibahas mengenai hukum kekekalan massa.

Bentuk umum hukum kekekalan/persamaan massa adalah sebagai berikut

$$\frac{d}{dt} \int_{V_{SYS}} \rho dV = \frac{d}{dt} \int_{V_{CV}} \rho dV + \int_{A_{CV}} \rho (\bar{V} \cdot \bar{n}) dA_{CV} = 0 \quad (2.16)$$

Persamaan tersebut merupakan turunan dari pendekatan *control volume*, yang bisa diartikan sebagai perubahan massa di dalam ruang *control volume* menurut waktu ditambah dengan massa yang keluar masuk permukaan ruang *control volume* sama dengan nol. Sehingga tidak ada perubahan volume sistem menurut waktu. Persamaan massa selanjutnya dapat diturunkan untuk kondisi 1, 2, ataupun 3 dimensi tergantung asumsi tinjauan fluida yang akan digunakan. Massa merupakan besaran skalar. Meskipun diturunkan menjadi lebih dari satu dimensi, persamaan ini hanya akan bertransformasi menjadi satu persamaan.

2.4 Persamaan Aliran Air Tanah Didorong Oleh Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head)

Apabila air tanah yang cakupannya begitu luas ditinjau menggunakan pendekatan elemen kecil berbentuk kotak atau sering disebut volume kontrol yang telah dijelaskan sebelumnya, massa jenisnya dianggap konstan, kondisi alirannya tak tunak (*unsteady*) serta medianya bersifat homogen dan isotropi, maka persamaan alirannya sebagai berikut

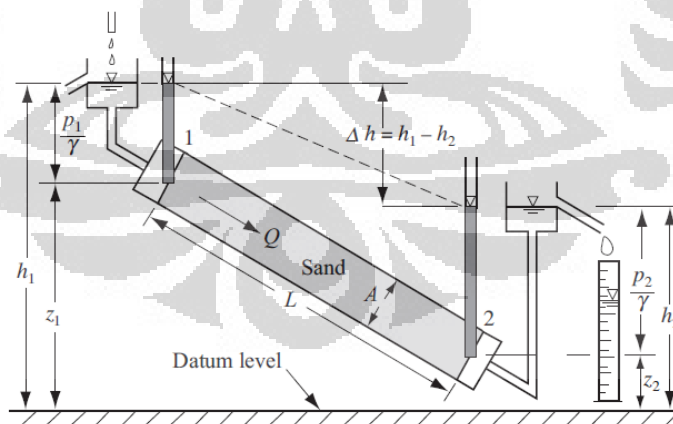
$$K \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (2.17)$$

Dari persamaan di atas, terdapat sedikitnya lima variabel yaitu konduktivitas hidraulik (*hydraulic conductivity*) K , tinggi hidraulik (*hydraulic head*) h , *specific storage* S_s serta variabel ruang x , y , z dan waktu t . Setelah ini akan dijelaskan mengenai variabel tersebut ditambah dengan variabel air tanah lain yang berkaitan. Namun, variabel ruang dan waktu tidak dijelaskan lebih lanjut.

2.4.1 Specific Discharge

Percobaan yang dilakukan oleh Henry Darcy pada tahun 1856 menyimpulkan bahwa definisi *specific discharge* sebagai berikut

$$q = \frac{Q}{A} \quad (2.18)$$



Gambar 2.4. Ilustrasi Alat Percobaan Hukum Darcy

Sumber : *Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport*. Bear & Cheng, 2010

Percobaan menunjukkan bahwa q sebanding dengan $-\Delta h$ dan berbanding terbalik dengan l/A . Sehingga, persamaan (2.18) menjadi

$$q = -K \frac{\Delta h}{\Delta l} \quad (2.19)$$

atau dalam bentuk lain seperti

$$q = -K \frac{\partial h}{\partial l} \quad (2.20)$$

dimana h merupakan tinggi hidraulik dan $\partial h/\partial l$ adalah gradien hidraulik. Nilai K ialah konduktivitas hidraulik.

2.4.2 Konduktivitas Hidraulik (*Hydraulic Conductivity*)

Konduktivitas hidraulik K dari medium berpori sering disebut koefisien proporsionalitas (Freeze & Cherry, 1979). Dalam medium isotropik, ini didefinisikan sebagai debit per unit gradien hidraulik. Satuan skalar yang mendeskripsikan fluida yang dipindahkan melalui rongga medium berpori. Koefisien bergantung pada matriks dan properti fluida antara lain massa jenis ρ , viskositas μ , ukuran distribusi butiran, bentuk butiran, porositas, dll. Sehingga, konduktivitas hidraulik dapat diekspresikan sebagai berikut

$$K = \frac{k\rho g}{\mu} \quad (2.21)$$

dimana g adalah percepatan gravitasi dan k adalah permeabilitas spesifik atau intrinsik. Permeabilitas k adalah fungsi media dan berdimensi [L^2]. Nilai k adalah fungsi material solid

$$k = cd^2 \quad (2.22)$$

dimana c tak berdimensi dan d adalah diameter efektif butiran atau sering disebut d_{10} . Krumbein dan Monk (1943) menyarankan $c = 6,17 \times 10^{-4}$.

$-\log_{10} \cdot K(\text{cm/sec})$	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Permeability	Pervious			Semipervious				Impervious										
Aquifer	Good				Poor				None									
Soils	Clean gravel		Clean sand or sand and gravel		Very fine sand, silt, loess, loam, solonetz													
					Peat		Stratified clay		Unweathered clay									
Rocks					Oil rocks		Sandstone		Good limestone, dolomite		Breccia, granite							
$-\log_{10} \cdot k(\text{cm}^2)$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
$\log_{10} k(\text{md})$	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5				

Gambar 2.5. Nilai Tipikal Konduktivitas Hidraulik dan Permeabilitas

Sumber : Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport. Bear & Cheng, 2010

2.4.3 Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) dan Potensial Fluida (*Fluid Potential*)

Hubbert (1940) mendefinisikan “potensial” sebagai kuantitas fisik, kemampuan mengukur di setiap titik pada sistem aliran, aliran selalu terjadi dari daerah yang kuantitasnya lebih besar ke yang lebih kecil dengan mengabaikan arah dalam ruang. Ini menjelaskan mengapa air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah.

Aliran fluida melalui media berpori adalah proses mekanik. Arah aliran dalam ruang terjadi dari daerah yang energi mekanik per unit massanya tinggi menuju daerah yang lebih rendah. Definisi energi mekanik per unit massa di setiap titik dalam sistem aliran merupakan kerja yang dibutuhkan untuk memindahkan unit massa fluida dari kondisi standar ke tempat yang ditentukan. Ini menyimpulkan bahwa potensial fluida untuk aliran melalui media berpori adalah energi massa per unit massa fluida.

Potensial fluida Φ (energi mekanik per unit massa) adalah penjumlahan dari kerja yang dibutuhkan untuk memindahkan massa dari $z = 0$ ke elevasi z , kerja yang dibutuhkan untuk mengakselerasi massa dari $v = 0$ ke kecepatan v dan kerja yang dibutuhkan untuk meningkatkan tekanan fluida dari $p = p_o$ ke tekanan p . Jika diasumsikan $m = 1$, maka persamaannya menjadi sebagai berikut

$$\Phi = gz + \frac{v^2}{2} + \int_{p_o}^p \frac{dp}{\rho} \quad (2.23)$$

Untuk aliran dalam media berpori, kecepatan sangatlah kecil, sehingga variabel kecepatan bisa dihilangkan. Untuk fluida tak kompresibel (massa jenis konstan, sehingga ρ bukan fungsi p), persamaan disederhanakan menjadi

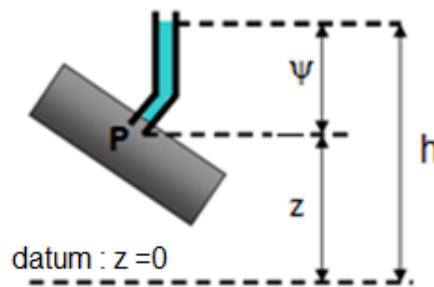
$$\Phi = gz + \frac{p-p_o}{\rho} \quad (2.24)$$

Untuk mengetahui korelasi antara potensial fluida dengan tinggi hidraulik, kita kembali ke gambar manometer darcy. Di titik P, tekanan yang terjadi

$$p = \rho g \psi + p_o \quad (2.25)$$

dimana ψ adalah tekanan antara p dan p_o (tekanan atmosfer). Oleh karena itu, persamaan menjadi

$$p = \rho g(h - z) + p_o \quad (2.26)$$



Gambar 2.6. Tinggi Hidraulik h , Tinggi Tekanan ψ , dan Tinggi Elevasi z

Sumber : Lecture Packet #3 Groundwater Hydrology: Hydraulic Head and Fluid Potential, Harvey, 2004, telah diolah kembali

Substitusi persamaan (2.26) ke (2.24)

$$\Phi = gz + \frac{[\rho g(h-z) + p_o] - p_o}{\rho} \quad (2.27)$$

$$\Phi = gh \quad (2.28)$$

Dalam hidrologi air tanah, biasanya diatur tekanan $p_o = 0$, sehingga persamaan (2.24) dan (2.28) menjadi

$$\Phi = gz + \frac{p}{\rho} = gh \quad (2.29)$$

Kedua ruas dibagi dengan g maka menjadi

$$h = z + \frac{p}{\rho g} \quad (2.30)$$

Substitusikan persamaan (2.25) ke (2.30) maka menjadi

$$h = z + \psi \quad (2.31)$$

dimana tinggi hidraulik h adalah penjumlahan dua komponen yaitu elevasi dari titik pengukuran atau tinggi elevasi z dan tinggi tekanan ψ .

2.4.4 Porositas (*Porosity*) dan Rasio Rongga (*Void Ratio*)

Jika total unit volume V_T dari tanah atau batuan adalah dibagi menjadi volume solid V_s dan volume rongga V_v , maka porositas n didefinisikan sebagai $n = \frac{V_v}{V_T}$. Umumnya dituliskan dalam fraksi desimal atau persen.

Porositas n berhubungan dekat dengan rasio rongga e , yang sering digunakan dalam mekanika tanah. Rasio rongga didefinisikan sebagai $e = V_v/V_s$.

Sehingga hubungan keduanya

$$e = \frac{n}{1-n} \text{ atau } n = \frac{e}{1+e} \quad (2.32)$$

Nilai e biasanya berkisar 0 – 3.

2.4.5 Kompresibilitas dan Tegangan Efektif

Konsep kompresibilitas merupakan kebalikan dari modulus elastisitas. Jika modulus elastisitas didefinisikan sebagai tegangan dibagi regangan, $d\epsilon/d\sigma$, maka kompresibilitas didefinisikan sebagai regangan dibagi tegangan, $d\sigma/d\epsilon$.

2.4.5.1 Kompresibilitas Air

Kompresibilitas air β didefinisikan sebagai pengurangan volume air tanah per volume air tanah disebabkan oleh penambahan tekanan

$$\beta = \frac{-dV_w/V_w}{dp} \quad (2.33)$$

Persamaan diatas menggambarkan hubungan elastik linier antara regangan volume dan tekanan fluida akibat perubahan tekanan dp . Sehingga, kompresibilitas β ialah kemiringan garis grafik regangan – tegangan air. Nilai ini relatif konstan untuk setiap tekanan fluida. Bahkan, pengaruh suhu pun kecil. Jadi, bisa disimpulkan bahwa kompresibilitas fluida bernilai konstan.

Jika diketahui massa jenis air dan kondisi lingkungan isothermal, maka persamaan (2.25) menjadi

$$\beta = \frac{d\rho/\rho}{dp} \quad (2.34)$$

Hasil integral persamaan (2.26) bisa dirumuskan sebagai berikut

$$\rho = \rho_o \exp[\beta(p - p_o)] \quad (2.35)$$

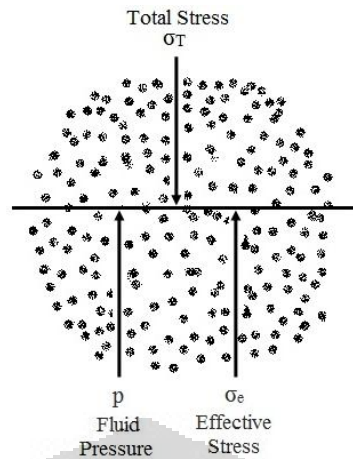
2.4.5.2 Tegangan Efektif

Tegangan total σ_T disebabkan oleh berat lapisan tanah dan air. Tegangan ini dihasilkan oleh butiran media berpori dan tekanan air di pori-pori tanah. Tegangan yang bukan disebabkan oleh tekanan air dinamakan tegangan efektif σ_e . Penyusunan kembali butiran tanah bukan disebabkan oleh perubahan tegangan total melainkan tegangan efektif.

$$\sigma_T = \sigma_e + p \quad (2.36)$$

atau rumus perubahannya

$$d\sigma_T = d\sigma_e + dp \quad (2.37)$$



Gambar 2.7. Tegangan Total, Tegangan Efektif, dan Tekanan Fluida pada Media Berpori Tersaturasi

Sumber : diolah sendiri

2.4.5.3 Kompresibilitas Media Berpori

Kompresibilitas media berpori didefinisikan sebagai berikut

$$\alpha = \frac{-dV_T/V_T}{d\sigma_e} \quad (2.38)$$

dimana V_T merupakan volume total tanah dan σ_e tegangan efektif.

Penambahan tegangan efektif $d\sigma_e$ berakibat pada pengurangan dV_T di volume total massa tanah. Itu sebagai hasil penyusunan kembali posisi tanah. Namun, secara umum $dV_T = dV_S + dV_v$ dan sering diasumsikan bahwa $dV_S = 0$ sehingga $dV_T = dV_v$. Nilai α tidaklah konstan tetapi merupakan fungsi dari tegangan yang dialami dan tergantung dari catatan pembebanan sebelumnya.

2.4.5.4 Kompresibilitas Akuifer

Kompresibilitas akuifer α didefinisikan sebagai

$$\alpha = \frac{-db/b}{d\sigma_e} \quad (2.39)$$

dimana nilai b tebal akuifer.

Nilai α bervariasi terhadap keseluruhan arah, mungkin juga ada yang seragam. Namun, cukup apabila mengasumsikan bahwa α bernilai konstan karena pengaruhnya tidak cukup signifikan.

2.4.6 Specific Storage

Specific Storage S_s adalah volume air yang dilepaskan per unit volume akuifer akibat penurunan tinggi hidraulik. Penurunan tinggi hidraulik disebabkan

oleh penurunan tekanan fluida p dan peningkatan tegangan efektif σ_e . Peningkatan tegangan σ_e efektif dikontrol oleh kompresibilitas akuifer α . Sedangkan penurunan tekanan fluida p dikontrol oleh kompresibilitas fluida β .

Pemadatan tanah menyebabkan berkurangnya volume total air dV_T sehingga nilainya menjadi negatif tetapi volume air yang direduksi bernilai positif V_w

$$dV_w = -dV_T = \alpha V_T d\sigma_e \quad (2.40)$$

jika diasumsikan $V_T = 1$ satuan dan $d\sigma_e = -\rho gh$. Untuk penurunan tinggi hidraulik, $dh = 1$, maka

$$dV_w = \alpha \rho g \quad (2.41)$$

Volume air yang diproduksi dengan mengembang air diambil dari persamaan (2.25)

$$dV_w = \beta V_w dp \quad (2.42)$$

dimana volume air V_w dalam volume unit total V_T adalah nV_T . Nilai n adalah porositas tanah. dengan $V_T = 1$ dan $dp = \rho g d\psi = \rho g d(h - z) = \rho g dh$. Sehingga, untuk $dh = 1$

$$dV_w = \beta_w n \rho g \quad (2.43)$$

Specific Storage adalah penjumlahan kedua komponen di atas

$$S_s = \rho g (\alpha + n\beta) \quad (2.44)$$

2.4.7 Transmisivitas (*Transmissivity*) dan Storativitas (*Storativity*) di Akuifer Terkekang

Untuk akuifer dengan ketebalan b , nilai transmisivitas T adalah

$$T = Kb \quad (2.45)$$

Dan nilai storativitas S adalah

$$S = S_s b \quad (2.46)$$

Sehingga kita bisa mensubstitusi persamaan (2.36) ke (2.38) menjadi

$$S = \rho gb (\alpha + n\beta) \quad (2.47)$$

Dari rumus di atas, storativitas pada akuifer jenuh terkekang dengan ketebalan b diartikan sebagai volume air yang dilepaskan akuifer per unit luas akuifer per unit penurunan komponen tinggi hidraulik normal pada permukaan tersebut.

2.5 Transpor Pencemar (*Contaminant Transport*)

Menurut Freeze & Cherry (1979), “Teori awal pengembangan persamaan differensial untuk menjelaskan transpor pencemar di media berpori adalah mempertimbangkan fluks zat terlarut yang masuk dan keluar melewati volume kontrol” (p. 388). Persamaan massanya adalah sebagai berikut :

$$\left[\begin{array}{l} \text{rata - rata bersih} \\ \text{perubahan massa} \\ \text{pencemar dalam} \\ \text{elemen} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{fluks} \\ \text{pencemar} \\ \text{keluar} \\ \text{elemen} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{l} \text{fluks} \\ \text{pencemar} \\ \text{masuk} \\ \text{elemen} \end{array} \right] \pm \left[\begin{array}{l} \text{penambahan \&} \\ \text{pengurangan} \\ \text{massa pencemar} \\ \text{karena reaksi} \end{array} \right] \quad (2.48)$$

Freeze & Cherry (1979) menambahkan, “Proses fisik yang mengontrol fluks masuk dan keluar volume kontrol adalah adveksi dan dispersi hidrodinamik. Penambahan dan pengurangan massa zat terlarut disebabkan oleh reaksi kimia atau biokimia atau peluruhan radioaktif” (p. 389). Pada karya ilmiah ini, zat terlarut (garam, NaCl) diasumsikan tidak bereaksi (*non-reactive*). Sehingga, tersisa dua variabel yaitu adveksi dan dispersi hidrodinamik.

2.5.1 Massa dan Konsentrasi

Chapra (1997) mengklasifikasikan dua jenis properti yaitu properti luar (*extensive property*) dan properti intensif (*intensive property*). Sebagai contoh, dalam pemodelan kualitas air, jumlah polutan dalam sistem direpresentasikan oleh massanya. Itu diklasifikasikan sebagai *extensive property*. Sedangkan suatu jumlah yang digunakan untuk mengukur ukuran sistem diklasifikasikan sebagai *intensive property*, termasuk dalam hal ini ialah konsentrasi, suhu, massa jenis, dan tekanan.

Konsentrasi ialah massa zat pelarut yang larut dalam satu unit volume larutan (Freeze & Cherry, 1979). Konsentrasi memiliki bermacam jenis/satuan misalnya persen massa, molaritas, molalitas, konsentrasi massa, dan lain sebagainya. Dalam karya tulis ini hanya akan digunakan konsentrasi massa.

$$C = \frac{m}{V} \quad (2.49)$$

dimana m = massa pencemar/zat terlarut (M) dan V = volume larutan (L^3). Untuk kasus air tanah, satuan yang umum digunakan ialah mg/l. Dalam penelitian ini, satuan yang digunakan ialah satuan SI (standar internasional) yaitu gram/liter (gr/l) atau kilogram/meter kubik (kg/m^3).

2.5.2 Proses Adveksi

Freeze & Cherry (1979) mendefinisikan adveksi sebagai berikut : Adveksi adalah komponen gerakan pencemar disebabkan oleh penjalaran aliran air tanah. Adveksi membawa pencemar dalam jumlah besar melalui aliran air tanah. Rata-rata transpor/penjalaran adalah sama dengan rata-rata kecepatan linier air tanah, \bar{v} , $\bar{v} = v/n$, v ialah debit spesifik dan n ialah porositas tanah. Proses adveksi juga sering disebut sebagai proses konveksi, yaitu aliran yang dipengaruhi oleh temperatur (p. 389).

Laju dari proses adveksi sama dengan \bar{v} dan konsentrasi pencemar C didefinisikan sebagai massa pencemar per unit volume. Sehingga massa pencemar per unit volume pada media berpori adalah nC . Oleh karena itu, fluks massa akibat proses adveksi dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$q = \bar{v}_x nC \quad (2.50)$$

dimana \bar{v}_x adalah kecepatan aliran rata-rata pada sumbu x . Proses adveksi bukan hanya mengalir pada sumbu x melainkan sumbu y dan z . Untuk sumbu y dan z juga berlaku persamaan yang sama yaitu sebagai berikut :

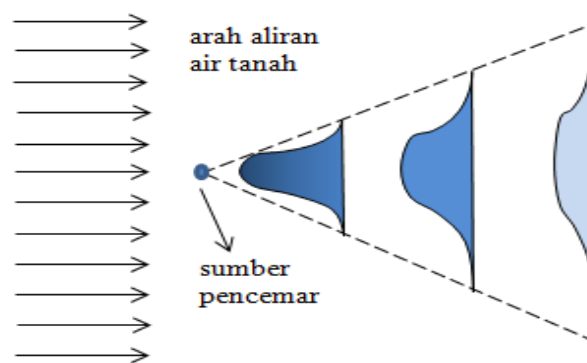
$$q = \bar{v}_y nC \quad (2.51)$$

$$q = \bar{v}_z nC \quad (2.52)$$

2.5.3 Dispersi Hidrodinamik (*Hydrodynamic Dispersion*)

Freeze & Cherry (1979) menjelaskan tentang dispersi sebagai berikut : Di samping proses adveksi, pencemar cenderung untuk menyebar keluar dari lintasan yang seharusnya sesuai dengan adveksi hidraulik. Proses tersebut dinamakan dispersi hidrodinamik. Hal itu disebabkan pengenceran konsentrasi pencemar. Pengenceran tersebut terjadi karena pencampuran mekanik selama proses adveksi dan difusi molekuler karena energi kinetik – termal dari partikel pencemar. Difusi menjadi proses yang penting saat kecepatan rendah. Namun, yang penting ialah secara keseluruhan dispersi disebabkan oleh pergerakan fluida. Ini sering disebut dengan dispersi mekanik (*mechanical dispersion*) atau dispersi hidraulik (*hydraulic dispersion*) (p. 75).

Berikut ialah contoh skematik hasil proses dispersi di media homogen.



Gambar 2.8. Skematik Proses Pengenceran Disebabkan oleh Dispersi Mekanik di Media Berpori Homogen

Sumber : Groundwater. Freeze & Cherry, 1979, telah diolah kembali

Freeze & Cherry (1979) menambahkan : Dispersi mekanik (*mechanical dispersion*) lebih mudah diamati sebagai proses mikroskopik. Pada skala mikroskopik, dispersi disebabkan oleh tiga mekanisme. Pertama terjadi di saluran pori individu (*individual pore channels*) karena molekul yang bergerak pada kecepatan dan titik yang berbeda melewati saluran disebabkan tarikan yang diberikan pada fluida oleh kekasaran permukaan pori. Proses kedua disebabkan oleh perbedaan ukuran pori sepanjang aliran air yang diikuti oleh molekul air. Akibat perbedaan luas permukaan dan kekasaran relatif pada volume air di saluran pori individu (*individual pore channels*), perbedaan pori saluran memiliki kecepatan fluida yang berbeda. Proses dispersi ketiga berhubungan dengan liku-liku (*tortuosity*), cabang (*branching*), jari-jari (*interfingering*) saluran pori. Penyebaran pencemar dalam arah aliran massal (*bulk flow*) dikenal sebagai dispersi longitudinal. Penyebaran arah tegak lurus aliran disebut dispersi transversal. Dispersi longitudinal umumnya lebih besar daripada dispersi transversal.

Dispersi ialah proses pencampuran. Secara kualitatif, itu sama dengan efek turbulensi di permukaan air. Untuk media berpori, konsep rata-rata kecepatan linier dan dispersi longitudinal sangatlah dekat. Dispersi longitudinal ialah proses dimana beberapa molekul air dan molekul pencemar bergerak lebih cepat daripada kecepatan linier rata-rata dan beberapa bergerak dengan lambat. Pencemar karena itu menyebar ke arah aliran dan berkurang konsentrasinya (p. 75 – 76).

2.5.4 Hukum Difusi Fick

Hukum Difusi Fick berbunyi “*fluks massa suatu zat terlarut (pencemar) per satuan unit luas potongan penampang elemen volume per unit waktu pada arah tertentu, proporsinya sesuai dengan gradien konsentrasi pencemar pada arah tersebut.*” Untuk media berpori homogen, nilai porositas n adalah konstan sehingga $\frac{\partial(nC)}{\partial x} = n\left(\frac{\partial C}{\partial x}\right)$. Oleh karena itu, untuk proses difusi satu dimensi, hukum Fick dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$q = -nD \frac{\partial C}{\partial x} \quad (2.53)$$

dimana q adalah fluks massa pencemar, C adalah massa pencemar per unit volume, D adalah koefisien dispersi atau *dispersion coefficient* (dimensi D ialah L^2/T), dan tanda negatif mengindikasikan pencemar yang bergerak dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah.

Jika ingin menuliskan Hukum Fick dalam vektor, maka menjadi

$$q = -nD\nabla C \quad (2.54)$$

dimana q adalah vektor fluks massa dengan komponen (q_x, q_y, q_z) pada koordinat kartesian.

2.5.5 Persamaan Adveksi – Dispersi untuk Transpor Pencemar

Seperti pada umumnya, penurunan persamaan adveksi – dispersi dimulai dari hukum kekekalan massa. Freeze & Cherry (1979) mencoba menurunkan persamaan adveksi – dispersi dengan mengasumsikan media berpori bersifat homogen, isotropi dan tersaturasi (*saturated*). Berikut ialah persamaannya

$$\frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z} = -n \frac{\partial C}{\partial t} \quad (2.55)$$

dimana F_x, F_y, F_z , merepresentasikan massa total zat terlarut (*solute*) per unit luas area sepanjang sumbu – x , sumbu – y , sumbu – z per unit waktu.

$$F_x = \bar{v}_x nC - nD_x \frac{\partial C}{\partial x} \quad (2.56)$$

$$F_y = \bar{v}_y nC - nD_y \frac{\partial C}{\partial y} \quad (2.57)$$

$$F_z = \bar{v}_z nC - nD_z \frac{\partial C}{\partial z} \quad (2.58)$$

Komponen pertama ialah adveksi, sesuai dengan persamaan (2.50), (2.51), (2.52). Komponen kedua ialah dispersi atau sering disebut dispersi

hidrodinamik, sesuai dengan persamaan (2.54). Tanda negatif sebelum komponen dispersi menunjukkan bahwa kontaminan bergerak menuju konsentrasi rendah. D_x , D_y , D_z ialah koefisien dispersi yang berhubungan dengan dispersifitas α_x dan koefisien difusi D^*

$$D_x = \alpha_x \bar{v}_x + D^* \quad (2.59)$$

$$D_y = \alpha_y \bar{v}_y + D^* \quad (2.60)$$

$$D_z = \alpha_z \bar{v}_z + D^* \quad (2.61)$$

Apabila persamaan (2.56), (2.57) dan (2.58) disubsitusi ke persamaan (2.55) maka persamaan menjadi

$$\left[\frac{\partial}{\partial x} (n\bar{v}_x C) + \frac{\partial}{\partial y} (n\bar{v}_y C) + \frac{\partial}{\partial z} (n\bar{v}_z C) \right] - \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(nD_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(nD_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(nD_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \right] = -n \frac{\partial C}{\partial t} \quad (2.62)$$

2.6 Massa Jenis Air

2.6.1 Variabel Fungsi Massa Jenis Air

Massa jenis didefinisikan sebagai massa fluida per unit volume (Bear, 1972). Umumnya, massa jenis air dianggap sama untuk setiap pemakaian praktis di lapangan. Namun, apabila ditelisik lebih dalam secara ilmiah maka akan diperoleh suatu kenyataan bahwa massa jenis merupakan sebuah fungsi. Bear (1972) menyebutkan bahwa umumnya massa jenis bervariasi menurut tekanan P dan temperatur T. Sedangkan dalam *User's Guide of SEAWAT : A Computer Program for Simulation of Three-Dimensional Variable-Density Ground-Water Flow*, Guo & Langevin (2002) menyebutkan bahwa massa jenis merupakan fungsi dari konsentrasi C, tekanan P dan temperatur T. Persamaan dapat dituliskan sebagai berikut

$$\rho = f(P, C, T) \quad (2.63)$$

dimana P = tekanan pori fluida [$ML^{-1}T^{-2}$], C = konsentrasi zat terlarut [ML^{-3}], dan T = temperatur [T].

Dengan menggunakan aturan rantai (*chain rule*), bentuk turunan persamaan (2.63) terhadap waktu menjadi menjadi

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial \rho}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial \rho}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (2.64)$$

Begitu pula untuk bentuk turunan terhadap jarak, persamaannya sebagai berikut

$$\frac{\partial \rho}{\partial x} = \frac{\partial \rho}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial x} \quad (2.65)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial y} = \frac{\partial \rho}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial y} + \frac{\partial \rho}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial y} \quad (2.66)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial z} = \frac{\partial \rho}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial z} + \frac{\partial \rho}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial z} \quad (2.67)$$

2.6.2 Hubungan antara Konsentrasi Garam (NaCl) dan Massa Jenis Air

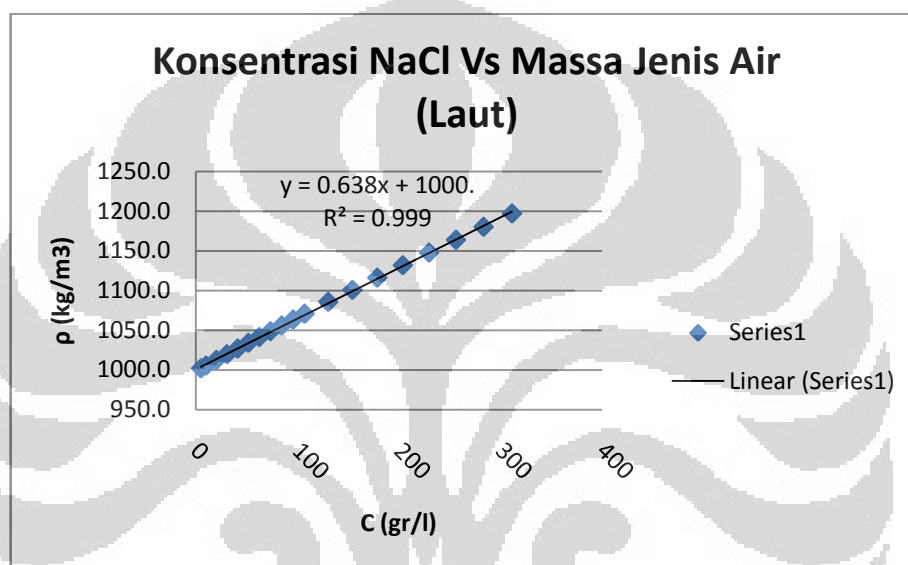
Air laut merupakan air murni yang didalamnya terlarut berbagai macam zat seperti garam (NaCl), asam sulfat (H_2SO_4), dan lain-lain nya. Rata-rata kadar garam yang terlarut di air laut sebesar 3%. Kondisi tersebut sudah berakibat pada perubahan massa jenis air (laut). Seperti kita ketahui bahwa, massa jenis air merupakan fungsi dari konsentrasi zat terlarut, temperatur dan tekanan. Namun, disini temperatur dan tekanan dianggap konstan sehingga dapat diabaikan. Pada saat suhu 20°C, hubungan antara konsentrasi garam (NaCl) dan massa jenis air (laut) dijewantahkan dalam data di bawah ini :

Tabel 2.1. Hubungan Konsentrasi NaCl dan Massa Jenis Air (Laut)

Sumber : CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, 87th Edition, 2006 – 2007

c (mol/L)	c (gr/L)	ρ (gr/cm ³)	ρ (kg/m ³)
0.086	5.03	1.0018	1001.8
0.172	10.06	1.0053	1005.3
0.346	20.24	1.0125	1012.5
0.523	30.60	1.0196	1019.6
0.703	41.13	1.0268	1026.8
0.885	51.77	1.0340	1034.0
1.069	62.54	1.0413	1041.3
1.256	73.48	1.0486	1048.6
1.445	84.53	1.0559	1055.9
1.637	95.76	1.0633	1063.3
1.832	107.17	1.0707	1070.7
2.229	130.40	1.0857	1085.7
2.637	154.26	1.1008	1100.8
3.056	178.78	1.1162	1116.2
3.486	203.93	1.1319	1131.9
3.928	229.79	1.1478	1147.8
4.382	256.35	1.1640	1164.0
4.847	283.55	1.1804	1180.4
5.326	311.57	1.1972	1197.2

Dari tabel di atas, dapat diketahui hubungan antara konsentrasi garam (NaCl) dan massa jenis air (laut). Dengan menggunakan metode regresi linier, hubungan keduanya berbanding lurus atau dengan kata lain membentuk grafik linier. Hal ini dapat dijelaskan mengingat penambahan garam (NaCl) berarti penambahan berat air laut per 1 (satu) liternya. Itu menyebabkan massa jenisnya menjadi bertambah lebih berat. Semakin banyak garam (NaCl) yang terlarut dalam air maka massa jenisnya semakin berat (membesar). Berikut adalah grafik hubungan konsentrasi garam (NaCl) dan massa jenis air (laut) :



Gambar 2.9. Grafik Hubungan Konsentrasi NaCl Vs Massa Jenis Air (Laut)

Sumber : CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, 87th Edition, 2006 – 2007

Dari grafik di atas, diperoleh persamaan garis yaitu

$$\rho = 0,638C + 1000 \quad (2.68)$$

dengan koefisien korelasi $R^2 = 0,999$. Hasil penggunaan metode regresi linier dapat diterima jika nilai koefisien korelasinya (R^2) bernilai 1 atau $-0,6 < R < 0,6$. Jadi persamaan garis di atas dapat diterima. Jika persamaan (2.68) diturunkan terhadap konsentrasi C , maka menjadi

$$\frac{\partial \rho}{\partial C} = 0,638 \quad (2.69)$$

Persamaan (2.69) memiliki arti bahwa perubahan massa jenis air (laut) akibat perubahan konsentrasi garam (NaCl) bernilai 0,638 atau konstan.

2.7 Operasi Matematika

2.7.1 Konsep Turunan/Diferensial

Turunan/diferensial ialah bentuk operasi yang canggih dalam ilmu matematika dan aplikasi ilmu alam. Definisi diferensial adalah jika terdapat sebuah fungsi y yang memiliki variabel x , $y = f(x)$, maka bentuk turunan/diferensialnya secara matematis sebagai berikut

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{y(x+\Delta x) - y(x)}{\Delta x} \quad (2.70)$$

Apabila $\Delta y = y(x + \Delta x) - y(x)$ diasumsikan sebagai sisi tegak dan Δx sebagai sisi mendatar, maka bentuk dy/dx merupakan tangen sudut/kemiringan grafik. Sehingga, interpretasi geometris dari dy/dx ialah nilai turunan suatu fungsi di titik tertentu merupakan nilai kemiringan sudut di titik tersebut.

Turunan memiliki tingkatan yaitu turunan pertama, kedua hingga turunan ke- n . Persamaan (2.70) menunjukkan definisi turunan pertama. Definisi turunan kedua dan seterusnya dapat menggunakan hukum Taylor (*Taylor Series*). Persamaan umumnya sebagai berikut

$$y(x + \Delta x) = \frac{1}{0!} \Delta x^0 \frac{d^0 y}{dx^0} + \frac{1}{1!} \Delta x^1 \frac{d^1 y}{dx^1} + \frac{1}{2!} \Delta x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + \varepsilon \quad (2.71)$$

agar dapat mencari definisi turunan kedua dan seterusnya, diperlukan manipulasi *Taylor Series* tersebut secara aljabar. Sebagai contoh, berikut langkah-langkah untuk mendapatkan turunan kedua

$$y(x + \Delta x) = y(x) + \Delta x \frac{dy}{dx} + \frac{1}{2} \Delta x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + \varepsilon \quad (2.72)$$

$$y(x - \Delta x) = y(x) - \Delta x \frac{dy}{dx} + \frac{1}{2} \Delta x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + \varepsilon \quad (2.73)$$

Kemudian persamaan (2.72) dan (2.73) dijumlahkan sehingga diperoleh

$$y(x + \Delta x) + y(x - \Delta x) = 2y(x) + \Delta x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} \quad (2.74)$$

Sehingga definisi dari turunan kedua adalah

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{y(x+\Delta x) - 2y(x) + y(x-\Delta x)}{\Delta x^2} \quad (2.75)$$

2.7.2 Persamaan Diferensial

Persamaan diferensial merupakan konsep penting dalam matematika teknik karena banyak hukum dan hubungan fisik muncul sebagai bentuk persamaan matematika. Ini salah satu metode standar untuk menyelesaikan

persamaan tersebut. Pengembangan dari konsep ini adalah model matematika atau sering disebut pemodelan. Persamaan diferensial didefinisikan sebagai persamaan yang mengandung satu atau lebih turunan fungsi y yang mengandung x , $y=f(x)$, yang melibatkan variabel x dan mungkin konstanta. Orde turunan tertinggi disebut orde persamaan.

Persamaan Diferensial Parsial (PDP)

Persamaan diferensial parsial merupakan persamaan yang mengandung 1 atau lebih turunan parsial atau memiliki 2 atau lebih variabel. Contoh bentuk PDP adalah persamaan *Laplace*

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \quad (2.76)$$

Jika sebuah fungsi y memiliki variabel x dan t , maka digunakan turunan parsial yang notasikan dengan $\partial y/\partial x$. Pengertiannya yaitu turunan fungsi y terhadap x , atau kemiringan bidang $y(x,t)$ terhadap sumbu x , dan sama halnya untuk $\partial y/\partial t$, yaitu kemiringan bidang $y(x,t)$ terhadap sumbu t .

2.8 Metode Numerik

Metode numerik ialah teknik yang digunakan untuk memformulasikan permasalahan matematis sehingga dapat diselesaikan dengan operasi aritmatik. Ada beragam jenis metode numerik seperti metode beda hingga (*finite difference method*), metode elemen hingga (*finite element method*), metode volume hingga (*finite volume method*). Ketiganya contoh metode numerik untuk solusi spasial/variabel jarak. Metode *Euler*, metode *Heun*, Metode *Runge-Kutta* digunakan untuk solusi temporal/variabel waktu. Disini hanya digunakan satu metode yaitu metode beda hingga.

Metode Beda Hingga (*Finite Difference*)

Metode konvensional ini digunakan untuk pendekatan solusi komputer. Saat ini, penggunaannya sudah berkurang digantikan oleh metode yang lebih canggih. Namun, seorang *engineer* harus tetap mempelajari dasar pengetahuan *finite difference* agar memahami konsep perhitungan secara manual, seperti dalam metode penyelesaian persamaan diferensial.

Terdapat tiga notasi/metode diferensial pada metode beda hingga. Notasi yang pertama ialah *central difference*

$$\begin{array}{cccc}
 x_{-2} & f_{-2} & & \\
 & & \delta f_{-3/2} & \\
 x_{-1} & f_{-1} & \delta^2 f_{-1} & \\
 & & \delta f_{-1/2} & \delta^3 f_{-1/2} \\
 x_0 & f_0 & \delta^2 f_0 & \\
 & & \delta f_{1/2} & \delta^3 f_{1/2} \\
 x_1 & f_1 & \delta^2 f_1 & \\
 & & \delta f_{3/2} & \\
 x_2 & f_2 & &
 \end{array}$$

Maka secara umum :

$$\delta f_{m+1/2} = f_{m+1} - f_m \quad (2.77)$$

Notasi kedua ialah *forward difference*

$$\begin{array}{cccc}
 x_{-2} & f_{-2} & & \\
 & & \Delta f_{-2} & \\
 x_{-1} & f_{-1} & \Delta^2 f_{-1} & \\
 & & \Delta f_{-1} & \Delta^3 f_{-2} \\
 x_0 & f_0 & \Delta^2 f_0 & \\
 & & \Delta f_0 & \Delta^3 f_{-1} \\
 x_1 & f_1 & \Delta^2 f_1 & \\
 & & \Delta f_1 & \\
 x_2 & f_2 & &
 \end{array}$$

Maka secara umum :

$$\Delta f_m = f_{m+1} - f_m \quad (2.78)$$

Notasi ketiga adalah *backward difference*

$$\begin{array}{cccc}
 x_{-2} & f_{-2} & & \\
 & & \nabla f_{-1} & \\
 x_{-1} & f_{-1} & \nabla^2 f_0 & \\
 & & \nabla f_0 & \nabla^3 f_1 \\
 x_0 & f_0 & \nabla^2 f_1 &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \nabla f_1 \\ x_1 \quad f_1 \\ \nabla f_2 \\ x_2 \quad f_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} \nabla^3 f_2 \\ \nabla^2 f_2 \end{array}$$

Maka secara umum :

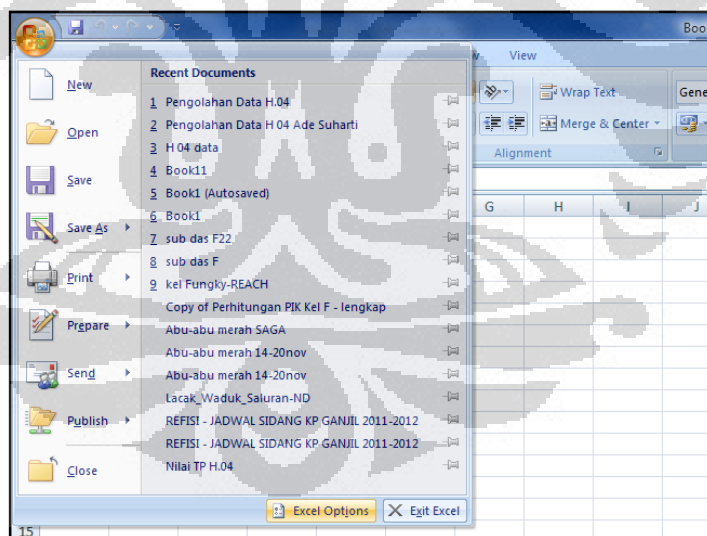
$$\nabla f_m = f_m - f_{m-1} \quad (2.79)$$

2.9 Iterasi Program *Microsoft Excel*

Iterasi atau fungsi iterasi adalah fungsi yang terdiri dari dirinya sendiri, mungkin tak terhingga, dalam proses yang disebut iterasi. Dalam proses ini, mulai dari beberapa nilai awal, hasil dari penerapan sebuah fungsi yang diberikan dimasukkan lagi dalam fungsi sebagai input, dan proses ini diulang.

Untuk dapat menggunakan iterasi dalam *Microsoft Excel* diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

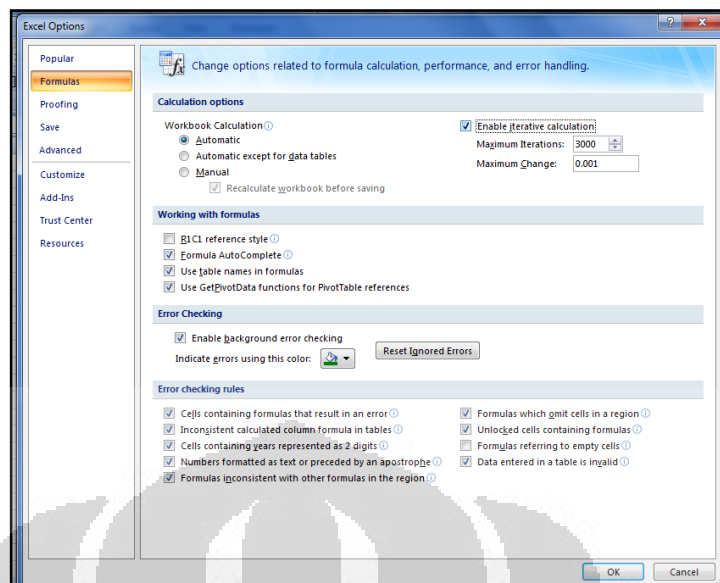
- a. Klik *Office Button* pada bagian kiri atas *Microsoft Excel*, kemudian klik *Excel Option*.



Gambar 2.10. *Office Button* pada *Microsoft Excel*

Sumber : diolah sendiri

- b. Pada menu *Formulas*, checklist kotak *Enable Iterative Calculation*, tentukan nilai *Maximum Iterations* dan *Maximum Change*, lalu klik *OK*.



Gambar 2.11. Kotak dialog *Excel Options* pada *Microsoft Excel*

Sumber : diolah sendiri

Setelah itu, program *Microsoft Excel* dapat digunakan untuk mengiterasi persamaan secara otomatis. Jika sebelumnya diperoleh kotak dialog *Circular Reference*, maka sekarang sudah tidak terjadi lagi karena perhitungan sudah dapat dilakukan menggunakan iterasi.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam rangka pengembangan awal model aliran air tanah dua dimensi didorong perbedaan massa jenis (*driven density*), diperlukan beberapa tahapan yaitu menentukan ruang lingkup, menurunkan persamaan matematis, mengembangkan solusi numerik, menyelesaikan solusi numerik menggunakan metode numerik, dan melakukan pengujian dan analisa hasil perhitungan. Penurunan persamaan matematis menjadi yang terpenting dalam penelitian ini. Persamaan yang diperoleh diharapkan dapat diselesaikan setidaknya menggunakan metode numerik. Upaya pengujian dan analisa hasil hanya dijadikan alat untuk meyakinkan bahwa persamaan matematis yang diperoleh merupakan persamaan yang benar dan sesuai dengan kondisi di alam.

3.1 Menentukan Lingkup Aliran Air Tanah Dua Dimensi (2D)

Di alam, air tanah mengalir dalam arah tiga dimensi (3D). Dalam penelitian ini, penulis mengasumsikan bahwa aliran air tanah dari hulu ke hilir atau tegak lurus bibir pantai bergerak dalam arah sumbu $-x$. Untuk aliran air tanah sejajar bibir pantai diasumsikan bergerak dalam arah sumbu $-y$. Sedangkan, air tanah yang mengalir secara vertikal diasumsikan bergerak dalam arah sumbu $-z$. Air tanah yang mengalir dalam arah sumbu $-y$ diasumsikan memiliki karakteristik yang seragam. Sehingga, aliran arah sumbu $-x$ dan sumbu $-z$ diasumsikan lebih dominan daripada aliran arah sumbu $-y$. Jadi, penulis hanya akan mengembangkan model secara dua dimensi yaitu arah sumbu $-x$ dan sumbu $-z$.

Dalam pemodelan, penentuan kondisi batas merupakan hal yang penting karena merupakan koridor/batas untuk menyederhanakan masalah yang rumit menjadi mudah. Model aliran air tanah *driven density* ini berbentuk persegi panjang dan berada dalam media berpori yang terkekang (*confined*), homogen dan isotropi. Sisi atas dan bawah dibatasi oleh lapisan kedap air (*impermeable*). Sedangkan sisi kanan dan kirinya dibatasi oleh tinggi konstan (*constant head*) dan konsentrasi fluida. Sisi sebelah kanan berbatasan dengan air laut (*saltwater*)

dimana konsentrasinya diasumsikan 35 gram/liter. Sedangkan sisi sebelah kiri berbatasan dengan air tanah (*freshwater*) dimana konsentrasinya dianggap 0.

Pertemuan antara air tanah (*freshwater*) dan air laut (*saltwater*) diasumsikan bercampur (*miscible*). Variabel tinggi hidraulik (*hydraulic head*) dan konsentrasi (*concentration*) berubah menurut ruang dan waktu. Sehingga posisi interface berubah-ubah.

3.2 Menurunkan Persamaan Matematis Aliran Air Tanah Dua Dimensi (2D) didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*)

Persamaan matematis dua dimensi (2D) mengasumsikan aliran bergerak dalam arah sumbu x dan sumbu z . Persamaan diturunkan menggunakan hukum kekekalan massa. Umumnya, air tanah mengalir didorong oleh perbedaan tinggi hidraulik (*hydraulic head*) dimana massa jenis air diasumsikan konstan sehingga dapat dihilangkan di kedua sisi-sisinya. Ini bertujuan untuk mempermudah penyelesaian masalah. Sedangkan penelitian ini difokuskan untuk mempelajari aliran air tanah didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*) dimana massa jenis berubah menurut ruang dan waktu. Massa jenis merupakan fungsi dari konsentrasi, tekanan dan suhu. Namun, pembahasan di penelitian ini terbatas pada massa jenis berubah akibat perubahan konsentrasi. Perubahan massa jenis mengakibatkan perubahan tinggi hidraulik (*hydraulic head*) sehingga air tanah mengalir.

Penelitian ini mencoba mengambil kasus aliran air tanah di akuifer pantai dimana terdapat transpor pencemar yaitu NaCl yang terkandung dalam air laut. Konsentrasi NaCl dalam air laut menyebabkan perubahan massa jenis air tanah (*freshwater*). Transpor pencemar ini (red – NaCl) dapat dijelaskan menggunakan persamaan adveksi – dispersi. Sedangkan air yang mengalir dapat dijelaskan menggunakan persamaan hidrolika dalam media berpori dimana konsentrasi NaCl menyebabkan perubahan massa jenis, massa jenis menyebabkan perbedaan tinggi hidraulik (*hydraulic head*) sehingga air dapat mengalir. Penggabungan kedua persamaan sering disebut dengan *coupled*. Jadi, variabel utama yang terdapat dalam penurunan rumus ini ialah tinggi hidraulik (*hydraulic head*) dan

konsentrasi. Sehingga diperlukan minimal dua persamaan untuk menyelesaikannya.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa fokus penelitian ini ialah penurunan persamaan matematis aliran air tanah didorong perbedaan massa jenis (*density driven*). Langkah selanjutnya hanya menjadi ujicoba sederhana untuk membuktikan bahwa perilaku (*behaviour*) persamaan yang diperoleh telah sesuai dengan kondisi di alam.

3.3 Mengembangkan Solusi Numerik Persamaan Aliran Air Tanah Dua Dimensi (2D) untuk perbedaan jarak (*spatial*) dan waktu (*temporal*)

Persamaan aliran air tanah *density driven* yang dihasilkan pada langkah di atas mengandung variabel ruang dan waktu, dimana nilai komponennya akan berubah setelah terjadi perbedaan, baik ruang maupun waktu. Komponen yang dimaksud ialah massa jenis (ρ) dan tinggi hidraulik (h), sedangkan komponen lain seperti kompresibilitas air (β), kompresibilitas medium berpori (α), porositas (n), viskositas (μ), konduktivitas hidraulik (K), dispersivitas (α_x/α_z), koefisien difusi (D^*), *specific storage* (S_s) dan gravitasi (g) diasumsikan tetap sepanjang lapisan akuifer pantai. Dimensi grid yang dibuat tidak berubah menurut waktu.

Dua komponen yang dapat berubah menurut ruang dan waktu akan dimodelkan menggunakan satu macam metode numerik yaitu beda hingga, baik untuk perbedaan jarak maupun perbedaan waktu. Metode beda hingga yang dipilih ialah *forward difference* karena kemudahan penggunaan dan persamaan yang dihasilkan bersifat eksplisit terhadap variabel yang akan dicari. Sehingga, dalam waktu yang sama, nilai komponen ruang x selanjutnya dapat diketahui jika nilai komponen pada jarak x sebelumnya diketahui. Metode *forward difference* menggunakan deret *Taylor* yaitu rumus numerik dari bentuk turunan pertama dan kedua persamaan. Pembahasan lebih lanjut ada di bab selanjutnya.

Selanjutnya ialah memodelkan massa jenis (ρ) dan tinggi hidraulik (h) menurut perubahan waktu (*unsteady*) juga dengan menggunakan metode beda hingga. Sama seperti sebelumnya, metode ini dipilih karena kemudahan penggunaan dan persamaan yang dihasilkan bersifat eksplisit. Nilai-nilai

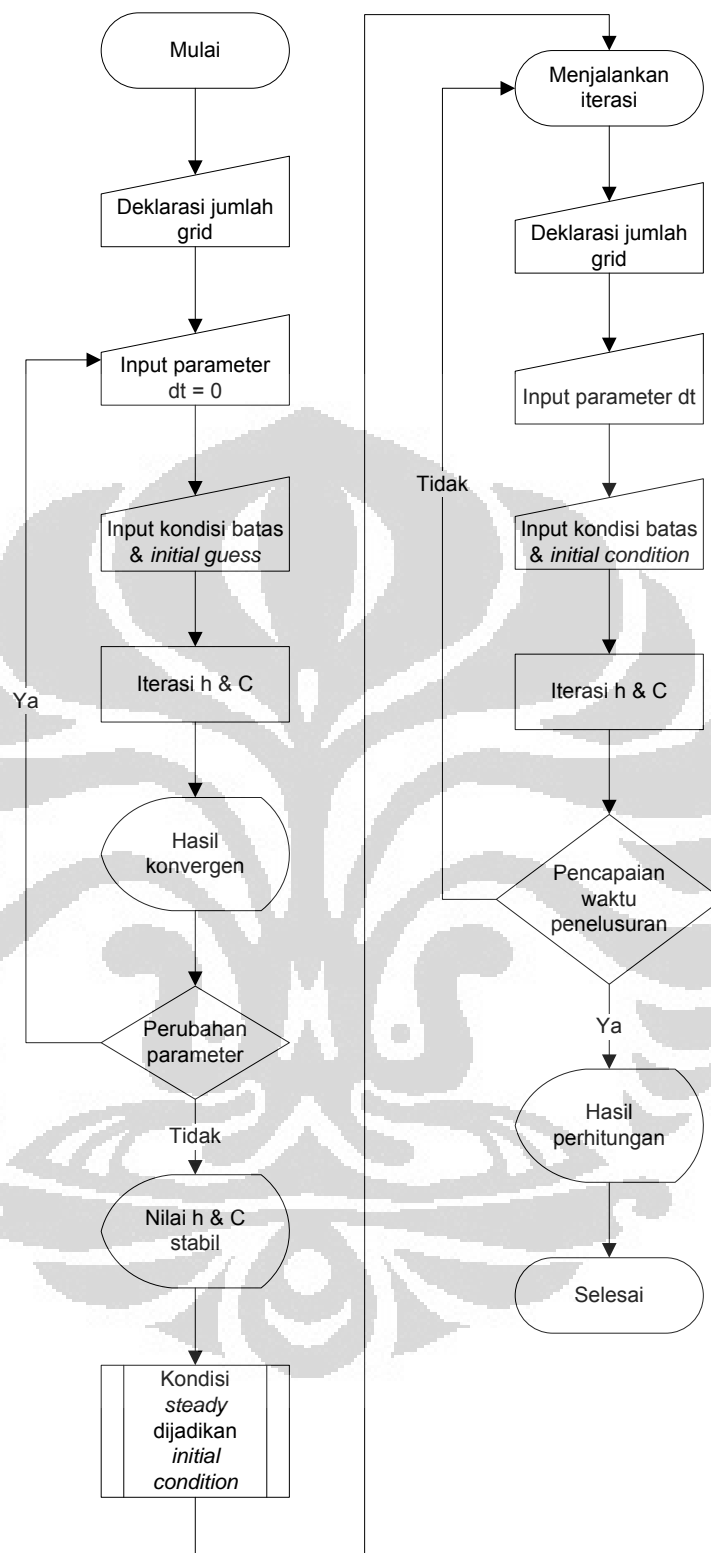
komponen yang dicari sudah diketahui pada kondisi *steady*. Sehingga, pada jarak yang sama dan dengan perubahan waktu nilai komponen tersebut dapat diketahui.

3.4 Menyelesaikan Solusi Numerik Menggunakan *Spread Sheet* Program *Microsoft Excel*

Penggunaan iterasi merupakan langkah untuk mempermudah membuktikan persamaan yang telah diperoleh. Penulis tidak perlu membuat program tetapi langsung dapat menggunakan alat yang tersedia (*given tools*) di *Microsoft Excel*. Terlebih lagi, penggunaan iterasi dapat mempersingkat waktu untuk memperoleh hasil yang konvergen. Sebagai contoh, berbeda dengan program *Visual Basic* yang *run-time*-nya sangat lama jika ingin mengiterasi hingga ratusan atau ribuan kali. Ini terjadi karena iterasi pada *Visual Basic* berlangsung satu per satu sel, sedangkan iterasi pada *Microsoft Excel* berlangsung secara bersamaan di semua sel.

Pada bagian ini, dimasukkan pula tentang skenario untuk menjalankan *spread sheet* antara lain kondisi *steady*, *unsteady* dan perubahan nilai koefisien dispersi hidrodinamik (*hydrodynamic dispersion*).

Berikut ini merupakan algoritma perhitungan solusi numerik menggunakan *Spread Sheet* program *Microsoft Excel*.

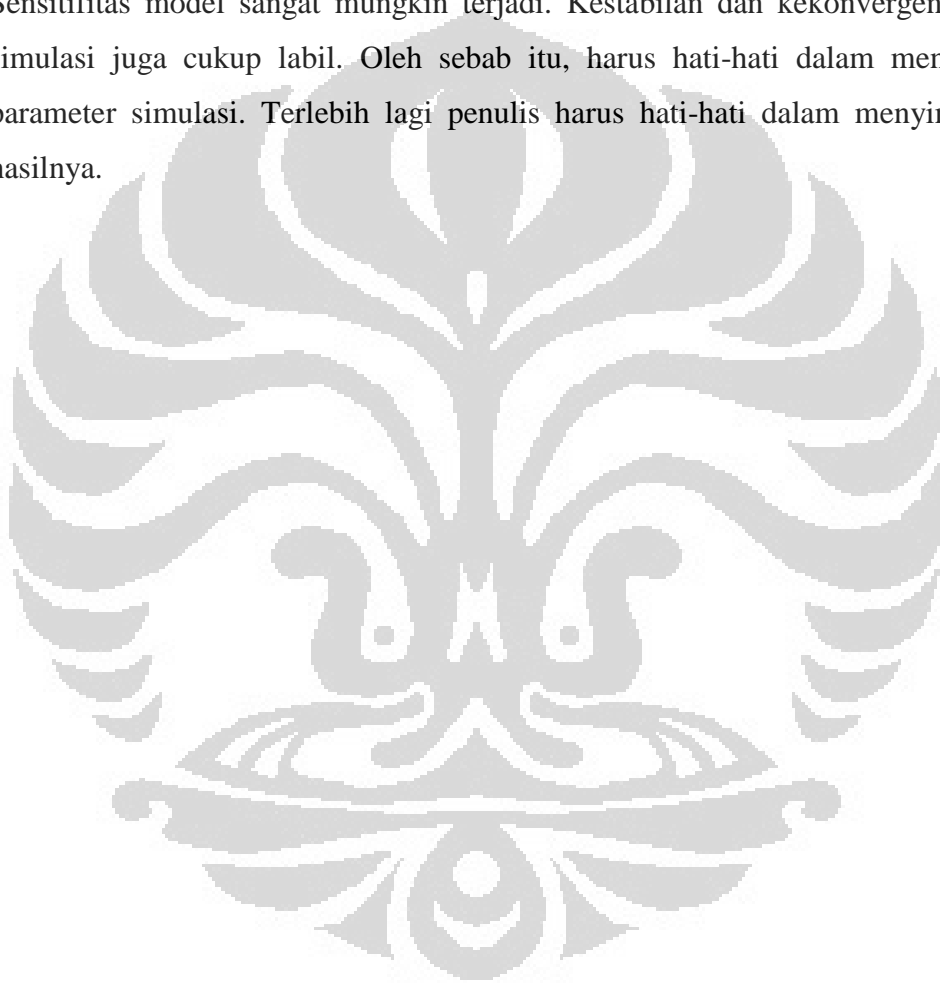


Gambar 3.1. Algoritma Perhitungan Solusi Numerik

Sumber : diolah sendiri

3.5 Analisa Hasil Simulasi Model

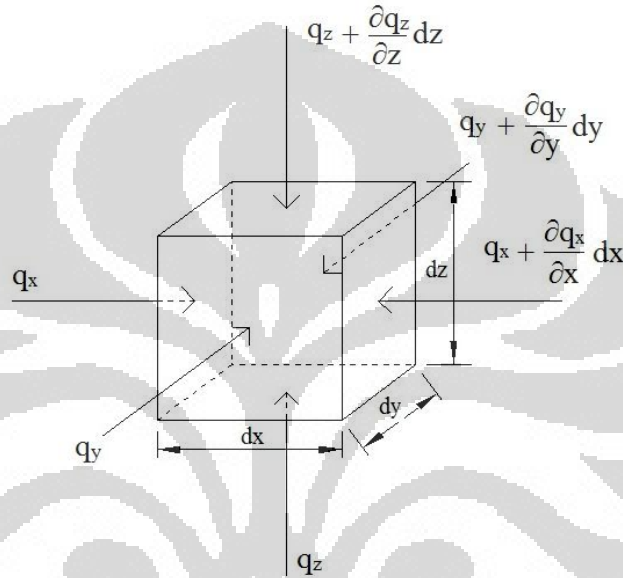
Langkah terakhir ialah menganalisa hasil simulasi model yang telah dijalankan. Hasil simulasi model akan dibandingkan dengan kenyataan di alam. Penulis harus cermat mengamati perilaku (*behaviour*) dari model. Terlebih lagi, juga harus dilihat kesesuaian dengan kondisi di lapangan. Sampai pada akhirnya, dapat disimpulkan apakah hasilnya sesuai atau tidak. Penulis juga harus memperhatikan bahwa metode numerik yang digunakan masih sangat sederhana. Sensitifitas model sangat mungkin terjadi. Kestabilan dan kekonvergenan hasil simulasi juga cukup labil. Oleh sebab itu, harus hati-hati dalam menentukan parameter simulasi. Terlebih lagi penulis harus hati-hati dalam menyimpulkan hasilnya.



BAB 4
PENGEMBANGAN MODEL ALIRAN AIR TANAH DIDORONG OLEH
PERBEDAAN MASSA JENIS (*DRIVEN DENSITY*)

4.1 Persamaan Aliran Air Tanah

Penurunan persamaan matematis ini menggunakan persamaan kekekalan massa.



Gambar 4.1. Elemen Volume Kontrol (*Control Volume*) untuk Aliran melalui Media Berpori

Sumber : diolah sendiri

Persamaan kekekalan massa volume kontrol di atas sebagai berikut

$$\frac{d}{dt} \int_{V_{CV}} \rho dV + \int_{A_{CV}} \rho (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA_{CV} = 0$$

$$\frac{\partial(\rho V_w)}{\partial t} = - \left[\rho \left[-q_x + \left(q_x + \frac{\partial q_x}{\partial x} dx \right) \right] dydz + \rho \left[-q_y + \left(q_y + \frac{\partial q_y}{\partial y} dy \right) \right] dx dz + \rho \left[-q_z + \left(q_z + \frac{\partial q_z}{\partial z} dz \right) \right] dx dy \right]$$

$$\frac{\partial(\rho V_w)}{\partial t} = - \left[\frac{\partial(\rho q_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho q_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho q_z)}{\partial z} \right] dx dy dz$$

$$\frac{\partial(\rho V_w)}{\partial t} = - \left[\frac{\partial(\rho q_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho q_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho q_z)}{\partial z} \right] V_T$$

Perbedaan penurunan persamaan dalam penelitian ini dengan cara penurunan pada umumnya terletak pada asumsi massa jenisnya. Umumnya massa

jenis diasumsikan sebagai nilai yang konstan karena perbedaan nilainya dianggap kecil. Namun, di sini massa jenis diasumsikan berubah menurut ruang dan waktu akibat konsentrasi air laut, dalam hal ini pencemarnya ialah garam (NaCl). Sehingga persamaannya menjadi

$$\rho \frac{\partial \Psi_W}{\partial t} + \Psi_W \frac{\partial \rho}{\partial t} = - \left[\frac{\partial(\rho q_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho q_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho q_z)}{\partial z} \right] \Psi_T \quad (4.1)$$

Penambahan volume air diakomodasi oleh peningkatan tekanan air dan peningkatan volume porositas air.

$$\partial \Psi_W = \partial \Psi_P + \partial \Psi_V \quad (4.2)$$

Apabila nilai perubahan volume air $\Delta \Psi_P$ (relatif terhadap total volume air di dalam control volume Ψ_W) dikaitkan dengan kompresibilitas air, maka hubungannya sebagai berikut

$$\beta = \lim_{\Delta p \rightarrow 0} - \frac{\Delta \Psi_P / \Psi_W}{\Delta p} \quad (4.3)$$

Atau

$$\partial \Psi_P = -\partial p \beta \Psi_W \quad (4.4)$$

Mengingat bahwa $p = \rho g h$ dan $\Psi_W = n \Psi_T$, maka

$$\partial \Psi_P = -n \beta \Psi_T \partial(\rho g(-h)) \quad (4.5)$$

Harga h negatif karena peningkatan volume $+\partial \Psi_P$ hanya dapat diakibatkan oleh penurunan head ($-h$).

Dari persamaan (2.38) diketahui bahwa kompresibilitas media berpori

$$\alpha = \frac{-\partial \Psi_T / \Psi_T}{\partial \sigma_e}$$

Dimana $\Psi_T = \Psi_S + \Psi_V$. Sehingga $\partial \Psi_T = \partial \Psi_S + \partial \Psi_V$, dimana $\partial \Psi_S = 0$ karena volume butiran tidak berubah tetapi yang berubah hanya *rearrangement* butiran tanah, maka

$$\partial \Psi_T = \partial \Psi_V \quad (4.6)$$

Sehingga persamaan (2.38) menjadi

$$\partial \Psi_V = -\alpha \Psi_T \sigma_e \quad (4.7)$$

Dari persamaan (2.37) kita dapat mengetahui bahwa perubahan tegangan efektif σ_e

$$\partial \sigma_e = \partial \sigma_T - \partial p$$

Dimana berat lapisan atas yang menekan akuifer tidak berubah ($\partial\sigma_T = 0$). Sehingga

$$\partial\sigma_e = -\partial p \quad (4.8)$$

Persamaan (4.8) dimasukkan ke persamaan (4.7)

$$\begin{aligned} \partial V_V &= -\alpha V_T (-\partial p) \\ \partial V_V &= \rho \alpha g V_T \partial h \end{aligned} \quad (4.9)$$

Penggabungan persamaan (4.5) dan (4.9) ke persamaan (4.2) akan menghasilkan

$$\begin{aligned} \partial V_W &= \partial V_P + \partial V_V \\ \partial V_W &= n\beta \rho g V_T \partial h + \rho \alpha g V_T \partial h \\ \partial V_W &= \rho g (n\beta + \alpha) V_T \partial h \end{aligned} \quad (4.10)$$

Apabila persamaan (4.10) dimasukkan ke persamaan (4.1) dan sumbu yang ditinjau adalah sumbu - x dan sumbu - z, maka menjadi

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial V_W}{\partial t} + V_W \frac{\partial \rho}{\partial t} &= - \left[\frac{\partial(\rho q_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho q_z)}{\partial z} \right] V_T \\ \rho^2 g (n\beta + \alpha) V_T \frac{\partial h}{\partial t} + n V_T \frac{\partial \rho}{\partial t} &= - \left[\rho \frac{\partial q_x}{\partial x} + q_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \frac{\partial q_z}{\partial z} + q_z \frac{\partial \rho}{\partial z} \right] V_T \\ \rho^2 g (n\beta + \alpha) \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial t} &= - \left[\rho \frac{\partial q_x}{\partial x} + q_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \frac{\partial q_z}{\partial z} + q_z \frac{\partial \rho}{\partial z} \right] \end{aligned} \quad (4.11)$$

Jika media berpori diasumsikan bersifat homogen - isotropi dan persamaan (2.20) dan (2.44) disubstitusikan ke persamaan (4.11), maka persamaan menjadi

$$\begin{aligned} \rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial t} &= - \left[-K\rho \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial h}{\partial x} \right) - K\rho \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial h}{\partial z} \right) - K \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial \rho}{\partial x} - K \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial \rho}{\partial z} \right] \\ \rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial t} &= K\rho \left[\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right] + \left[K \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial \rho}{\partial x} + K \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial \rho}{\partial z} \right] \end{aligned} \quad (4.12)$$

Selanjutnya, fluida diasumsikan dalam kondisi isothermal serta persamaan (2.64), (2.65), (2.66), dan (2.67) disubstitusikan ke persamaan (4.12) sehingga menjadi

$$\rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} = K\rho \left[\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right] + K \frac{\partial \rho}{\partial C} \left[\frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right] \quad (4.13)$$

Untuk dapat menyelesaikan kasus *discharge/recharge*, persamaan (4.13) harus ditambahkan dengan variabel debit per satuan luas, Q_S ($m^3/s/m^2$)

$$\rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} = K\rho \left[\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right] + K \frac{\partial \rho}{\partial C} \left[\frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right] + Q_S \quad (4.14)$$

Jika terjadi *recharge* maka Q_s bernilai (+). Begitu pula sebaliknya, Q_s bernilai (-) apabila terjadi *discharge*. Sesuai dengan persamaan (2.69), $\partial\rho/\partial C$ bernilai 0,638 (konstan) karena grafik hubungan konsentrasi garam (NaCl) dan massa jenis air bersifat linier. Pertambahan jumlah garam (NaCl) ke dalam air menyebabkan perubahan massa jenis air menjadi lebih besar.

4.2 Persamaan Transpor Pencemar (Adveksi – Dispersi)

Dalam penelitian ini, terdapat dua persamaan yang akan diturunkan yaitu persamaan aliran air tanah dan persamaan adveksi – dispersi. Untuk menyelesaikannya, kedua persamaan ini nanti akan digabungkan (*coupled*). Persamaan pertama sudah dibahas di bagian 4.1. Pada bagian ini akan dibahas tentang persamaan kedua, adveksi – dispersi. Kontaminan (dalam hal ini adalah garam/NaCl) yang memiliki konsentrasi tertentu akan mengalami setidaknya dua proses utama yaitu adveksi dan dispersi ketika berada di medium berpori.

Hasil penurunan persamaan adveksi – dispersi di media berpori tersaturasi (*saturated porous media*) yang dilakukan oleh Freeze & Cherry (1979), persamaan (2.62), ialah sebagai berikut

$$\left[\frac{\partial}{\partial x} (n\bar{v}_x C) + \frac{\partial}{\partial y} (n\bar{v}_y C) + \frac{\partial}{\partial z} (n\bar{v}_z C) \right] - \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(nD_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(nD_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(nD_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \right] = -n \frac{\partial C}{\partial t} \quad (4.15)$$

Apabila medium bersifat homogen dimana kecepatan linier rata-rata \bar{v} *steady* dan *uniform*, koefisien dispersi D_x , D_y , D_z disubstitusi dengan persamaan (2.59 – 2.61) serta tidak bervariasi menurut ruang, dan sumbu yang ditinjau adalah sumbu – x dan sumbu – z. Sehingga persamaannya menjadi

$$n \frac{\partial C}{\partial t} = \left[nD_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + nD_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right] - \left[q_x \frac{\partial C}{\partial x} + q_z \frac{\partial C}{\partial z} \right] \quad (4.16)$$

$$n \frac{\partial C}{\partial t} = \left[n(\alpha_x \bar{v}_x + D^*) \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + n(\alpha_z \bar{v}_z + D^*) \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right] + \left[K \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial x} + K \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right] \quad (4.17)$$

$$n \frac{\partial C}{\partial t} = -\alpha_x K \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \alpha_z K \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + nD^* \left[\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right] + K \left[\frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right] \quad (4.18)$$

4.3 Solusi Numerik Komponen Ruang dengan Metode Beda Hingga

Metode beda hingga yang digunakan ialah metode *forward difference*. Penggunaan metode beda hingga cukup mudah dan hasilnya cukup konvergen.

Persamaan aliran air tanah dan transpor pencemar yang berbentuk persamaan differensial harus dirubah menjadi persamaan aljabar biasa.

Dengan menggunakan deret *Taylor* yaitu persamaan (2.70) dan (2.75), maka persamaan (4.14) dan (4.18) dapat diubah menjadi persamaan aljabar biasa.

- Persamaan Aliran Air Tanah

$$\rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} - K\rho \left[\frac{h_{x+1,z}^t - 2h_{x,z}^t + h_{x-1,z}^t}{\partial x^2} + \frac{h_{x,z+1}^t - 2h_{x,z}^t + h_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right] - K \frac{\partial \rho}{\partial C} \left[\left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{C_{x+1,z}^t - C_{x,z}^t}{\partial x} \right) + \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{C_{x,z+1}^t - C_{x,z}^t}{\partial z} \right) \right] - Q_s = 0 \quad (4.19)$$

- Persamaan Transpor Pencemar

$$n \frac{\partial C}{\partial t} + \alpha_x K \left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{C_{x+1,z}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x-1,z}^t}{\partial x^2} \right) + \alpha_z K \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{C_{x,z+1}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right) - nD^* \left[\frac{C_{x+1,z}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x-1,z}^t}{\partial x^2} + \frac{C_{x,z+1}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right] - K \left[\left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{C_{x+1,z}^t - C_{x,z}^t}{\partial x} \right) + \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{C_{x,z+1}^t - C_{x,z}^t}{\partial z} \right) \right] = 0 \quad (4.20)$$

4.4 Solusi Numerik Komponen Waktu dengan Metode Beda Hingga

Setelah mendapatkan nilai pada kondisi *steady* (saat $t = 0$ atau *initial condition*). Langkah berikutnya ialah mencari nilai pada kondisi *unsteady* (saat $t + \Delta t$) juga dengan menggunakan metode beda hingga.

- Persamaan Aliran Air Tanah

$$\rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} = K\rho \left[\frac{h_{x+1,z}^t - 2h_{x,z}^t + h_{x-1,z}^t}{\partial x^2} + \frac{h_{x,z+1}^t - 2h_{x,z}^t + h_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right] + K \frac{\partial \rho}{\partial C} \left[\left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{C_{x+1,z}^t - C_{x,z}^t}{\partial x} \right) + \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{C_{x,z+1}^t - C_{x,z}^t}{\partial z} \right) \right] + Q_s \quad (4.21)$$

$$\rho S_s \left(\frac{h_{x,z}^{t+\Delta t} - h_{x,z}^t}{\partial t} \right) + n \frac{\partial \rho}{\partial C} \left(\frac{C_{x,z}^{t+\Delta t} - C_{x,z}^t}{\partial t} \right) = K\rho \left[\frac{h_{x+1,z}^t - 2h_{x,z}^t + h_{x-1,z}^t}{\partial x^2} + \frac{h_{x,z+1}^t - 2h_{x,z}^t + h_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right] + K \frac{\partial \rho}{\partial C} \left[\left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{C_{x+1,z}^t - C_{x,z}^t}{\partial x} \right) + \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{C_{x,z+1}^t - C_{x,z}^t}{\partial z} \right) \right] + Q_s \quad (4.22)$$

- Persamaan Transpor Pencemar

$$n \frac{\partial C}{\partial t} = -\alpha_x K \left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{C_{x+1,z}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x-1,z}^t}{\partial x^2} \right) - \alpha_z K \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{C_{x,z+1}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right) + nD^* \left[\frac{C_{x+1,z}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x-1,z}^t}{\partial x^2} + \frac{C_{x,z+1}^t - 2C_{x,z}^t + C_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right] + K \left[\left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{C_{x+1,z}^t - C_{x,z}^t}{\partial x} \right) + \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{C_{x,z+1}^t - C_{x,z}^t}{\partial z} \right) \right] \quad (4.23)$$

$$\begin{aligned}
n \left(\frac{c_{x,z}^{t+\Delta t} - c_{x,z}^t}{\partial t} \right) &= -\alpha_x K \left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{c_{x+1,z}^t - 2c_{x,z}^t + c_{x-1,z}^t}{\partial x^2} \right) - \\
\alpha_z K \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{c_{x,z+1}^t - 2c_{x,z}^t + c_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right) &+ nD^* \left[\frac{c_{x+1,z}^t - 2c_{x,z}^t + c_{x-1,z}^t}{\partial x^2} + \frac{c_{x,z+1}^t - 2c_{x,z}^t + c_{x,z-1}^t}{\partial z^2} \right] + \\
K \left[\left(\frac{h_{x+1,z}^t - h_{x,z}^t}{\partial x} \right) \left(\frac{c_{x+1,z}^t - c_{x,z}^t}{\partial x} \right) + \left(\frac{h_{x,z+1}^t - h_{x,z}^t}{\partial z} \right) \left(\frac{c_{x,z+1}^t - c_{x,z}^t}{\partial z} \right) \right] & \quad (4.24)
\end{aligned}$$



BAB 5

PENERAPAN MODEL MENGGUNAKAN *SPREAD SHEET* PROGRAM *MICROSOFT EXCEL*

5.1 Tujuan Penerapan Model

Model ini merupakan aplikasi dari solusi numerik yang sudah dijabarkan di bab 4. Tujuan pembuatan model ialah untuk membuktikan bahwa persamaan yang diturunkan di bab 4 sudah sesuai dan dapat diterima karena perilaku (*behaviour*)-nya sudah sesuai dengan kondisi alam. Hasil penerapan model juga dapat dibandingkan dengan beberapa penelitian yang telah ada sebelumnya.

Alat yang digunakan untuk memodelkan dua persamaan itu ialah *spread sheet* program *Microsoft Excel*. *Spread sheet* menyediakan perhitungan secara iterasi yang dapat diatur sesuai kebutuhan. Misal, penulis menghendaki iterasi maksimal 1000 kali dan perubahan maksimal 0,001 maka cukup mengaturnya pada *Excel Options*. Hasil yang diperoleh dari iterasi juga cukup stabil dan konvergen.

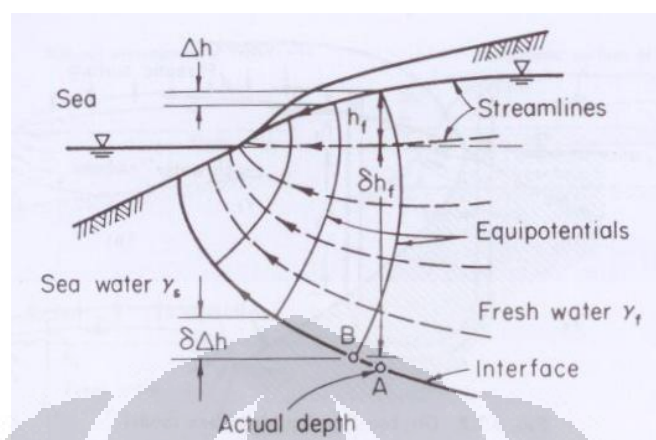
5.2 Pengaturan Lingkungan Simulasi (*Simulation Setting*)

5.2.1 Gambaran Situasi Alam

Gambaran mengenai pergerakan air tanah di akuifer pantai diimajinasikan seperti pada gambar 1.1 dimana terdapat *interface* antara air tanah dan air laut. *Interface* seolah menjadi pembatas antara zona air tanah (*freshwater*) dan zona air laut (*saltwater*). Awal penelitian tentang pergerakan air tanah di akuifer pantai seperti yang dilakukan oleh Badon-Ghyben (1888) dan Herzberg (1901) bermula dengan mengasumsikan *interface* berbentuk *sharp interface*. Namun, pada kenyataannya terjadi pencampuran (*miscible*) antara air tanah dan air laut (Bear, 1972). Zona pencampuran tersebut disebut zona transisi, dimana massa jenis bervariasi dari air tanah ke air laut. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan asumsi *miscible fluid*.

Umumnya air mengalir akibat perbedaan tinggi hidraulik (*hydraulic head*). Itu juga berlaku di akuifer pantai meskipun perbedaan tinggi (*head*)-nya tidak terlalu besar (untuk kasus pantai yang landai). Sehingga air mengalir dari

darat ke laut. Bear (1972) juga mengatakan bahwa pola aliran aktual mengalir dari darat ke laut dan digambarkan sebagai berikut



Gambar 5.1. Pola Aliran Aktual di Dekat Pantai

Sumber : *Dynamics of Fluids in Porous Media*. Bear, 1972

Gambar di atas menunjukkan bentuk aktual aliran air tanah dalam keadaan seimbang (*steady state*). Jika dipelajari dan direnungkan, bentuk awal *flowline* tidaklah demikian melainkan sejajar sumbu x (asumsi ideal) karena umumnya tinggi hidraulik (*hydraulic head*) menurun secara konstan. Namun, pengaruh air laut dalam rentang waktu tertentu menyebabkan *flowline* berubah menjadi seperti pada gambar 5.1. Air laut dapat mendorong/mendesak air tanah ke arah darat karena tinggi hidraulik air laut berubah menjadi lebih besar daripada tinggi hidraulik air tanah. Itu disebabkan karena massa jenis air laut lebih besar daripada massa jenis air tanah. Penyebab massa jenis air laut lebih berat ialah konsentrasi garam (NaCl) yang terkandung di air laut. Sedangkan air tanah tidak mengandung garam (NaCl) atau mungkin jumlahnya sangat kecil bila dibandingkan dengan air laut.

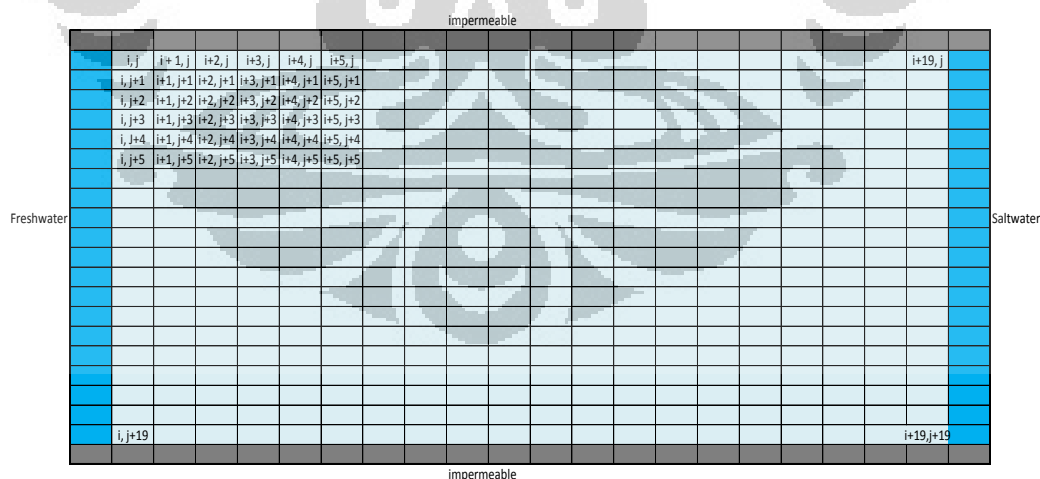
Bentuk aliran air seperti gambar 5.1 terjadi karena massa jenis air laut/konsentrasi garam di bagian bawah lebih besar daripada di bagian atas. Huyakorn et al (1987) juga sependapat bahwa konsentrasi garam di bagian bawah lebih besar daripada di bagian atas. Sehingga air laut mendesak/mendorong air tanah lebih besar di bagian bawah daripada di bagian atas. Untuk kasus akuifer terkekang (*confined*) yang berada pada elevasi 40 m di bawah permukaan air laut mungkin memiliki perbedaan tinggi hidraulik dimana tinggi hidraulik di bagian bawah lebih besar daripada di bagian atas akuifer. Hal tersebut juga menjadi salah

satu penyebab air laut mendorong air tanah. Namun, dalam penelitian ini, tinggi hidraulik dianggap konstan karena fokus penelitian ini untuk melihat pengaruh massa jenis terhadap aliran air.

Dari pembahasan di atas, penulis membuat hipotesa bahwa air laut bergerak mendorong/mendesak air tanah karena didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*).

5.2.2 Konseptualisasi

Untuk memodelkan situasi alam di atas diperlukan pembatas masalah. Itu bertujuan untuk menyederhanakan masalah yang rumit (agar dapat diselesaikan) tetapi masih mewakili situasi secara keseluruhan. Penulis menyederhanakan kondisi alam dengan membuat model berbentuk persegi 20 x 20 grid. Model persegi tersebut berada di akuifer terkekang (*confined*). Batas atas dan bawah model ialah lapisan tak kedap air (*impermeable*). Bagian kanan berbatasan dengan tinggi konstan (*constant head*) dan konsentrasi air laut dimana konsentrasinya semakin membesar dari atas ke bawah akuifer. Sedangkan sebelah kiri berbatasan dengan tinggi konstan (*constant head*) dan konsentrasi air tanah dimana konsentrasinya = 0 (tidak ada kandungan NaCl). Penentuan parameter akan dibahas di subbab berikutnya. Berikut ini ialah rancangan model penulis



Gambar 5.2. Rancangan Model Aliran Air Tanah di Akuifer Pantai (20 x 20 grid)

Sumber : diolah sendiri

Rancangan model di atas akan digunakan untuk menghitung nilai tinggi hidraulik (h) dan konsentrasi (C). Persamaan (4.14) dan (4.18) merupakan *coupled*. Keduanya saling berkaitan karena di titik yang sama dalam suatu grid

terdapat dua variabel yang harus dicari yaitu h dan C . Penulis mengalami kesulitan untuk menghitung keduanya dalam satu grid. Jadi, untuk memudahkan perhitungan maka perlu dibuat dua model yang sama, satu untuk tinggi hidraulik (h) dan satu lagi untuk konsentrasi (C). Akan tetapi, kedua model tersebut akan dihubungkan dengan persamaan.

5.3 Menjalankan Model (*Run Model*)

5.3.1 Parameter Simulasi

Untuk menjalankan simulasi diperlukan data masukan berupa parameter simulasi. Parameter simulasi merupakan variabel yang terdapat di persamaan atau di model seperti konduktivitas hidraulik, porositas, massa jenis, jarak penelusuran, waktu penelusuran, dst. Sebelum menjalankan model, parameter simulasi ini harus diisi lengkap. Apabila tidak maka model tidak dapat mengeluarkan hasil dengan benar. Penentuan nilai parameter ini bersifat hipotetik. Namun, data-data tersebut diambil dari buku referensi atau jurnal.

	A	B	C	D	E
1	Pemodelan Aliran Air Tanah <i>Driven Density</i>				
2					
3	Data Masukan	Simbol	Besaran	Satuan	
4	Panjang Model	X	20	m	
5	Tinggi Model	z	20	m	
6	Jarak Penelusuran	$\Delta x = \Delta z$	1	m	
7	Waktu Penelusuran	Δt	10000	s	
8	Konduktivitas Hidraulik	$K_x = K_z$	0.0001	m/s	
9	Porositas	n	0.33		
10	Dispersivitas Horizontal	α_x	25	m	
11	Dispersivitas Vertikal	α_z	2.5	m	
12	Koefisien Difusi	D^*	1.68 E-09	m ² /s	
13	Massa Jenis	ρ	998.2	kg/m ³	
14	Kompresibilitas Akifer	α	1.68E-08	m ² /N	
15	Kompresibilitas Air	β	4.40E-10	m ² /N	
16	Gravitasi	g	9.81	m/s ²	
17	Specific Storage	S_s	1.7 E-04		
18	Rasio ∂p terhadap ∂C	$\partial p / \partial C$	0.638		
19	Konsentrasi Air Tanah	C_{fresh}	0	gr/l	
20	Konsentrasi Air Laut	C_{salt}	35	gr/l	
21	Constant Head Air Laut	h^f	36.9	m	
22	Constant Head Air Tanah	h_s	37	m	
23					

Gambar 5.3. Contoh Pengisian Parameter Simulasi

Sumber : diolah sendiri

5.3.2 Kondisi Batas (*Boundary Condition*) dan Asumsi Awal (*Initial Guess*)

Seperti yang sudah dijelaskan pada sub-subbab 5.2.2 bahwa sebelum menjalankan model diperlukan kondisi batas dan asumsi awal. Kondisi batas akan menjadi koridor perhitungan model. Asumsi awal menjadi nilai perkiraan awal komponen yang akan dihitung. Berikut ialah kondisi batas dan asumsi awal model

impermeable

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
Freshwater	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Saltwater
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Gambar 5.4. Kondisi Batas (*Initial Condition*) dan Asumsi Awal (*Initial Guess*) Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*)

Sumber : diolah sendiri

Umumnya, tinggi hidraulik air tanah lebih besar daripada air laut. Itu mengapa bahwa air mengalir dari darat ke laut. Meskipun saat kondisi seimbang, bisa saja terjadi sebaliknya. Penulis hanya berusaha untuk menggambarkan awal mula kondisi tinggi hidraulik sesuai dengan kondisi di alam. Sedangkan untuk asumsi awal komponen tinggi hidraulik, penulis mengasumsikan nol. Ini memudahkan untuk memasukkan formula dalam *spread sheet*.

impermeable

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.25	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.75	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.25	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	
Freshwater	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.75	Saltwater
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.25	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.75	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.25	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.75	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.25	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Gambar 5.5. Kondisi Batas (*Initial Condition*) dan Asumsi Awal (*Initial Guess*) Konsentrasi (*Concentration*)

Sumber : diolah sendiri

Kondisi batas konsentrasi air tanah nol karena dianggap tidak mengandung garam (NaCl). Sedang kondisi batas konsentrasi air laut membesar dari atas ke bawah akuifer. Asumsi nilai maksimal konsentrasi 35 gram/liter. Ini sesuai dengan kondisi di alam. Rentang nilai konsentrasi dibagi sama rata sebesar $35 \text{ gram/liter} : 20 = 1.75 \text{ gram/liter}$. Sama seperti tinggi hidraulik, asumsi awal komponen konsentrasi = 0 karena memudahkan untuk memasukkan formula di *spread sheet*.

5.3.3 Kondisi *Steady* untuk Solusi Spasial

Setelah mengisi parameter simulasi, menentukan kondisi batas dan asumsi awal untuk kedua komponen yang akan dihitung, maka model sudah dapat dijalankan. Model dijalankan untuk memperoleh nilai kondisi awal (*initial condition*). Untuk memperoleh kondisi awal, model harus berada dalam keadaan *steady* dimana tidak ada perubahan terhadap waktu. Ini juga disebut sebagai penelusuran jarak. Selanjutnya, kondisi awal ini akan menjadi acuan untuk penelusuran waktu. Langkah untuk memperoleh *initial condition* ialah sebagai berikut

- a. Memasukkan persamaan (4.19) ke dalam model (komponen h)

Data Masukan	Simbol	Besaran	Satuan
Panjang Model	X	20	m
Tinggi Model	Z	20	m
Jarak Penelusuran	$\Delta x = \Delta z$	1	m
Waktu Penelusuran	Δt	1	s
Konduktivitas Hidrauli	$Kx = Kz$	0.0001	m/s
Porositas		$= (SC56^2)/(4*SC513) + SC518 * (134 - 12 * H34 + H33) * [SC513 / (SC56^2) * (19 + 99 * H8 + H10) + SC518 / (SC56^2) * (19 * (134 - H34) + H8 * H33)]$	
Dispersivitas Horizontal	α_x	25	m
Dispersivitas Vertikal	α_z	2.5	m
Koefisien Difusi	D^*	5.43.E-05	m ² /s
Massa Jenis	ρ	998.2	kg/m ³
Kompresibilitas Akuiifer	α	1.68E-08	m ² /N
Kompresibilitas Air	β	4.40E-10	m ² /N
Gravitasi	g	9.81	m/s ²
Spezific Storage	Ss	1.7.E-04	
Rasio ρ_p terhadap ρ_c	ρ_p/ρ_c	0.636	
Konsentrasi Air Tanah	C fresh	0	gr/l
Konsentrasi Air Laut	C salt	35	gr/l
Constant head Air Laut	hf	36.5	
Constant head Air Tanah	hs	37	

Gambar 5.6. Input Persamaan (4.19) ke model (komponen h)

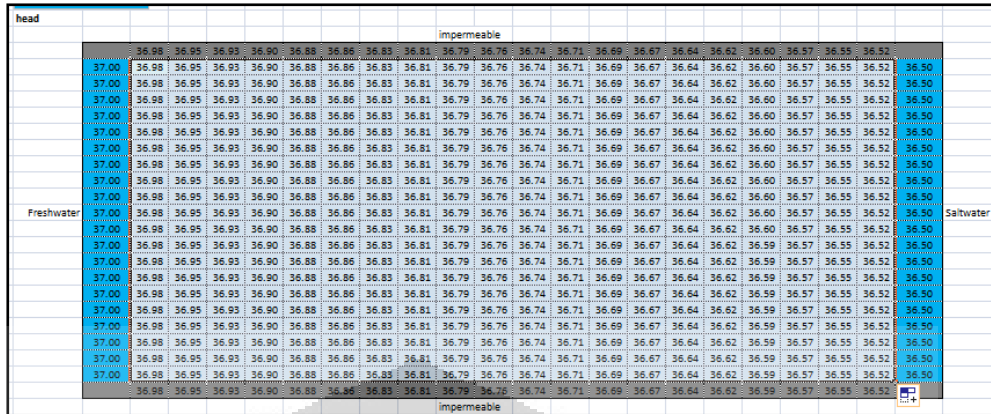
Sumber : diolah sendiri

- b. Melakukan penelusuran jarak arah sumbu – x

Gambar 5.7. Penelusuran Jarak Arah Sumbu – x

Sumber : diolah sendiri

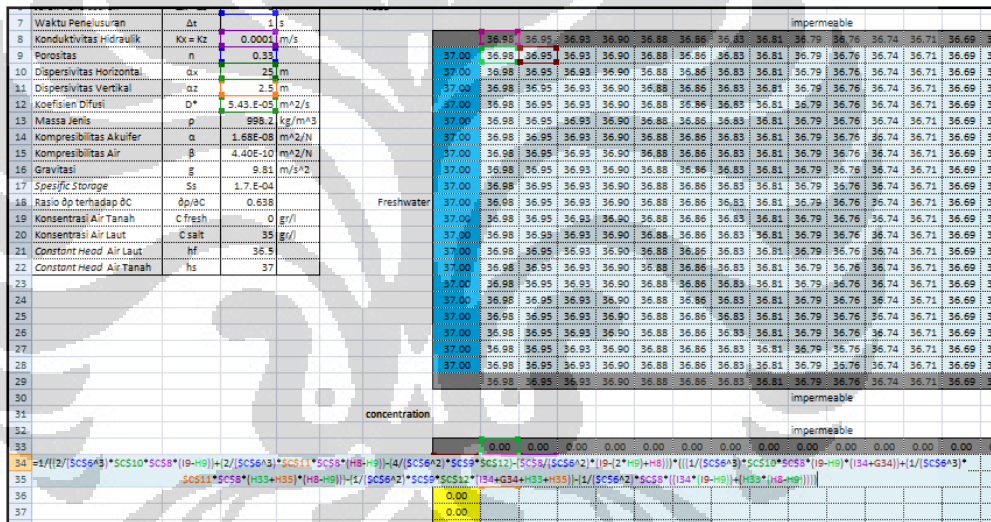
c. Melakukan penelusuran arah sumbu – z



Gambar 5.8. Penelusuran Jarak Arah Sumbu – z

Sumber : diolah sendiri

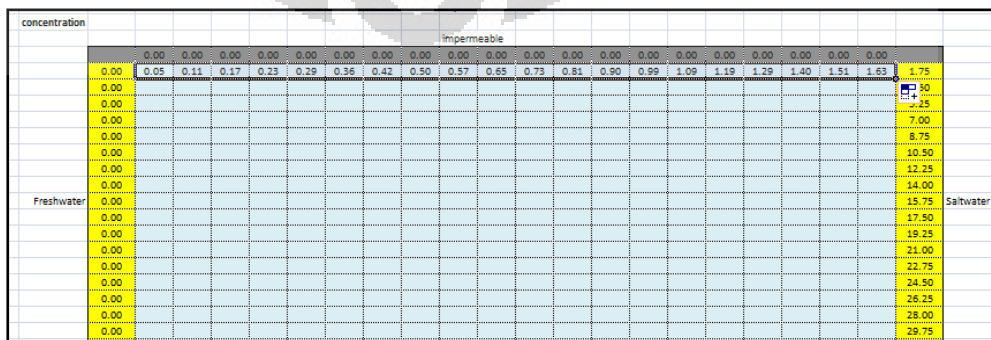
d. Memasukkan persamaan (4.20) ke dalam model (komponen C)



Gambar 5.9. Input Persamaan (4.20) ke model (komponen C)

Sumber : diolah sendiri

e. Melakukan penelusuran jarak arah sumbu – x



Gambar 5.10. Penelusuran Jarak Arah Sumbu – x

Sumber : diolah sendiri

f. Melakukan penelusuran arah sumbu – z

concentration		impermeable																				Freshwater		impermeable																				Saltwater																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0.00	0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26	3.50	3.75	4.00	4.26	4.53	4.81	5.10	5.40	5.71	6.03	6.36	6.70	7.05	7.41	7.78	8.16	8.55	8.95	9.36	9.78	10.21	10.65	11.10	11.56	12.03	12.51	13.00	13.50	14.01	14.53	15.06	15.60	16.15	16.71	17.28	17.86	18.45	19.05	19.66	20.28	20.91	21.55	22.20	22.86	23.53	24.21	24.90	25.60	26.31	27.03	27.76	28.50	29.25	30.01	30.78	31.56	32.35	33.15	33.96	34.78	35.61	36.45	37.30	38.16	39.03	39.91	40.80	41.70	42.61	43.53	44.46	45.40	46.35	47.31	48.28	49.26	50.25	51.25	52.26	53.28	54.31	55.35	56.40	57.46	58.53	59.61	60.70	61.80	62.91	64.03	65.16	66.30	67.45	68.61	69.78	70.96	72.15	73.35	74.56	75.78	77.01	78.25	79.50	80.76	82.03	83.31	84.60	85.90	87.21	88.53	89.86	91.20	92.55	93.91	95.28	96.66	98.05	99.45	100.86	102.28	103.71	105.15	106.60	108.06	109.53	111.01	112.50	114.00	115.51	117.03	118.56	120.10	121.65	123.21	124.78	126.36	127.95	129.55	131.16	132.78	134.41	136.05	137.70	139.36	141.03	142.71	144.40	146.10	147.81	149.53	151.26	153.00	154.75	156.51	158.28	160.06	161.85	163.65	165.46	167.28	169.11	170.95	172.80	174.66	176.53	178.41	180.30	182.20	184.11	186.03	187.96	189.90	191.85	193.81	195.78	197.76	199.75	201.75	203.76	205.78	207.81	209.85	211.90	213.96	216.03	218.11	220.20	222.30	224.41	226.53	228.66	230.80	232.95	235.11	237.28	239.46	241.65	243.85	246.06	248.28	250.51	252.75	255.00	257.26	259.53	261.81	264.10	266.40	268.71	271.03	273.36	275.70	278.05	280.41	282.78	285.16	287.55	289.95	292.36	294.78	297.21	299.65	302.10	304.56	307.03	309.51	312.00	314.50	317.01	319.53	322.06	324.60	327.15	329.71	332.28	334.86	337.45	340.05	342.66	345.28	347.91	350.55	353.20	355.86	358.53	361.21	363.90	366.60	369.31	372.03	374.76	377.50	380.25	383.01	385.78	388.56	391.35	394.15	396.96	399.78	402.61	405.45	408.30	411.16	414.03	416.91	419.80	422.70	425.61	428.53	431.46	434.40	437.35	440.31	443.28	446.26	449.25	452.25	455.26	458.28	461.31	464.35	467.40	470.46	473.53	476.61	479.70	482.80	485.91	489.03	492.16	495.30	498.45	501.61	504.78	507.96	511.15	514.35	517.56	520.78	524.01	527.25	530.50	533.76	537.03	540.31	543.60	546.90	550.21	553.53	556.86	560.20	563.55	566.91	570.28	573.66	577.05	580.45	583.86	587.28	590.71	594.15	597.60	601.06	604.53	608.01	611.50	615.00	618.51	622.03	625.56	629.10	632.65	636.21	639.78	643.36	646.95	650.55	654.16	657.78	661.41	665.05	668.70	672.36	676.03	679.71	683.40	687.10	690.81	694.53	698.26	702.00	705.75	709.51	713.28	717.06	720.85	724.65	728.46	732.28	736.11	739.95	743.80	747.66	751.53	755.41	759.30	763.20	767.11	771.03	774.96	778.90	782.85	786.81	790.78	794.76	798.75	802.75	806.76	810.78	814.81	818.85	822.90	826.96	831.03	835.11	839.20	843.30	847.41	851.53	855.66	859.80	863.95	868.11	872.28	876.46	880.65	884.85	889.06	893.28	897.51	901.75	906.00	910.26	914.53	918.81	923.10	927.40	931.71	936.03	940.36	944.70	949.05	953.41	957.78	962.16	966.55	970.95	975.36	979.78	984.21	988.65	993.10	997.56	1002.03	1006.51	1011.00	1015.50	1020.01	1024.53	1029.06	1033.60	1038.15	1042.71	1047.28	1051.86	1056.45	1061.05	1065.66	1070.28	1074.91	1079.55	1084.20	1088.86	1093.53	1098.21	1102.90	1107.60	1112.31	1117.03	1121.76	1126.50	1131.25	1136.01	1140.78	1145.56	1150.35	1155.15	1160.00	1164.85	1169.71	1174.58	1179.46	1184.35	1189.25	1194.16	1199.08	1204.01	1208.95	1213.90	1218.86	1223.83	1228.81	1233.80	1238.80	1243.81	1248.83	1253.86	1258.90	1263.95	1269.01	1274.08	1279.16	1284.25	1289.35	1294.46	1299.58	1304.71	1309.85	1315.00	1320.16	1325.33	1330.51	1335.70	1340.90	1346.11	1351.33	1356.56	1361.80	1367.05	1372.31	1377.58	1382.86	1388.15	1393.45	1398.76	1404.08	1409.41	1414.75	1420.10	1425.46	1430.83	1436.21	1441.60	1447.00	1452.41	1457.83	1463.26	1468.70	1474.15	1479.61	1485.08	1490.56	1496.05	1501.55	1507.06	1512.58	1518.11	1523.65	1529.20	1534.76	1540.33	1545.91	1551.50	1557.10	1562.71	1568.33	1573.96	1579.60	1585.25	1590.91	1596.58	1602.26	1607.95	1613.65	1619.36	1625.08	1630.81	1636.55	1642.30	1648.06	1653.83	1659.61	1665.40	1671.20	1677.01	1682.83	1688.66	1694.50	1700.35	1706.21	1712.08	1717.96	1723.85	1729.75	1735.66	1741.58	1747.51	1753.45	1759.40	1765.36	1771.33	1777.31	1783.30	1789.30	1795.31	1801.33	1807.36	1813.40	1819.45	1825.51	1831.58	1837.66	1843.75	1849.85	1855.96	1862.08	1868.21	1874.35	1880.50	1886.66	1892.83	1899.01	1905.20	1911.40	1917.61	1923.83	1930.06	1936.30	1942.55	1948.81	1955.08	1961.36	1967.65	1973.95	1980.26	1986.58	1992.91	1999.25	2005.60	2011.96	2018.33	2024.71	2031.10	2037.50	2043.91	2050.33	2056.76	2063.20	2069.65	2076.11	2082.58	2089.06	2095.55	2102.05	2108.56	2115.08	2121.61	2128.15	2134.70	2141.26	2147.83	2154.41	2161.00	2167.60	2174.21	2180.83	2187.46	2194.10	2200.75	2207.41	2214.08	2220.76	2227.45	2234.15	2240.86	2247.58	2254.31	2261.05	2267.80	2274.56	2281.33	2288.11	2294.90	2301.70	2308.51	2315.33	2322.16	2329.00	2335.85	2342.71	2349.58	2356.46	2363.35	2370.25	2377.16	2384.08	2391.01	2397.95	2404.90	2411.86	2418.83	2425.81	2432.80	2439.80	2446.81	2453.83	2460.86	2467.90	2474.95	2482.01	2489.08	2496.16	2503.25	2510.35	2517.46	2524.58	2531.71	2538.85	2546.00	2553.16	2560.33	2567.51	2574.70	2581.90	2589.11	2596.33	2603.56	2610.80	2618.05	2625.31	2632.58	2639.86	2647.15	2654.45	2661.76	2669.08	2676.41	2683.75	2691.10	2698.46	2705.83	2713.21	2720.60	2728.00	2735.41	2742.83	2750.26	2757.70	2765.15	2772.61	2780.08	2787.56	2795.05	2802.55	2810.06	2817.58	2825.11	2832.65	2840.20	2847.76	2855.33	2862.91	2870.50	2878.10	2885.71	2893.33	2900.96	2908.60	2916.25	2923.91	2931.58	2939.26	2946.95	2954.65	2962.36	2970.08	2977.81	2985.55	2993.30	3001.06	3008.83	3016.61	3024.40	3032.20	3040.01	3047.83	3055.66	3063.50	3071.35	3079.21	3087.08	3094.96	3102.85	3110.75	3118.66	3126.58	3134.51	3142.45	3150.40	3158.36	3166.33	3174.31	3182.30	3190.30	3198.31	3206.33	3214.36	3222.40	3230.45	3238.51	3246.58	3254.66	3262.75	3270.85	3278.96	3287.08	3295.21	3303.35	3311.50	3319.66	3327.83	3336.01	3344.20	3352.40	3360.61	3368.83	3377.06	3385.30	3393.55	3401.81	3410.08	3418.36	3426.65	3434.95	3443.26	3451.58	3459.91	3468.25	3476.60	3484.96	3493.33	3501.71	3510.10	3518.50	3526.91	3535.33	3543.76	3552.20	3560.65	3569.11	3577.58	3586.06	3594.55	3603.05	3611.56	3620.08	3628.61	3637.15	3645.70	3654.26	3662.83	3671.41	3680.00	3688.60	3697.21	3705.83	3714.46	3723.10	3731.75	3740.41	3749.08	3757.76	3766.45	3775.15	3783.86	3792.58	3801.31	3810.05	3818.80	3827.56	3836.33	3845.11	3853.90	3862.70	3871.51	3880.33	3889.16	3898.00	3906.85	3915.71	3924.58	3933.46	3942.35	3951.25	3960.16	3969.08	3978.01	3986.95	3995.90	4004.86	4013.83	4022.81	4031.80	4040.80	4049.81	4058.83	4067.86	4076.90	4085.95	4095.01	4104.08	4113.16	4122.25	4131.35	4140.46	4149.58	4158.71	4167.85	4177.00	4186.16	4195.33	4204.51	4213.70	4222.90	4232.11	4241.33	4250.56	4259.80	4269.05	4278.31	4287.58	4296.86	4306.15	4315.45	4324.76	4334.08	4343.41	4352.75	4362.10	4371.46	4380.83	4390.21	4399.60	4409.00	4418.41	4427.83	4437.26	4446.70	4456.15	4465.61	4475.08	4484.56	4494.05	4503.55	4513.06	4522.58	4532.11	4541.65	4551.20	4560.76	4570.33	4579.91	4589.50	4599.10	4608.71	4618.33	4627.96	4637.60	4647.25	4656.91	4666.58	4676.26	4685.95	4695.65	4705.36	4715.08	4724.81	4734.55	4744.30	4754.06	4763.83	4773.61	4783.40	4793.20	4803.01	4812.83	4822.66	4832.50	4842.35	4852.21	4862.08	4871.96	4881.85	4891.75	4901.66	4911.58	4921.51	4931.45	4941.40	4951.36	4961.33	4971.31	4981.30	4991.30	5001.31	5011.33	5021.36	5031.40	5041.45	5051.51	5061.58	5071.66	5081.75	5091.85	5101.96	5112.08	5122.21	5132.35	5142.50	5152.66	5162.83	5173.01	5183.20	5193.40	5203.61	5213.83	5224.06	5234.30	5244.55	5254.81	5265.08	5275.36	5285.65	5295.95	5306.26	5316.58	5326.91	5337.25	5347.60	5357.96	5368.33	5378.71	5389.10	5399.50	5409.91	5420.33	5430.76	5441.20	5451.65	5462.11	5472.58	5483.06	5493.55	5504.05	5514.56	5525.08	5535.61	5546.15	5556.70	5567.26	5577.83	5588.41	5599.00	5609.60	5620.21	5630.83	5641.46	5652.10	5662.75	5673.41	5684.08	5694.76	5705.45	5716.15	5726.86	5

5.3.6 Pengaruh Perubahan Dispersi Hidrodinamik (*Hydrodynamic Dispersion*)

Seperti yang sudah di bab-bab sebelumnya bahwa terdapat dua mekanisme pada transpor pencemar yaitu adveksi dan dispersi. Dalam kasus aliran air di akuifer pantai, penulis mencoba untuk melihat pengaruh dari mekanisme dispersi pada pengembangan model ini.

Skenario yang dilakukan ialah memperbesar nilai koefisien dispersi (D) dan lebih spesifiknya memperbesar nilai dispersivitas (α) dan koefisien difusi (D^*). Ada tiga nilai yang akan diskenariokan antara lain

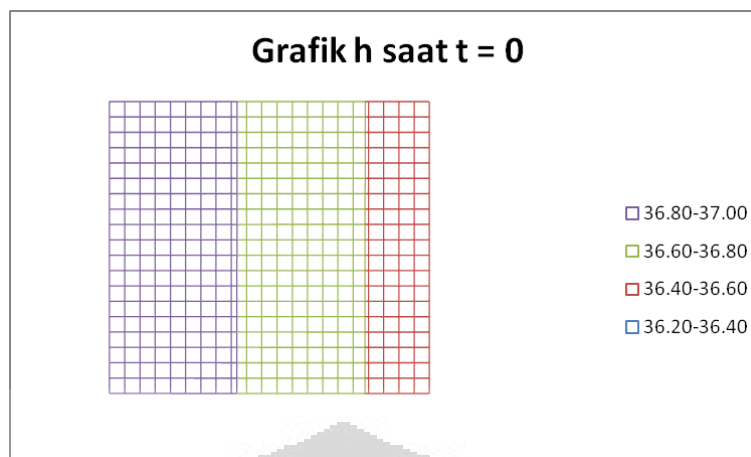
- $\alpha_x = 25 \text{ m}$; $\alpha_z = 2.5 \text{ m}$; $D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$
- $\alpha_x = 250 \text{ m}$; $\alpha_z = 25 \text{ m}$; $D^* = 7,64 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
- $\alpha_x = 2500 \text{ m}$; $\alpha_z = 250 \text{ m}$; $D^* = 5,43 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Langkah-langkah untuk menghitung komponen h dan C sama seperti langkah pada perhitungan *initial condition* (*kondisi steady*). Sedangkan penelusuran waktu tidak diperlukan karena kondisi *steady* sudah cukup memperlihatkan perilaku (*behaviour*) model akibat perubahan koefisien dispersi.

5.4 Analisa Hasil Simulasi Model

5.4.1 Solusi Spasial (*kondisi steady*) dan Solusi Temporal (*kondisi unsteady*)

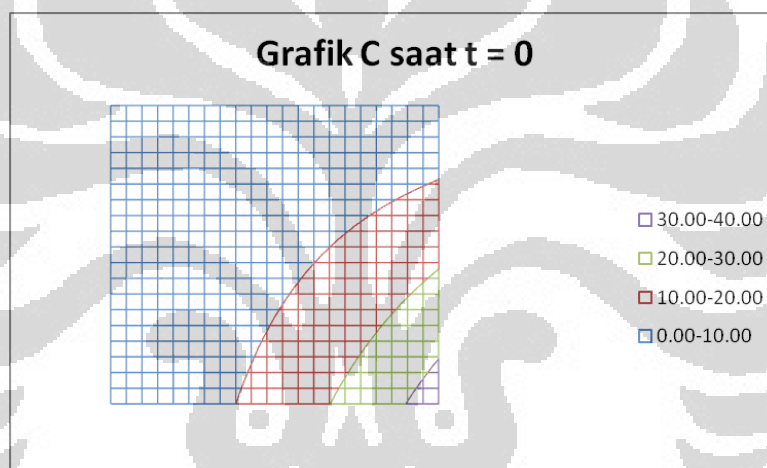
Perhitungan dalam kondisi *steady* menghasilkan *initial condition* komponen h dan C yang nanti diperlukan untuk penyelesaian solusi temporal. Nilai h yang diperoleh seragam di setiap titik penelusuran sumbu $-x$ (tidak bervariasi terhadap sumbu $-z$). Dari kiri (*freshwater*) ke kanan (*saltwater*) nilai h mengalami penurunan secara konstan. Hal ini mengindikasikan bahwa saat kondisi *steady*, air mengalir dari *freshwater* ke *saltwater*. Untuk lebih jelasnya, lihat grafik berikut



Gambar 5.12. Grafik h saat t = 0

Sumber : diolah sendiri

Sedangkan komponen C saat t = 0 dapat dilihat di grafik berikut ini



Gambar 5.13. Grafik C saat t = 0

Sumber : diolah sendiri

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat t = 0, transport pencemar sudah menginduksi air tanah (*freshwater*). Meskipun jangkauannya belum terlalu panjang.

Kedua komponen di atas yaitu h dan C dijadikan kondisi awal untuk penelusuran waktu (solusi temporal). Waktu penelusuran ditentukan sebesar 5000 s. Berhubung jumlah grid model terlalu banyak (20 x 20), maka hasil penelusuran waktu akan dirangkum dengan mengambil tiga titik (hulu, tengah, hilir) setiap penelusuran waktunya. Rangkumannya sebagai berikut

Tabel 5.1. Tinggi Hidraulik (h) untuk Solusi Temporal

Sumber : diolah sendiri

Waktu	Hulu	Tengah	Hilir
Penelusuran	Sel i+10, j	Sel i+10, j+10	Sel i+10, j+19
(s)	(m)	(m)	(m)
0	36.98	36.74	36.52
5000	37.01	36.78	36.59
10000	37.03	36.82	36.66
15000	37.06	36.87	36.74
20000	37.09	36.91	36.83
25000	37.12	36.95	36.93
30000	37.15	37	37.04
35000	37.18	37.04	37.16
40000	37.21	37.08	37.3
45000	37.24	37.11	37.47

Tabel 5.2. Konsentrasi (C) untuk Solusi Temporal

Sumber : diolah sendiri

Waktu	Hulu	Tengah	Hilir
Penelusuran	Sel i+9, j	Sel i+9, j+10	Sel i+9, j+19
(s)	(m)	(m)	(m)
0	0.54	7.31	16.28
5000	0.56	7.34	16.33
10000	0.58	7.37	16.38
15000	0.6	7.4	16.44
20000	0.62	7.43	16.5
25000	0.64	7.46	16.57
30000	0.66	7.49	16.65
35000	0.68	7.53	16.74
40000	0.7	7.55	16.84
45000	0.72	7.57	16.96

Ketiga titik tersebut diambil di bagian tengah karena dianggap cukup mewakili keseluruhan data. Namun, Hasil lengkap penelusuran waktu (hingga $t = 45000$ s) telah dilampirkan dalam penelitian ini.

Pertama, tinjau penelusuran waktu komponen tinggi hidraulik. Titik hulu mengalami penambahan konstan sebesar 0.03. Titik tengah mengalami penambahan 0.04 – 0.05. Titik hilir mengalami penambahan 0.07 – 0.17. Ini menunjukkan bahwa penambahan *head* di hillir lebih dominan daripada di hulu. Pada saat penelusuran $t = 45000$ s, titik hulu terbaca angka 37.24 dan titik hilir

terbaca 37.47. Ini menunjukkan bahwa air mengalir dari hilir ke hulu. Namun, itu hanya berlaku untuk bagian bawah saja. Di bagian atas, air tetap mengalir dari hulu ke hilir. Dengan kata lain, di akuifer bagian bawah, air laut bergerak mendorong air tanah ke arah kiri (darat). Ini sesuai dengan gambar 5.1. dan pembahasan sub-subab 5.2.1.

Untuk lebih meyakinkan, lihat hasil penelusuran waktu komponen konsentrasi. Titik hulu mengalami penambahan sebesar 0.02. Titik tengah memperoleh penambahan sebesar 0.02 – 0.04. Titik hilir mengalami penambahan 0.05 – 0.12. Penambahan ini memiliki pola yang sama seperti penambahan pada *hydraulic head*. Fakta ini menjawab mengapa nilai tinggi hidraulik bertambah naik hingga melebihi *hydraulic head* di titik hilir. Dengan kata lain, transpor garam (NaCl) membuat massa jenis air mengalami kenaikan. Kenaikan itu yang menyebabkan kenaikan *hydraulic head*. Jadi, dapat disimpulkan bahwa aliran air tanah di akuifer pantai didorong oleh massa jenis (*driven density*). Penjelasan ini membuktikan hipotesa yang sudah dipaparkan di sub-subbab 5.2.1.

5.4.2 Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

Hasil lengkap mengenai pengaruh gradien fungsi massa jenis dapat di lihat di lampiran. Di sub-subbab ini, penulis hanya mengambil contoh di tiga titik yaitu hulu, tengah dan hilir untuk masing-masing nilai gradien fungsi massa jenis. Penelusuran waktu yang diambil 0, 10000 s, 20000 s dan 30000 s. Di bawah ini ialah rangkumannya

Tabel 5.3. Pengaruh Gradien Fungsi Massa Jenis terhadap Tinggi Hidraulik (h)

Sumber : diolah sendiri

Waktu Penelusuran	Letak Titik	Letak Sel	$\partial\rho/\partial C = 0$	$\partial\rho/\partial C = 0.319$	$\partial\rho/\partial C = 0.638$
(s)			(m)	(m)	(m)
0	Hulu	Sel i+10, j	36.98	36.98	36.98
	Tengah	Sel i+10, j+10	36.74	36.74	36.74
	Hilir	Sel i+10, j+19	36.52	36.52	36.52
10000	Hulu	Sel i+10, j	36.98	37.01	37.03
	Tengah	Sel i+10, j+10	36.74	36.78	36.82
	Hilir	Sel i+10, j+19	36.52	36.59	36.66
20000	Hulu	Sel i+10, j	36.98	37.03	37.09
	Tengah	Sel i+10, j+10	36.74	36.82	36.91
	Hilir	Sel i+10, j+19	36.52	36.66	36.83
30000	Hulu	Sel i+10, j	36.98	37.06	37.15
	Tengah	Sel i+10, j+10	36.74	36.87	37
	Hilir	Sel i+10, j+19	36.52	36.74	37.04

Tabel 5.4. Pengaruh Gradien Fungsi Massa Jenis terhadap Konsentrasi (C)

Sumber : diolah sendiri

Waktu Penelusuran	Letak Titik	Letak Sel	$\partial\rho/\partial C = 0$	$\partial\rho/\partial C = 0.319$	$\partial\rho/\partial C = 0.638$
(s)			(C)	(C)	(C)
0	Hulu	Sel i+9, j	0.54	0.54	0.54
	Tengah	Sel i+9, j+10	7.31	7.31	7.31
	Hilir	Sel i+9, j+19	16.28	16.28	16.28
10000	Hulu	Sel i+9, j	0.58	0.58	0.58
	Tengah	Sel i+9, j+10	7.37	7.37	7.37
	Hilir	Sel i+9, j+19	16.37	16.38	16.38
20000	Hulu	Sel i+9, j	0.62	0.62	0.62
	Tengah	Sel i+9, j+10	7.44	7.43	7.43
	Hilir	Sel i+9, j+19	16.46	16.48	16.5
30000	Hulu	Sel i+9, j	0.66	0.66	0.66
	Tengah	Sel i+9, j+10	7.5	7.5	7.49
	Hilir	Sel i+9, j+19	16.55	16.59	16.65

Dari tabel di atas, terlihat bahwa penambahan nilai gradien berpengaruh terhadap penambahan nilai tinggi hidraulik dan konsentrasi. Pada saat $t = 0$, untuk ketiga nilai gradien, tidak ada perubahan sama sekali pada tinggi hidraulik dan konsentrasi. Saat penelusuran temporal, perubahan tinggi hidraulik terlihat lebih

kelas daripada konsentrasi kecuali pada nilai gradien = 0, menunjukkan bahwa tinggi hidraulik konstan sedangkan konsentrasi naik secara linier.

Saat penelusuran waktu 10000 – 30000 s, tinggi hidraulik menunjukkan kenaikan nilai. Kenaikan terbesar terjadi di bagian hilir. Begitu pula jika ditinjau dari nilai gradien. Tinggi hidraulik naik secara linier sesuai kenaikan nilai gradien. Kenaikan paling besar terjadi di bagian hilir.

Di bagian hulu, saat penelusuran waktu yang sama dan nilai gradien yang berbeda, nilai konsentrasi hampir sama. Hal tersebut juga terjadi di bagian tengah. Namun, berbeda dengan bagian hilir dimana terjadi kenaikan nilai konsentrasi meskipun tidak terlalu besar. Ini disebabkan oleh kenaikan gradien fungsi massa jenis.

5.4.3 Pengaruh Perubahan Dispersi Hidrodinamik

Berikut ialah rangkuman hasil pemodelan air tanah dengan perubahan variabel dispersi hidrodinamik

Tabel 5.5. Pengaruh Perubahan Koefisien Dispersi terhadap Tinggi Hidraulik (h)

Sumber : diolah sendiri

Komponen Koefisien Dispersi			Hulu	Tengah	Hilir
α_x	α_z	D*	Sel i+10, j	Sel i+10, j+10	Sel i+10, j+19
(m)	(m)	(m ² /s)	(m)	(m)	(m)
25	2.5	1.68E-09	36.98	36.74	35.52
25	2.5	7.64E-07	36.98	36.74	35.52
25	2.5	5.43.E-05	36.98	36.74	35.52

Tabel 5.6. Pengaruh Perubahan Koefisien Dispersi terhadap Konsentrasi (C)

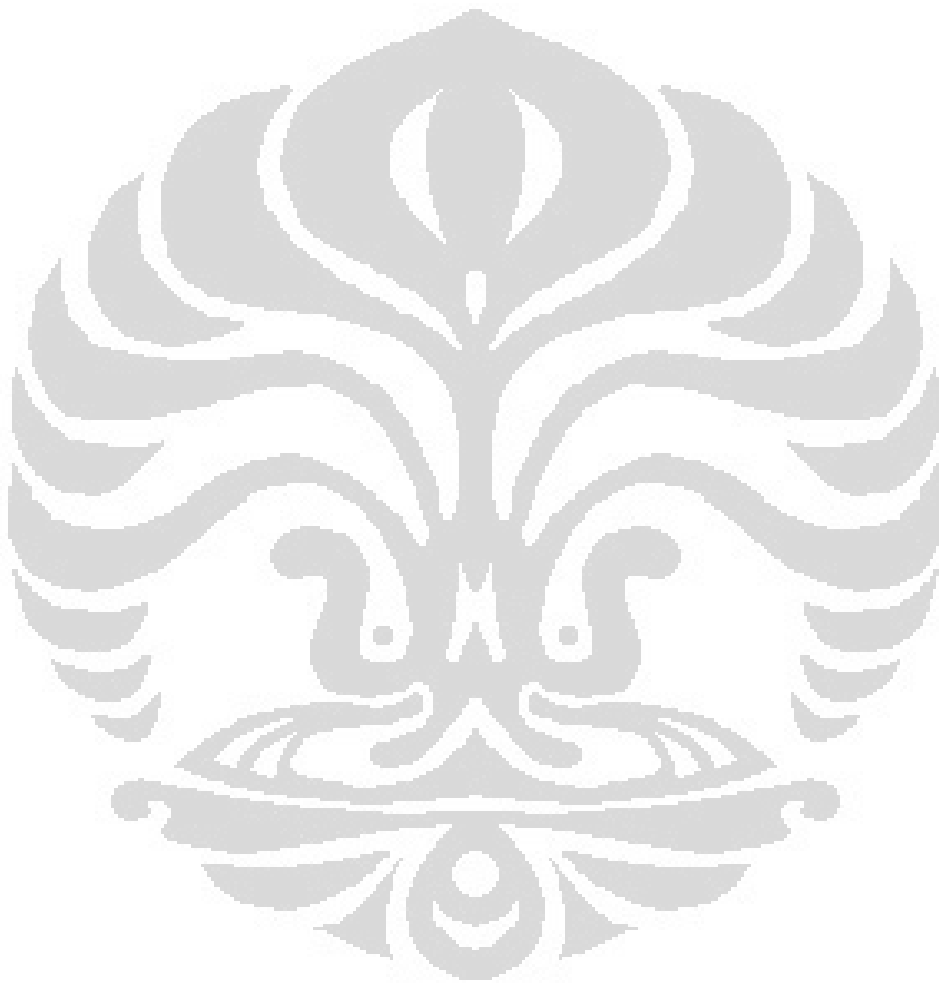
Sumber : diolah sendiri

Komponen Koefisien Dispersi			Hulu	Tengah	Hilir
α_x	α_z	D*	Sel i+10, j	Sel i+10, j+10	Sel i+10, j+19
(m)	(m)	(m ² /s)	(m)	(m)	(m)
25	2.5	1.68E-09	0.54	7.31	16.28
25	2.5	7.64E-07	0.8	8.98	16.63
25	2.5	5.43.E-05	0.83	9.15	16.66

Dispersi merupakan salah satu komponen transpor pencemar. Penulis ingin melihat seberapa besar peran dispersi dalam menyebarkan pencemar. Jika dilihat di tabel di bawah ini, penulis dapat menyimpulkan bahwa dispersi sama

sekali tidak berpengaruh terhadap tinggi hidraulik (*hydraulic head*). Berapapun nilai dispersi, nilai *hydraulic head* selalu konstan.

Pengaruh perubahan koefisien dispersi terhadap konsentrasi juga tidak terlalu signifikan. Secara keseluruhan, nilai yang diperoleh berbeda tipis. Sehingga, dapat disimpulkan pula bahwa koefisien dispersi tidak berpengaruh dominan terhadap konsentrasi.



BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Penurunan persamaan aliran air tanah didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*) menghasilkan dua persamaan yaitu :

Persamaan aliran air tanah

$$\rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} + n \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} = K\rho \left[\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right] + K \frac{\partial \rho}{\partial C} \left[\frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right] + Q_s$$

Persamaan transpor pencemar (adveksi – dispersi)

$$n \frac{\partial C}{\partial t} = -\alpha_x K \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \alpha_z K \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + nD^* \left[\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right] + K \left[\frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right]$$

- b. Kedua persamaan tersebut dapat diselesaikan menggunakan metode numerik (metode beda hingga). Secara kualitatif Perilaku (*behaviour*) model juga menunjukkan kesesuaian dengan kondisi alam.
- c. Di akuifer pantai, air mengalir didorong oleh perbedaan massa jenis (*driven density*).
- d. Kenaikan nilai gradien fungsi massa jenis berpengaruh cukup signifikan pada kenaikan tinggi hidraulik (h) tetapi hanya berpengaruh sedikit pada kenaikan konsentrasi (C).
- e. Komponen dispersi pada transpor pencemar (*contaminant transport*) tidak berpengaruh signifikan terhadap perubahan konsentrasi.

6.2 Saran

Dari keseluruhan proses penelitian ini, terdapat satu saran yaitu perlu pengembangan lebih lanjut mengenai solusi kedua persamaan di atas dengan menggunakan metode numerik yang lebih canggih seperti *finite element*, IADI, *Runge-Kutta* Orde 4. Penulis yakin apabila penelitian ini dikembangkan lebih lanjut maka hasilnya dapat dijadikan acuan untuk memodelkan aliran air laut di akuifer pantai, bahkan mungkin lebih dari itu atau dijadikan bahan mentah (*raw material*) pembuatan perangkat lunak (*software*) pemodelan air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerer, PH., Younes, A., Mose, R. (1999). *Modeling Variable Density Flow and Solute Transport in Porous Medium : 1. Numerical Model and Verification*. Netherlands : Kluwer Academic Publishers.
- Bear, Jacob. (1972). *Dynamics of Fluids in Porous Medium*. New York : American Elvesier.
- Bear, Jacob & Cheng, Alexander H.D. (2010). *Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport*. New York : Springer Science.
- Boufadel, Michel C., Suidan, Makram T., Venosa, Albert D. (1999). *A Numerical Model for Density-and-Viscosity-Dependent Flows in Two-Dimensional Variably Saturated Porous Media*. Journal of Contaminant Hydrology.
- Chapra, Steven C. (1997). *Surface Water – Quality Modeling*. Singapore : McGraw-Hill.
- Chapra, Steven C. & Canale, Raimond P. (1998). *Numerical Methods for Engineers : with Programming and Software Applications*. Singapore : McGraw-Hill.
- Cheng, Jing-Ru, Strobl, Robert O., Yeh, Gour-Tysh, Lin, Hsin-Chi & Choi Woo Hee. (1998). *Modeling of 2D Density-Dependent Flow and Transport in the Subsurface*. Journal of Hydrologic Engineering.
- Fachruddin, Imam. *Metode Numerik*. Departemen Fisika. Universitas Indonesia. <http://staff.fisika.ui.ac.id/imamf/>
- Freeze, R.Allan. & Cherry, John A. (1979). *Groundwater*. New York : Prentice-Hall.
- Hamidi, Mehdi & Sabbag-Yazdi, Saeed-Reza. (2007). *Modeling of 2D Density-Dependent Flow and Transport in Porous Media using Finite Volume Method*. KN Toosi University of Technology, Iran.
- Harvey, Charles. (2004). *Lecture Packet of Groundwater Hydrology*. MIT Open Course Ware. <http://ocw.mit.edu>
- Kreuzig, Erwin. (1983). *Advanced Engineering Mathematics*. Singapore : John Wiley & Sons Inc.

- Huyakorn, P. S., Andersen, P.F., Mercer, J. W., and White Jr., H. O. (1987). *Salwater Intrusion in Aquifers : Development and Testing of a Three-Dimensional Finite Element Model*. Water Resour. Res., 23(2), 293 – 312.
- Kumar, C.P. (2005). *Modelling of Seawater Intrusion*. National Institute of Hydrology, India.
- Larabi, A. (2010). *Methodological Approach for Modeling Seawater Intrusion in Coastal Aquifers*. UNESCO Workshop, Rabat – Morocco.
- Maidment, David R. (1992). *Handbook of Hydrology*. USA : McGraw-Hill.
- McDonald, Michael G & Harbaugh, Arlen W. (1988). *A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model*. Washington, DC : US Government Printing Office.
- Park, Sang-Uk., Kim, Jun-Mo., Yum, Byoung-Woo., and Yeh, Gour-Tsyh. (2012) *Three-Dimensional Numerical Simulation of Saltwater Extraction Schemes to Mitigate Seawater Intrusion due to Groundwater Pumping in a Coastal Aquifer System*. Journal of Hydrologic Engineering.
- Persada, Firman Reza. (2011). *Pengembangan Model Aliran Air Tanah pada Lapisan Tak Jenuh Air dengan Menggunakan Metode Beda Hingga dengan Skema Runge Kutta Orde 4*. Skripsi Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Potter, Merle C. & Wiggert, David C. (1997). *Mechanics of Fluid*. United States of America: Prentice-Hall Inc.
- Sara, Dinya Amima. (2011). *Pengembangan Model Beda Hingga Dua Dimensi untuk Aliran Air Sungai dengan Program Visual Basic*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Soeryantono, Herr. (2008). *Diktat Mekflu*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- U. Samir & G. Dagan. (1971). *Motion of the Seawater Interface in Coastal Aquifers : A Numerical Solution*. Technion-Israel Institute of Technology, Israel.

LAMPIRAN

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat $t = 0$

impermeable

	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52		

impermeable

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 0

		impermeable																					
		0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26		
Freshwater	0.00	0.05	0.11	0.17	0.23	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.65	0.73	0.82	0.90	1.00	1.09	1.19	1.29	1.40	1.51	1.63	1.75	Saltwater
	0.00	0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26	3.50	
	0.00	0.16	0.33	0.50	0.69	0.88	1.07	1.28	1.49	1.72	1.95	2.19	2.45	2.71	2.98	3.27	3.57	3.88	4.20	4.53	4.89	5.25	
	0.00	0.21	0.44	0.67	0.91	1.17	1.43	1.71	1.99	2.29	2.60	2.92	3.26	3.61	3.98	4.36	4.75	5.17	5.60	6.05	6.51	7.00	
	0.00	0.27	0.55	0.84	1.14	1.46	1.79	2.13	2.49	2.86	3.25	3.65	4.08	4.51	4.97	5.45	5.94	6.46	7.00	7.56	8.14	8.75	
	0.00	0.32	0.66	1.01	1.37	1.75	2.15	2.56	2.99	3.43	3.90	4.39	4.89	5.42	5.96	6.54	7.13	7.75	8.40	9.07	9.77	10.50	
	0.00	0.38	0.77	1.18	1.60	2.04	2.50	2.99	3.49	4.01	4.55	5.12	5.71	6.32	6.96	7.63	8.32	9.04	9.80	10.58	11.40	12.25	
	0.00	0.43	0.88	1.34	1.83	2.34	2.86	3.41	3.98	4.58	5.20	5.85	6.52	7.22	7.95	8.71	9.51	10.33	11.20	12.09	13.03	14.00	
	0.00	0.48	0.99	1.51	2.06	2.63	3.22	3.84	4.48	5.15	5.85	6.58	7.34	8.13	8.95	9.80	10.70	11.63	12.60	13.60	14.66	15.75	
	0.00	0.54	1.10	1.68	2.29	2.92	3.58	4.27	4.98	5.72	6.50	7.31	8.15	9.03	9.94	10.89	11.89	12.92	13.99	15.12	16.28	17.50	
	0.00	0.59	1.21	1.85	2.52	3.21	3.94	4.69	5.48	6.30	7.15	8.04	8.97	9.93	10.94	11.98	13.07	14.21	15.39	16.63	17.91	19.25	
	0.00	0.64	1.32	2.02	2.74	3.50	4.29	5.12	5.98	6.87	7.80	8.77	9.78	10.83	11.93	13.07	14.26	15.50	16.79	18.14	19.54	21.00	
	0.00	0.70	1.43	2.18	2.97	3.80	4.65	5.55	6.47	7.44	8.45	9.50	10.60	11.74	12.93	14.16	15.45	16.79	18.19	19.65	21.17	22.75	
	0.00	0.75	1.54	2.35	3.20	4.09	5.01	5.97	6.97	8.02	9.10	10.23	11.41	12.64	13.92	15.25	16.64	18.09	19.59	21.16	22.80	24.50	
	0.00	0.81	1.65	2.52	3.43	4.38	5.37	6.40	7.47	8.59	9.75	10.97	12.23	13.54	14.91	16.34	17.83	19.38	20.99	22.67	24.43	26.25	
	0.00	0.86	1.76	2.69	3.66	4.67	5.73	6.83	7.97	9.16	10.40	11.70	13.04	14.45	15.91	17.43	19.02	20.67	22.39	24.19	26.05	28.00	
	0.00	0.91	1.87	2.86	3.89	4.96	6.09	7.25	8.47	9.73	11.05	12.43	13.86	15.35	16.90	18.52	20.21	21.96	23.79	25.70	27.68	29.75	
0.00	0.97	1.97	3.02	4.12	5.26	6.44	7.68	8.97	10.31	11.70	13.16	14.67	16.25	17.90	19.61	21.40	23.26	25.19	27.21	29.31	31.50		
0.00	1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.46	10.88	12.35	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94	33.25		
0.00	1.07	2.19	3.36	4.58	5.84	7.16	8.53	9.96	11.45	13.01	14.62	16.31	18.06	19.89	21.79	23.78	25.84	27.99	30.23	32.57	35.00		
		1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.46	10.88	12.35	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94		
		impermeable																					

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 5000 \text{ s}$

		impermeable																					
		36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.58	36.56	36.54		
	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.88	36.86	36.84	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.67	36.65	36.62	36.60	36.58	36.55	36.53	36.50	
	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.58	36.56	36.54	36.50	
	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.70	36.68	36.66	36.63	36.61	36.59	36.56	36.54	36.50	
	37.00	36.99	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.58	36.55	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.65	36.63	36.60	36.58	36.56	36.50	
	37.00	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.63	36.61	36.59	36.57	36.50	
	37.00	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.62	36.60	36.58	36.50	
Freshwater	37.00	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.58	36.50	Saltwater
	37.00	37.01	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.61	36.59	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.59	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.62	36.60	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.61	36.50	
	37.00	37.02	36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.61	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.65	36.63	36.62	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.62	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.63	36.50	
	37.00	37.03	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.50	
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.64	36.50	
		37.03	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63		
		impermeable																					

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 5000 s

		impermeable																				
		0.11	0.22	0.34	0.46	0.59	0.72	0.86	1.00	1.15	1.31	1.47	1.64	1.81	2.00	2.19	2.39	2.59	2.81	3.03	3.27	
Freshwater	0.00	0.06	0.11	0.17	0.23	0.30	0.36	0.43	0.50	0.58	0.66	0.74	0.82	0.91	1.00	1.10	1.19	1.30	1.41	1.52	1.63	1.75
	0.00	0.11	0.22	0.34	0.46	0.59	0.72	0.86	1.00	1.15	1.31	1.47	1.64	1.81	2.00	2.19	2.39	2.59	2.81	3.03	3.27	3.50
	0.00	0.17	0.34	0.51	0.69	0.88	1.08	1.29	1.50	1.73	1.96	2.20	2.46	2.72	2.99	3.28	3.58	3.89	4.21	4.55	4.90	5.25
	0.00	0.22	0.45	0.68	0.92	1.18	1.44	1.72	2.00	2.30	2.61	2.94	3.27	3.63	3.99	4.37	4.77	5.18	5.61	6.06	6.53	7.00
	0.00	0.28	0.56	0.85	1.16	1.47	1.80	2.15	2.50	2.88	3.27	3.67	4.09	4.53	4.99	5.47	5.96	6.48	7.02	7.58	8.17	8.75
	0.00	0.34	0.67	1.02	1.39	1.77	2.16	2.58	3.00	3.45	3.92	4.40	4.91	5.44	5.99	6.56	7.15	7.77	8.42	9.10	9.80	10.50
	0.00	0.39	0.78	1.19	1.62	2.06	2.52	3.00	3.51	4.03	4.57	5.14	5.73	6.34	6.98	7.65	8.35	9.07	9.83	10.61	11.43	12.25
	0.00	0.45	0.90	1.36	1.85	2.36	2.88	3.43	4.01	4.60	5.22	5.87	6.55	7.25	7.98	8.74	9.54	10.37	11.23	12.13	13.06	14.00
	0.00	0.50	1.01	1.53	2.08	2.65	3.24	3.86	4.51	5.18	5.88	6.61	7.37	8.16	8.98	9.84	10.73	11.66	12.63	13.64	14.70	15.75
	0.00	0.56	1.12	1.70	2.31	2.94	3.60	4.29	5.01	5.75	6.53	7.34	8.18	9.06	9.98	10.93	11.92	12.96	14.04	15.16	16.33	17.50
	0.00	0.61	1.23	1.87	2.54	3.24	3.96	4.72	5.51	6.33	7.18	8.07	9.00	9.97	10.98	12.02	13.12	14.25	15.44	16.67	17.96	19.25
	0.00	0.67	1.34	2.04	2.77	3.53	4.33	5.15	6.01	6.90	7.84	8.81	9.82	10.87	11.97	13.12	14.31	15.55	16.84	18.19	19.60	21.00
	0.00	0.73	1.45	2.21	3.00	3.83	4.69	5.58	6.51	7.48	8.49	9.54	10.64	11.78	12.97	14.21	15.50	16.85	18.25	19.71	21.23	22.75
	0.00	0.78	1.57	2.38	3.24	4.12	5.05	6.01	7.01	8.06	9.14	10.28	11.46	12.69	13.97	15.30	16.69	18.14	19.65	21.22	22.86	24.50
	0.00	0.84	1.68	2.55	3.47	4.42	5.41	6.44	7.51	8.63	9.80	11.01	12.28	13.59	14.97	16.40	17.89	19.44	21.05	22.74	24.49	26.25
	0.00	0.89	1.79	2.72	3.70	4.71	5.77	6.87	8.01	9.21	10.45	11.75	13.10	14.50	15.96	17.49	19.08	20.73	22.46	24.25	26.13	28.00
	0.00	0.95	1.90	2.89	3.93	5.01	6.13	7.30	8.51	9.78	11.10	12.48	13.91	15.41	16.96	18.58	20.27	22.03	23.86	25.77	27.76	29.75
0.00	1.00	2.01	3.06	4.16	5.30	6.49	7.73	9.02	10.36	11.76	13.21	14.73	16.31	17.96	19.68	21.46	23.33	25.27	27.29	29.39	31.50	
0.00	1.06	2.13	3.24	4.39	5.60	6.85	8.16	9.52	10.93	12.41	13.95	15.55	17.22	18.96	20.77	22.66	24.62	26.67	28.80	31.03	33.25	
0.00	1.12	2.24	3.41	4.62	5.89	7.21	8.59	10.02	11.51	13.07	14.68	16.37	18.13	19.96	21.86	23.85	25.92	28.07	30.32	32.66	35.00	
		impermeable																				

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat t = 10000 s

										impermeable													
	36.99	36.97	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55			
	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.58	36.56	36.54	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.65	36.63	36.60	36.58	36.56	36.50	
	37.00	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.88	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.73	36.70	36.68	36.66	36.64	36.61	36.59	36.58	36.50	
	37.00	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.62	36.60	36.59	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.63	36.61	36.60	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.61	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.63	36.62	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.64	36.64	36.50	
Freshwater	37.00	37.03	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.68	36.65	36.65	36.50	
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.69	36.66	36.66	36.50	
	37.00	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.70	36.68	36.67	36.50	
	37.00	37.05	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.71	36.69	36.68	36.50	
	37.00	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.72	36.70	36.70	36.50	
	37.00	37.06	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.73	36.71	36.71	36.50	
	37.00	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.74	36.72	36.72	36.50	
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.76	36.75	36.73	36.73	36.50	
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.81	36.79	36.77	36.76	36.74	36.74	36.50	
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.77	36.75	36.76	36.50	
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.88	36.86	36.84	36.82	36.81	36.79	36.78	36.76	36.77	36.50	
	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.77	36.75	36.76			
										impermeable													

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 10000 s

		impermeable																				
		0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.31	1.48	1.64	1.82	2.00	2.19	2.39	2.60	2.82	3.04	3.28	
Freshwater	0.00	0.06	0.12	0.17	0.24	0.30	0.37	0.43	0.51	0.58	0.66	0.74	0.83	0.91	1.00	1.10	1.20	1.30	1.41	1.52	1.64	1.75
	0.00	0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.31	1.48	1.64	1.82	2.00	2.19	2.39	2.60	2.82	3.04	3.28	3.50
	0.00	0.18	0.34	0.52	0.70	0.89	1.09	1.30	1.51	1.74	1.97	2.21	2.47	2.73	3.00	3.29	3.59	3.90	4.22	4.56	4.92	5.25
	0.00	0.23	0.46	0.69	0.93	1.19	1.45	1.73	2.02	2.31	2.63	2.95	3.29	3.64	4.01	4.39	4.79	5.20	5.63	6.08	6.55	7.00
	0.00	0.29	0.57	0.86	1.17	1.49	1.82	2.16	2.52	2.89	3.28	3.69	4.11	4.55	5.01	5.48	5.98	6.50	7.04	7.60	8.19	8.75
	0.00	0.35	0.69	1.04	1.40	1.78	2.18	2.59	3.02	3.47	3.94	4.42	4.93	5.46	6.01	6.58	7.18	7.80	8.45	9.12	9.83	10.50
	0.00	0.41	0.80	1.21	1.63	2.08	2.54	3.02	3.53	4.05	4.59	5.16	5.75	6.37	7.01	7.68	8.37	9.10	9.85	10.64	11.47	12.25
	0.00	0.46	0.91	1.38	1.87	2.38	2.90	3.45	4.03	4.63	5.25	5.90	6.57	7.28	8.01	8.77	9.57	10.40	11.26	12.16	13.11	14.00
	0.00	0.52	1.03	1.55	2.10	2.67	3.27	3.89	4.53	5.20	5.90	6.63	7.39	8.19	9.01	9.87	10.77	11.70	12.67	13.68	14.74	15.75
	0.00	0.58	1.14	1.73	2.33	2.97	3.63	4.32	5.04	5.78	6.56	7.37	8.22	9.10	10.01	10.97	11.96	13.00	14.08	15.20	16.38	17.50
	0.00	0.64	1.25	1.90	2.57	3.27	3.99	4.75	5.54	6.36	7.22	8.11	9.04	10.01	11.01	12.06	13.16	14.30	15.48	16.72	18.02	19.25
	0.00	0.69	1.37	2.07	2.80	3.56	4.36	5.18	6.04	6.94	7.87	8.85	9.86	10.91	12.01	13.16	14.35	15.60	16.89	18.24	19.66	21.00
	0.00	0.75	1.48	2.24	3.03	3.86	4.72	5.61	6.55	7.52	8.53	9.58	10.68	11.82	13.02	14.26	15.55	16.90	18.30	19.76	21.30	22.75
	0.00	0.81	1.60	2.42	3.27	4.16	5.08	6.05	7.05	8.10	9.19	10.32	11.50	12.73	14.02	15.35	16.75	18.20	19.71	21.28	22.93	24.50
	0.00	0.87	1.71	2.59	3.50	4.45	5.44	6.48	7.55	8.67	9.84	11.06	12.32	13.64	15.02	16.45	17.94	19.50	21.12	22.80	24.57	26.25
	0.00	0.93	1.82	2.76	3.73	4.75	5.81	6.91	8.06	9.25	10.50	11.80	13.15	14.55	16.02	17.55	19.14	20.80	22.52	24.32	26.21	28.00
	0.00	0.98	1.94	2.93	3.97	5.05	6.17	7.34	8.56	9.83	11.15	12.53	13.97	15.46	17.02	18.64	20.34	22.10	23.93	25.84	27.85	29.75
	0.00	1.04	2.05	3.11	4.20	5.34	6.53	7.77	9.06	10.41	11.81	13.27	14.79	16.37	18.02	19.74	21.53	23.40	25.34	27.36	29.49	31.50
	0.00	1.10	2.17	3.28	4.44	5.64	6.90	8.21	9.57	10.99	12.47	14.01	15.61	17.28	19.02	20.84	22.73	24.70	26.75	28.88	31.12	33.25
0.00	1.16	2.28	3.45	4.67	5.94	7.26	8.64	10.07	11.57	13.12	14.75	16.43	18.19	20.03	21.94	23.92	26.00	28.15	30.40	32.76	35.00	
		1.10	2.17	3.28	4.44	5.64	6.90	8.21	9.57	10.99	12.47	14.01	15.61	17.28	19.02	20.84	22.73	24.70	26.75	28.88	31.12	
		impermeable																				
		0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.31	1.48	1.64	1.82	2.00	2.19	2.39	2.60	2.82	3.04	3.28	

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat t = 15000 s

									impermeable													
		36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.70	36.67	36.65	36.63	36.61	36.58	36.57	
	37.00	36.99	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.61	36.59	36.57	36.55	36.50
	37.00	36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.70	36.67	36.65	36.63	36.61	36.58	36.57	36.50
	37.00	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.60	36.59	36.50
	37.00	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.61	36.60	36.50
	37.00	37.02	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.62	36.50
	37.00	37.03	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.64	36.64	36.50
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.66	36.50
	37.00	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.72	36.70	36.67	36.68	36.50
	37.00	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.70	36.50
Freshwater	37.00	37.06	37.04	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.73	36.71	36.72	36.50
	37.00	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.78	36.76	36.74	36.72	36.74	36.50
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.77	36.76	36.74	36.76	36.50
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.93	36.91	36.89	36.87	36.86	36.84	36.82	36.80	36.79	36.77	36.75	36.78	36.50
	37.00	37.09	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.79	36.77	36.80	36.50
	37.00	37.09	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.93	36.91	36.90	36.88	36.86	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.82	36.50
	37.00	37.10	37.08	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.98	36.96	36.94	36.92	36.91	36.89	36.88	36.86	36.85	36.83	36.82	36.80	36.83	36.50
	37.00	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.02	37.00	36.99	36.97	36.95	36.94	36.92	36.91	36.89	36.88	36.86	36.85	36.83	36.81	36.85	36.50
	37.00	37.12	37.10	37.08	37.06	37.05	37.03	37.01	37.00	36.98	36.96	36.95	36.93	36.92	36.90	36.89	36.87	36.86	36.85	36.83	36.87	36.50
	37.00	37.13	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.86	36.84	36.89	36.50
	37.00	37.13	37.12	37.10	37.08	37.06	37.05	37.03	37.02	37.00	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.86	36.91	36.50
		37.13	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.86	36.84	36.89	
									impermeable													

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 15000 s

		impermeable																					
		0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.32	1.48	1.65	1.83	2.01	2.20	2.40	2.61	2.83	3.05	3.29		
Freshwater	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.37	0.44	0.51	0.59	0.66	0.74	0.83	0.92	1.01	1.10	1.20	1.31	1.42	1.53	1.65	1.75	Saltwater
	0.00	0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.32	1.48	1.65	1.83	2.01	2.20	2.40	2.61	2.83	3.05	3.29	3.50	
	0.00	0.18	0.35	0.53	0.71	0.90	1.10	1.31	1.52	1.75	1.98	2.22	2.48	2.74	3.02	3.30	3.60	3.91	4.24	4.57	4.93	5.25	
	0.00	0.24	0.47	0.70	0.94	1.20	1.46	1.74	2.03	2.33	2.64	2.96	3.30	3.65	4.02	4.40	4.80	5.22	5.65	6.10	6.58	7.00	
	0.00	0.30	0.58	0.88	1.18	1.50	1.83	2.17	2.53	2.91	3.30	3.70	4.13	4.57	5.02	5.50	6.00	6.52	7.06	7.62	8.22	8.75	
	0.00	0.36	0.70	1.05	1.42	1.80	2.19	2.61	3.04	3.49	3.96	4.44	4.95	5.48	6.03	6.60	7.20	7.82	8.47	9.14	9.86	10.50	
	0.00	0.42	0.81	1.22	1.65	2.10	2.56	3.04	3.54	4.07	4.61	5.18	5.77	6.39	7.03	7.70	8.40	9.13	9.88	10.67	11.51	12.25	
	0.00	0.48	0.93	1.40	1.89	2.40	2.92	3.48	4.05	4.65	5.27	5.92	6.60	7.30	8.04	8.80	9.60	10.43	11.29	12.19	13.15	14.00	
	0.00	0.54	1.05	1.57	2.12	2.69	3.29	3.91	4.56	5.23	5.93	6.66	7.42	8.22	9.04	9.90	10.80	11.73	12.71	13.72	14.79	15.75	
	0.00	0.60	1.16	1.75	2.36	2.99	3.66	4.34	5.06	5.81	6.59	7.40	8.25	9.13	10.05	11.00	12.00	13.04	14.12	15.24	16.44	17.50	
	0.00	0.66	1.28	1.92	2.59	3.29	4.02	4.78	5.57	6.39	7.25	8.14	9.07	10.04	11.05	12.10	13.20	14.34	15.53	16.76	18.08	19.25	
	0.00	0.72	1.39	2.10	2.83	3.59	4.39	5.21	6.08	6.97	7.91	8.88	9.90	10.95	12.06	13.20	14.40	15.64	16.94	18.29	19.73	21.00	
	0.00	0.78	1.51	2.27	3.06	3.89	4.75	5.65	6.58	7.55	8.57	9.62	10.72	11.87	13.06	14.30	15.60	16.95	18.35	19.81	21.37	22.75	
	0.00	0.84	1.63	2.45	3.30	4.19	5.12	6.08	7.09	8.14	9.23	10.36	11.55	12.78	14.07	15.40	16.80	18.25	19.76	21.34	23.01	24.50	
	0.00	0.90	1.74	2.62	3.54	4.49	5.48	6.52	7.59	8.72	9.89	11.10	12.37	13.69	15.07	16.50	18.00	19.55	21.18	22.86	24.66	26.25	
	0.00	0.96	1.86	2.80	3.77	4.79	5.85	6.95	8.10	9.30	10.54	11.84	13.20	14.61	16.08	17.61	19.20	20.86	22.59	24.38	26.30	28.00	
	0.00	1.02	1.98	2.97	4.01	5.09	6.21	7.39	8.61	9.88	11.20	12.58	14.02	15.52	17.08	18.71	20.40	22.16	24.00	25.91	27.94	29.75	
0.00	1.08	2.09	3.15	4.24	5.39	6.58	7.82	9.11	10.46	11.86	13.32	14.85	16.43	18.09	19.81	21.60	23.47	25.41	27.43	29.59	31.50		
0.00	1.14	2.21	3.32	4.48	5.69	6.94	8.26	9.62	11.04	12.52	14.07	15.67	17.35	19.09	20.91	22.80	24.77	26.82	28.95	31.23	33.25		
0.00	1.20	2.32	3.50	4.72	5.99	7.31	8.69	10.13	11.62	13.18	14.81	16.50	18.26	20.10	22.01	24.00	26.07	28.24	30.48	32.87	35.00		
		1.14	2.21	3.32	4.48	5.69	6.94	8.26	9.62	11.04	12.52	14.07	15.67	17.35	19.09	20.91	22.80	24.77	26.82	28.95	31.23		
		impermeable																					

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat t = 20000 s

impermeable																						
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.62	36.59	36.58		
	37.00	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.60	36.57	36.56	36.50
	37.00	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.62	36.59	36.58	36.50
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.61	36.61	36.50
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.63	36.64	36.50
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.65	36.66	36.50
	37.00	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.76	36.74	36.72	36.70	36.67	36.69	36.50
	37.00	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.74	36.72	36.69	36.72	36.50
	37.00	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.76	36.74	36.71	36.75	36.50
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.77	36.76	36.73	36.77	36.50
Freshwater	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.78	36.75	36.80	Saltwater 36.50
	37.00	37.09	37.07	37.05	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.95	36.93	36.91	36.89	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.80	36.77	36.83	36.50
	37.00	37.10	37.08	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.98	36.96	36.94	36.93	36.91	36.89	36.88	36.86	36.85	36.83	36.82	36.79	36.85	36.50
	37.00	37.11	37.10	37.08	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.91	36.90	36.88	36.87	36.85	36.84	36.81	36.88	36.50
	37.00	37.12	37.11	37.09	37.07	37.05	37.04	37.02	37.00	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.91	36.90	36.89	36.87	36.86	36.83	36.91	36.50
	37.00	37.13	37.12	37.10	37.08	37.07	37.05	37.03	37.02	37.00	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.85	36.93	36.50
	37.00	37.14	37.13	37.11	37.09	37.08	37.06	37.05	37.03	37.02	37.00	36.99	36.97	36.96	36.95	36.93	36.92	36.91	36.90	36.87	36.96	36.50
	37.00	37.15	37.14	37.12	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.03	37.02	37.00	36.99	36.98	36.96	36.95	36.94	36.93	36.92	36.89	36.99	36.50
	37.00	37.16	37.15	37.13	37.12	37.10	37.09	37.07	37.06	37.04	37.03	37.02	37.01	36.99	36.98	36.97	36.96	36.95	36.94	36.91	37.02	36.50
	37.00	37.18	37.16	37.14	37.13	37.11	37.10	37.08	37.07	37.06	37.05	37.03	37.02	37.01	37.00	36.99	36.98	36.97	36.97	36.93	37.04	36.50
	37.00	37.19	37.17	37.15	37.14	37.13	37.11	37.10	37.08	37.07	37.06	37.05	37.04	37.03	37.02	37.01	37.00	36.99	36.99	36.95	37.07	36.50
		37.18	37.16	37.14	37.13	37.11	37.10	37.08	37.07	37.06	37.05	37.03	37.02	37.01	37.00	36.99	36.98	36.97	36.97	36.93	37.04	
impermeable																						

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 20000 s

		impermeable																					
		0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.02	1.17	1.33	1.49	1.66	1.84	2.02	2.21	2.41	2.62	2.83	3.06	3.30		
Freshwater	0.00	0.07	0.12	0.18	0.24	0.31	0.37	0.44	0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	0.92	1.01	1.11	1.21	1.31	1.42	1.53	1.65	1.75	
	0.00	0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.02	1.17	1.33	1.49	1.66	1.84	2.02	2.21	2.41	2.62	2.83	3.06	3.30	3.50	
	0.00	0.19	0.36	0.53	0.72	0.91	1.11	1.31	1.53	1.75	1.99	2.23	2.49	2.75	3.03	3.31	3.61	3.92	4.25	4.59	4.95	5.25	
	0.00	0.25	0.48	0.71	0.95	1.21	1.47	1.75	2.04	2.34	2.65	2.98	3.31	3.67	4.03	4.42	4.82	5.23	5.67	6.11	6.60	7.00	
	0.00	0.31	0.59	0.89	1.19	1.51	1.84	2.19	2.55	2.92	3.31	3.72	4.14	4.58	5.04	5.52	6.02	6.54	7.08	7.64	8.25	8.75	
	0.00	0.37	0.71	1.06	1.43	1.81	2.21	2.62	3.06	3.50	3.97	4.46	4.97	5.50	6.05	6.62	7.22	7.85	8.50	9.17	9.90	10.50	
	0.00	0.44	0.83	1.24	1.67	2.11	2.58	3.06	3.56	4.09	4.63	5.20	5.80	6.41	7.06	7.73	8.43	9.15	9.91	10.69	11.55	12.25	
	0.00	0.50	0.95	1.42	1.91	2.41	2.95	3.50	4.07	4.67	5.30	5.95	6.62	7.33	8.07	8.83	9.63	10.46	11.33	12.22	13.20	14.00	
	0.00	0.56	1.07	1.59	2.14	2.72	3.31	3.93	4.58	5.26	5.96	6.69	7.45	8.25	9.07	9.94	10.83	11.77	12.74	13.75	14.85	15.75	Saltwater
	0.00	0.62	1.18	1.77	2.38	3.02	3.68	4.37	5.09	5.84	6.62	7.43	8.28	9.16	10.08	11.04	12.04	13.08	14.16	15.28	16.50	17.50	
	0.00	0.68	1.30	1.95	2.62	3.32	4.05	4.81	5.60	6.42	7.28	8.18	9.11	10.08	11.09	12.14	13.24	14.38	15.58	16.80	18.15	19.25	
	0.00	0.74	1.42	2.12	2.86	3.62	4.42	5.25	6.11	7.01	7.94	8.92	9.94	10.99	12.10	13.25	14.44	15.69	16.99	18.33	19.80	21.00	
	0.00	0.81	1.54	2.30	3.10	3.92	4.78	5.68	6.62	7.59	8.61	9.66	10.76	11.91	13.11	14.35	15.65	17.00	18.41	19.86	21.45	22.75	
	0.00	0.87	1.66	2.48	3.33	4.22	5.15	6.12	7.13	8.18	9.27	10.41	11.59	12.83	14.11	15.45	16.85	18.30	19.82	21.39	23.10	24.50	
	0.00	0.93	1.77	2.65	3.57	4.53	5.52	6.56	7.64	8.76	9.93	11.15	12.42	13.74	15.12	16.56	18.05	19.61	21.24	22.91	24.75	26.25	
	0.00	0.99	1.89	2.83	3.81	4.83	5.89	6.99	8.14	9.34	10.59	11.89	13.25	14.66	16.13	17.66	19.26	20.92	22.65	24.44	26.40	28.00	
	0.00	1.05	2.01	3.01	4.05	5.13	6.26	7.43	8.65	9.93	11.25	12.64	14.08	15.58	17.14	18.77	20.46	22.23	24.07	25.97	28.05	29.75	
	0.00	1.12	2.13	3.19	4.29	5.43	6.62	7.87	9.16	10.51	11.92	13.38	14.90	16.49	18.15	19.87	21.67	23.53	25.49	27.50	29.70	31.50	
	0.00	1.18	2.25	3.36	4.52	5.73	6.99	8.30	9.67	11.10	12.58	14.12	15.73	17.41	19.16	20.97	22.87	24.84	26.90	29.02	31.35	33.25	
	0.00	1.24	2.37	3.54	4.76	6.03	7.36	8.74	10.18	11.68	13.24	14.87	16.56	18.33	20.16	22.08	24.07	26.15	28.32	30.55	33.00	35.00	
		impermeable																					

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat $t = 25000 \text{ s}$

		impermeable																					
	37.01	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.60	36.60	36.57	36.50	
37.00	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.65	36.62	36.60	36.60	36.60	36.57	36.50	
37.00	37.01	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.60	36.60	36.60	36.50	
37.00	37.02	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.66	36.62	36.64	36.64	36.50	
37.00	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.65	36.67	36.67	36.50	
37.00	37.05	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.71	36.67	36.71	36.71	36.50	
37.00	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.77	36.75	36.73	36.70	36.75	36.75	36.50	
37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.81	36.79	36.77	36.76	36.72	36.78	36.78	36.50	
37.00	37.08	37.06	37.04	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.79	36.74	36.74	36.82	36.50	
37.00	37.10	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.88	36.87	36.85	36.84	36.82	36.81	36.77	36.85	36.85	36.50	
Freshwater	37.00	37.11	37.09	37.07	37.05	37.04	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.89	36.87	36.86	36.84	36.84	36.79	36.89	36.50	Saltwater
37.00	37.12	37.10	37.09	37.07	37.05	37.03	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.94	36.92	36.91	36.89	36.88	36.87	36.86	36.82	36.93	36.93	36.50	
37.00	37.13	37.12	37.10	37.08	37.07	37.05	37.03	37.02	37.00	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.91	36.89	36.89	36.84	36.96	36.96	36.50	
37.00	37.15	37.13	37.11	37.10	37.08	37.07	37.05	37.03	37.02	37.01	36.99	36.98	36.96	36.95	36.94	36.93	36.91	36.92	36.86	37.00	37.00	36.50	
37.00	37.16	37.14	37.13	37.11	37.10	37.08	37.07	37.05	37.04	37.02	37.01	37.00	36.99	36.97	36.96	36.95	36.94	36.94	36.89	37.03	37.03	36.50	
37.00	37.17	37.16	37.14	37.13	37.11	37.10	37.08	37.07	37.06	37.04	37.03	37.02	37.01	37.00	36.98	36.98	36.96	36.97	36.91	37.07	37.07	36.50	
37.00	37.19	37.17	37.16	37.14	37.13	37.11	37.10	37.09	37.07	37.06	37.05	37.04	37.03	37.02	37.01	37.00	36.99	36.99	36.93	37.10	37.10	36.50	
37.00	37.20	37.18	37.17	37.16	37.14	37.13	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.06	37.05	37.04	37.03	37.02	37.01	37.02	36.96	37.14	37.14	36.50	
37.00	37.21	37.20	37.18	37.17	37.16	37.14	37.13	37.12	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.06	37.05	37.05	37.03	37.04	36.98	37.17	37.17	36.50	
37.00	37.22	37.21	37.20	37.18	37.17	37.16	37.15	37.14	37.13	37.12	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.07	37.06	37.07	37.01	37.21	37.21	36.50	
37.00	37.24	37.22	37.21	37.20	37.19	37.17	37.16	37.15	37.14	37.13	37.13	37.12	37.11	37.10	37.10	37.09	37.08	37.10	37.03	37.25	37.25	36.50	
	37.22	37.21	37.20	37.18	37.17	37.16	37.15	37.14	37.13	37.12	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.07	37.06	37.07	37.01	37.21	37.21		
		impermeable																					

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 25000 s

		impermeable																					
		0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.03	1.18	1.33	1.50	1.67	1.84	2.03	2.22	2.42	2.63	2.84	3.06	3.32		
Freshwater	0.00	0.07	0.12	0.18	0.25	0.31	0.38	0.45	0.52	0.59	0.67	0.75	0.84	0.93	1.02	1.11	1.21	1.32	1.43	1.54	1.66	1.75	Saltwater
	0.00	0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.03	1.18	1.33	1.50	1.67	1.84	2.03	2.22	2.42	2.63	2.84	3.06	3.32	3.50	
	0.00	0.20	0.36	0.54	0.72	0.92	1.11	1.32	1.54	1.76	2.00	2.24	2.50	2.76	3.04	3.33	3.63	3.94	4.26	4.60	4.98	5.25	
	0.00	0.26	0.48	0.72	0.96	1.22	1.48	1.76	2.05	2.35	2.66	2.99	3.33	3.68	4.05	4.43	4.83	5.25	5.68	6.13	6.63	7.00	
	0.00	0.32	0.60	0.90	1.20	1.52	1.85	2.20	2.56	2.94	3.33	3.73	4.16	4.60	5.06	5.54	6.04	6.56	7.10	7.66	8.29	8.75	
	0.00	0.39	0.73	1.08	1.44	1.83	2.23	2.64	3.07	3.52	3.99	4.48	4.99	5.52	6.07	6.65	7.25	7.87	8.52	9.19	9.95	10.50	
	0.00	0.45	0.85	1.26	1.68	2.13	2.60	3.08	3.58	4.11	4.66	5.23	5.82	6.44	7.08	7.75	8.45	9.18	9.94	10.72	11.60	12.25	
	0.00	0.51	0.97	1.44	1.92	2.43	2.97	3.52	4.09	4.70	5.32	5.97	6.65	7.36	8.09	8.86	9.66	10.49	11.36	12.25	13.26	14.00	
	0.00	0.58	1.09	1.61	2.16	2.74	3.34	3.96	4.61	5.28	5.99	6.72	7.48	8.28	9.11	9.97	10.87	11.80	12.78	13.78	14.92	15.75	
	0.00	0.64	1.21	1.79	2.40	3.04	3.71	4.40	5.12	5.87	6.65	7.46	8.31	9.20	10.12	11.08	12.07	13.11	14.20	15.31	16.57	17.50	
	0.00	0.71	1.33	1.97	2.65	3.35	4.08	4.84	5.63	6.45	7.31	8.21	9.14	10.12	11.13	12.18	13.28	14.42	15.62	16.84	18.23	19.25	
	0.00	0.77	1.45	2.15	2.89	3.65	4.45	5.28	6.14	7.04	7.98	8.96	9.97	11.03	12.14	13.29	14.49	15.73	17.04	18.37	19.88	21.00	
	0.00	0.83	1.57	2.33	3.13	3.95	4.82	5.72	6.65	7.63	8.64	9.70	10.81	11.95	13.15	14.40	15.70	17.05	18.46	19.90	21.54	22.75	
	0.00	0.90	1.69	2.51	3.37	4.26	5.19	6.16	7.16	8.21	9.31	10.45	11.64	12.87	14.16	15.50	16.90	18.36	19.88	21.43	23.20	24.50	
	0.00	0.96	1.81	2.69	3.61	4.56	5.56	6.60	7.68	8.80	9.97	11.20	12.47	13.79	15.17	16.61	18.11	19.67	21.30	22.96	24.85	26.25	
	0.00	1.03	1.93	2.87	3.85	4.87	5.93	7.03	8.19	9.39	10.64	11.94	13.30	14.71	16.19	17.72	19.32	20.98	22.72	24.49	26.51	28.00	
	0.00	1.09	2.05	3.05	4.09	5.17	6.30	7.47	8.70	9.97	11.30	12.69	14.13	15.63	17.20	18.83	20.53	22.29	24.15	26.02	28.17	29.75	
0.00	1.15	2.17	3.23	4.33	5.47	6.67	7.91	9.21	10.56	11.97	13.43	14.96	16.55	18.21	19.93	21.73	23.60	25.57	27.55	29.82	31.50		
0.00	1.22	2.29	3.40	4.57	5.78	7.04	8.35	9.72	11.15	12.63	14.18	15.79	17.47	19.22	21.04	22.94	24.91	26.99	29.08	31.48	33.25		
0.00	1.28	2.41	3.58	4.81	6.08	7.41	8.79	10.23	11.74	13.30	14.93	16.62	18.39	20.23	22.15	24.15	26.22	28.41	30.61	33.14	35.00		
		impermeable																					

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat t = 30000 s

		impermeable																				
		37.01	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.61	36.62	
	37.00	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.88	36.86	36.84	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.58	36.58	36.50
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.61	36.62	36.50
	37.00	37.03	37.01	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.63	36.67	36.50
	37.00	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.71	36.66	36.72	36.50
	37.00	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.77	36.74	36.74	36.69	36.76	36.50
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.85	36.83	36.81	36.80	36.77	36.77	36.71	36.81	36.50
	37.00	37.09	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.89	36.87	36.85	36.84	36.82	36.80	36.80	36.74	36.85	36.50
	37.00	37.10	37.09	37.07	37.05	37.03	37.01	37.00	36.98	36.96	36.94	36.93	36.91	36.90	36.88	36.86	36.85	36.83	36.84	36.77	36.90	36.50
	37.00	37.12	37.10	37.08	37.07	37.05	37.03	37.01	37.00	36.98	36.97	36.95	36.94	36.92	36.91	36.89	36.88	36.86	36.87	36.79	36.95	36.50
Freshwater	37.00	37.14	37.12	37.10	37.08	37.07	37.05	37.03	37.02	37.00	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.91	36.89	36.90	36.82	36.99	Saltwater
	37.00	37.15	37.13	37.12	37.10	37.08	37.07	37.05	37.04	37.02	37.01	37.00	36.98	36.97	36.96	36.94	36.94	36.91	36.93	36.85	37.04	36.50
	37.00	37.17	37.15	37.13	37.12	37.10	37.09	37.07	37.06	37.05	37.03	37.02	37.01	36.99	36.98	36.97	36.96	36.94	36.96	36.87	37.08	36.50
	37.00	37.18	37.17	37.15	37.14	37.12	37.11	37.09	37.08	37.07	37.05	37.04	37.03	37.02	37.01	37.00	36.99	36.97	37.00	36.90	37.13	36.50
	37.00	37.20	37.18	37.17	37.15	37.14	37.13	37.11	37.10	37.09	37.08	37.06	37.05	37.04	37.03	37.02	37.02	37.00	37.03	36.93	37.17	36.50
	37.00	37.21	37.20	37.18	37.17	37.16	37.14	37.13	37.12	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.06	37.05	37.05	37.03	37.06	36.95	37.22	36.50
	37.00	37.23	37.21	37.20	37.19	37.17	37.16	37.15	37.14	37.13	37.12	37.11	37.10	37.09	37.09	37.08	37.08	37.06	37.09	36.98	37.26	36.50
	37.00	37.24	37.23	37.22	37.20	37.19	37.18	37.17	37.16	37.15	37.14	37.13	37.13	37.12	37.11	37.10	37.10	37.09	37.12	37.01	37.31	36.50
	37.00	37.26	37.25	37.23	37.22	37.21	37.20	37.19	37.18	37.17	37.16	37.16	37.15	37.14	37.14	37.13	37.13	37.11	37.16	37.03	37.35	36.50
	37.00	37.27	37.26	37.25	37.24	37.23	37.22	37.21	37.20	37.19	37.19	37.18	37.17	37.17	37.16	37.16	37.16	37.14	37.19	37.06	37.40	36.50
	37.00	37.29	37.28	37.27	37.26	37.25	37.24	37.23	37.22	37.21	37.21	37.20	37.20	37.19	37.19	37.18	37.19	37.17	37.22	37.09	37.44	36.50
		37.27	37.26	37.25	37.24	37.23	37.22	37.21	37.20	37.19	37.19	37.18	37.17	37.17	37.16	37.16	37.16	37.14	37.19	37.06	37.40	
		impermeable																				

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 30000 s

		impermeable																					
		0.14	0.25	0.37	0.49	0.62	0.75	0.89	1.03	1.18	1.34	1.50	1.67	1.85	2.03	2.23	2.43	2.63	2.86	3.07	3.34		
Freshwater	0.00	0.07	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.45	0.52	0.60	0.67	0.76	0.84	0.93	1.02	1.12	1.22	1.32	1.43	1.54	1.67	1.75	Saltwater
	0.00	0.14	0.25	0.37	0.49	0.62	0.75	0.89	1.03	1.18	1.34	1.50	1.67	1.85	2.03	2.23	2.43	2.63	2.86	3.07	3.34	3.50	
	0.00	0.20	0.37	0.55	0.73	0.92	1.12	1.33	1.55	1.77	2.01	2.25	2.51	2.77	3.05	3.34	3.64	3.95	4.28	4.60	5.00	5.25	
	0.00	0.27	0.49	0.73	0.97	1.23	1.50	1.77	2.06	2.36	2.67	3.00	3.34	3.69	4.06	4.45	4.85	5.26	5.70	6.13	6.66	7.00	
	0.00	0.33	0.62	0.91	1.22	1.54	1.87	2.21	2.57	2.95	3.34	3.75	4.17	4.62	5.08	5.56	6.06	6.58	7.13	7.67	8.33	8.75	
	0.00	0.40	0.74	1.09	1.46	1.84	2.24	2.66	3.09	3.54	4.01	4.50	5.01	5.54	6.09	6.67	7.27	7.89	8.55	9.20	9.99	10.50	
	0.00	0.47	0.86	1.27	1.70	2.15	2.61	3.10	3.60	4.13	4.68	5.25	5.84	6.46	7.11	7.78	8.48	9.20	9.98	10.73	11.66	12.25	
	0.00	0.53	0.98	1.45	1.94	2.45	2.99	3.54	4.12	4.72	5.34	6.00	6.68	7.38	8.12	8.89	9.69	10.52	11.40	12.27	13.32	14.00	
	0.00	0.60	1.11	1.63	2.19	2.76	3.36	3.98	4.63	5.31	6.01	6.75	7.51	8.31	9.14	10.00	10.90	11.83	12.83	13.80	14.99	15.75	
	0.00	0.66	1.23	1.82	2.43	3.07	3.73	4.42	5.15	5.90	6.68	7.49	8.34	9.23	10.15	11.11	12.11	13.15	14.25	15.33	16.65	17.50	
	0.00	0.73	1.35	2.00	2.67	3.37	4.10	4.87	5.66	6.49	7.35	8.24	9.18	10.15	11.17	12.22	13.32	14.46	15.68	16.86	18.32	19.25	
	0.00	0.79	1.47	2.18	2.91	3.68	4.48	5.31	6.17	7.08	8.01	8.99	10.01	11.07	12.18	13.33	14.54	15.78	17.10	18.40	19.98	21.00	
	0.00	0.86	1.59	2.36	3.16	3.99	4.85	5.75	6.69	7.66	8.68	9.74	10.85	12.00	13.20	14.44	15.75	17.09	18.53	19.93	21.64	22.75	
	0.00	0.93	1.72	2.54	3.40	4.29	5.22	6.19	7.20	8.25	9.35	10.49	11.68	12.92	14.21	15.55	16.96	18.41	19.95	21.46	23.31	24.50	
	0.00	0.99	1.84	2.72	3.64	4.60	5.60	6.63	7.72	8.84	10.02	11.24	12.51	13.84	15.23	16.66	18.17	19.72	21.38	22.99	24.97	26.25	
	0.00	1.06	1.96	2.90	3.88	4.90	5.97	7.08	8.23	9.43	10.69	11.99	13.35	14.76	16.24	17.77	19.38	21.03	22.80	24.53	26.64	28.00	
	0.00	1.12	2.08	3.08	4.13	5.21	6.34	7.52	8.74	10.02	11.35	12.74	14.18	15.69	17.26	18.89	20.59	22.35	24.23	26.06	28.30	29.75	
	0.00	1.19	2.21	3.26	4.37	5.52	6.71	7.96	9.26	10.61	12.02	13.49	15.02	16.61	18.27	20.00	21.80	23.66	25.65	27.59	29.96	31.50	
	0.00	1.26	2.33	3.45	4.61	5.82	7.09	8.40	9.77	11.20	12.69	14.24	15.85	17.53	19.29	21.11	23.01	24.98	27.08	29.13	31.63	33.25	
	0.00	1.32	2.45	3.63	4.85	6.13	7.46	8.85	10.29	11.79	13.36	14.99	16.69	18.46	20.30	22.22	24.22	26.29	28.50	30.66	33.29	35.00	
	1.26	2.33	3.45	4.61	5.82	7.09	8.40	9.77	11.20	12.69	14.24	15.85	17.53	19.29	21.11	23.01	24.98	27.08	29.13	31.63			
		impermeable																					

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 35000 \text{ s}$

		impermeable																				
		37.02	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.66	36.61	36.65	
	37.00	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.73	36.70	36.68	36.66	36.63	36.62	36.58	36.59	36.50
	37.00	37.02	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.66	36.61	36.65	36.50
	37.00	37.04	37.02	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.73	36.70	36.70	36.64	36.71	36.50
	37.00	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.80	36.77	36.76	36.73	36.74	36.67	36.76	36.50
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.76	36.78	36.69	36.82	36.50
	37.00	37.09	37.07	37.05	37.03	37.01	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.91	36.89	36.87	36.86	36.84	36.83	36.79	36.82	36.72	36.88	36.50
	37.00	37.11	37.09	37.07	37.05	37.03	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.89	36.87	36.86	36.83	36.86	36.75	36.93	36.50
	37.00	37.13	37.11	37.09	37.07	37.05	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.86	36.90	36.78	36.99	36.50
	37.00	37.14	37.13	37.11	37.09	37.08	37.06	37.04	37.03	37.01	37.00	36.99	36.97	36.96	36.95	36.93	36.93	36.89	36.94	36.81	37.05	36.50
Freshwater	37.00	37.16	37.15	37.13	37.11	37.10	37.08	37.07	37.05	37.04	37.03	37.01	37.00	36.99	36.98	36.96	36.96	36.92	36.97	36.83	37.10	Saltwater
	37.00	37.18	37.16	37.15	37.13	37.12	37.10	37.09	37.08	37.06	37.05	37.04	37.03	37.02	37.01	36.99	36.99	36.96	37.01	36.86	37.16	36.50
	37.00	37.20	37.18	37.17	37.15	37.14	37.13	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.05	37.04	37.04	37.02	37.03	36.99	37.05	36.89	37.22	36.50
	37.00	37.22	37.20	37.19	37.17	37.16	37.15	37.14	37.12	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.07	37.05	37.06	37.02	37.09	36.92	37.27	36.50
	37.00	37.23	37.22	37.21	37.19	37.18	37.17	37.16	37.15	37.14	37.13	37.12	37.11	37.10	37.10	37.08	37.09	37.05	37.13	36.95	37.33	36.50
	37.00	37.25	37.24	37.23	37.21	37.20	37.19	37.18	37.17	37.16	37.15	37.15	37.14	37.13	37.13	37.11	37.13	37.08	37.17	36.97	37.39	36.50
	37.00	37.27	37.26	37.25	37.23	37.22	37.21	37.20	37.19	37.19	37.18	37.17	37.17	37.16	37.16	37.15	37.16	37.11	37.21	37.00	37.44	36.50
	37.00	37.29	37.28	37.26	37.25	37.24	37.23	37.22	37.21	37.20	37.20	37.19	37.19	37.19	37.18	37.19	37.15	37.25	37.03	37.50	36.50	
	37.00	37.30	37.29	37.28	37.27	37.27	37.26	37.25	37.24	37.24	37.23	37.22	37.22	37.22	37.22	37.21	37.23	37.18	37.29	37.06	37.56	36.50
	37.00	37.32	37.31	37.30	37.29	37.29	37.28	37.27	37.27	37.26	37.26	37.25	37.25	37.25	37.25	37.24	37.26	37.21	37.33	37.09	37.61	36.50
	37.00	37.34	37.33	37.32	37.31	37.31	37.30	37.29	37.29	37.28	37.28	37.28	37.28	37.27	37.28	37.27	37.29	37.24	37.37	37.11	37.67	36.50
		37.32	37.31	37.30	37.29	37.28	37.27	37.27	37.26	37.26	37.25	37.25	37.25	37.25	37.25	37.24	37.26	37.21	37.33	37.09	37.61	
		impermeable																				

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 35000 s

		impermeable																					
		0.14	0.25	0.37	0.50	0.62	0.76	0.89	1.04	1.19	1.35	1.51	1.68	1.86	2.04	2.23	2.44	2.64	2.87	3.07	3.36		
Freshwater	0.00	0.07	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.45	0.52	0.60	0.68	0.76	0.85	0.93	1.03	1.12	1.22	1.32	1.44	1.54	1.68	1.75	Saltwater
	0.00	0.14	0.25	0.37	0.50	0.62	0.76	0.89	1.04	1.19	1.35	1.51	1.68	1.86	2.04	2.23	2.44	2.64	2.87	3.07	3.36	3.50	
	0.00	0.21	0.38	0.56	0.74	0.93	1.13	1.34	1.56	1.78	2.02	2.26	2.52	2.78	3.06	3.35	3.65	3.96	4.30	4.61	5.03	5.25	
	0.00	0.28	0.50	0.74	0.98	1.24	1.51	1.78	2.07	2.37	2.69	3.01	3.35	3.71	4.08	4.46	4.87	5.27	5.73	6.14	6.70	7.00	
	0.00	0.34	0.63	0.92	1.23	1.55	1.88	2.23	2.59	2.97	3.36	3.77	4.19	4.63	5.10	5.57	6.08	6.59	7.16	7.67	8.38	8.75	
	0.00	0.41	0.75	1.10	1.47	1.86	2.26	2.67	3.11	3.56	4.03	4.52	5.03	5.56	6.11	6.69	7.30	7.91	8.59	9.21	10.05	10.50	
	0.00	0.48	0.88	1.29	1.72	2.16	2.63	3.12	3.62	4.15	4.70	5.27	5.86	6.48	7.13	7.80	8.51	9.23	10.02	10.74	11.72	12.25	
	0.00	0.55	1.00	1.47	1.96	2.47	3.01	3.56	4.14	4.74	5.37	6.02	6.70	7.41	8.15	8.92	9.73	10.54	11.45	12.27	13.39	14.00	
	0.00	0.62	1.12	1.65	2.21	2.78	3.38	4.01	4.66	5.33	6.04	6.77	7.54	8.34	9.17	10.03	10.94	11.86	12.88	13.81	15.07	15.75	
	0.00	0.68	1.25	1.84	2.45	3.09	3.76	4.45	5.17	5.92	6.71	7.53	8.38	9.26	10.19	11.14	12.16	13.18	14.31	15.34	16.74	17.50	
	0.00	0.75	1.37	2.02	2.70	3.40	4.13	4.89	5.69	6.52	7.38	8.28	9.21	10.19	11.20	12.26	13.37	14.49	15.74	16.88	18.41	19.25	
	0.00	0.82	1.50	2.20	2.94	3.71	4.51	5.34	6.21	7.11	8.05	9.03	10.05	11.11	12.22	13.37	14.59	15.81	17.17	18.41	20.09	21.00	
	0.00	0.89	1.62	2.39	3.19	4.02	4.88	5.78	6.72	7.70	8.72	9.78	10.89	12.04	13.24	14.49	15.80	17.13	18.60	19.94	21.76	22.75	
	0.00	0.95	1.75	2.57	3.43	4.32	5.26	6.23	7.24	8.29	9.39	10.53	11.73	12.96	14.26	15.60	17.02	18.45	20.03	21.48	23.43	24.50	
	0.00	1.02	1.87	2.75	3.67	4.63	5.63	6.67	7.76	8.89	10.06	11.29	12.56	13.89	15.28	16.71	18.23	19.76	21.46	23.01	25.10	26.25	
	0.00	1.09	2.00	2.94	3.92	4.94	6.01	7.12	8.27	9.48	10.73	12.04	13.40	14.82	16.30	17.83	19.45	21.08	22.90	24.54	26.78	28.00	
	0.00	1.16	2.12	3.12	4.16	5.25	6.38	7.56	8.79	10.07	11.40	12.79	14.24	15.74	17.31	18.94	20.66	22.40	24.33	26.08	28.45	29.75	
	0.00	1.23	2.24	3.30	4.41	5.56	6.76	8.01	9.31	10.66	12.07	13.54	15.07	16.67	18.33	20.06	21.88	23.72	25.76	27.61	30.12	31.50	
	0.00	1.29	2.37	3.49	4.65	5.87	7.13	8.45	9.82	11.25	12.74	14.30	15.91	17.59	19.35	21.17	23.09	25.03	27.19	29.15	31.80	33.25	
0.00	1.36	2.49	3.67	4.90	6.18	7.51	8.90	10.34	11.85	13.42	15.05	16.75	18.52	20.37	22.29	24.31	26.35	28.62	30.68	33.47	35.00		
	1.29	2.37	3.49	4.65	5.87	7.13	8.45	9.82	11.25	12.74	14.30	15.91	17.59	19.35	21.17	23.09	25.03	27.19	29.15	31.80			
		impermeable																					

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 40000 \text{ s}$

		impermeable																				
	37.00	37.01	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.75	36.72	36.71	36.67	36.68	36.61	36.68	36.50	
	37.00	37.03	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.75	36.72	36.71	36.67	36.68	36.61	36.68	36.50
	37.00	37.05	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.75	36.70	36.73	36.63	36.75	36.50	
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.00	36.98	36.96	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.79	36.79	36.74	36.78	36.66	36.82	36.50
	37.00	37.09	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.88	36.86	36.85	36.82	36.83	36.77	36.83	36.69	36.89	36.50
	37.00	37.11	37.09	37.07	37.05	37.03	37.01	37.00	36.98	36.96	36.95	36.93	36.91	36.89	36.89	36.86	36.87	36.81	36.88	36.72	36.96	36.50
	37.00	37.13	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.98	36.96	36.95	36.93	36.92	36.89	36.91	36.84	36.93	36.74	37.03	36.50
	37.00	37.15	37.13	37.11	37.10	37.08	37.06	37.05	37.03	37.02	37.00	36.99	36.98	36.96	36.96	36.92	36.95	36.87	36.97	36.77	37.10	36.50
	37.00	37.17	37.15	37.14	37.12	37.10	37.09	37.07	37.06	37.05	37.03	37.02	37.01	36.99	36.99	36.96	36.99	36.91	37.02	36.80	37.17	36.50
Freshwater	37.00	37.19	37.17	37.16	37.14	37.13	37.11	37.10	37.09	37.07	37.06	37.05	37.04	37.02	37.03	36.99	37.03	36.94	37.07	36.82	37.24	36.50
	37.00	37.21	37.19	37.18	37.17	37.15	37.14	37.13	37.11	37.10	37.09	37.08	37.07	37.06	37.06	37.03	37.07	36.97	37.12	36.85	37.30	36.50
	37.00	37.23	37.21	37.20	37.19	37.18	37.16	37.15	37.14	37.13	37.12	37.11	37.11	37.09	37.10	37.06	37.11	37.01	37.17	36.88	37.37	36.50
	37.00	37.25	37.24	37.22	37.21	37.20	37.19	37.18	37.17	37.16	37.15	37.14	37.14	37.12	37.13	37.10	37.15	37.04	37.22	36.90	37.44	36.50
	37.00	37.27	37.26	37.25	37.23	37.22	37.21	37.20	37.20	37.19	37.18	37.17	37.17	37.15	37.17	37.13	37.19	37.08	37.27	36.93	37.51	36.50
	37.00	37.29	37.28	37.27	37.26	37.25	37.24	37.23	37.22	37.21	37.21	37.20	37.20	37.19	37.20	37.16	37.23	37.11	37.31	36.96	37.58	36.50
	37.00	37.31	37.30	37.29	37.28	37.27	37.26	37.26	37.25	37.24	37.24	37.23	37.23	37.22	37.24	37.20	37.27	37.14	37.36	36.99	37.65	36.50
	37.00	37.33	37.32	37.31	37.30	37.30	37.29	37.28	37.28	37.27	37.27	37.26	37.26	37.25	37.27	37.23	37.31	37.18	37.41	37.01	37.72	36.50
	37.00	37.35	37.34	37.33	37.33	37.32	37.31	37.31	37.30	37.30	37.30	37.29	37.30	37.28	37.31	37.27	37.35	37.21	37.46	37.04	37.79	36.50
	37.00	37.37	37.36	37.36	37.35	37.34	37.34	37.33	37.33	37.33	37.33	37.32	37.33	37.32	37.34	37.30	37.39	37.25	37.51	37.07	37.86	36.50
	37.00	37.39	37.38	37.38	37.37	37.37	37.36	37.36	37.35	37.36	37.35	37.36	37.35	37.38	37.33	37.43	37.28	37.56	37.09	37.93	36.50	
	37.37	37.36	37.36	37.35	37.34	37.34	37.33	37.33	37.33	37.33	37.32	37.33	37.32	37.34	37.30	37.39	37.25	37.51	37.07	37.86		
		impermeable																				

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 40000 s

		impermeable																					
		0.15	0.26	0.38	0.50	0.63	0.76	0.90	1.05	1.20	1.35	1.52	1.69	1.86	2.05	2.24	2.45	2.64	2.88	3.07	3.38		
Freshwater	0.00	0.08	0.13	0.19	0.25	0.32	0.39	0.46	0.53	0.60	0.68	0.76	0.85	0.94	1.03	1.12	1.23	1.33	1.45	1.54	1.69	1.75	
	0.00	0.15	0.26	0.38	0.50	0.63	0.76	0.90	1.05	1.20	1.35	1.52	1.69	1.86	2.05	2.24	2.45	2.64	2.88	3.07	3.38	3.50	
	0.00	0.22	0.39	0.56	0.75	0.94	1.14	1.35	1.56	1.79	2.03	2.27	2.53	2.79	3.07	3.36	3.67	3.96	4.32	4.60	5.06	5.25	
	0.00	0.29	0.51	0.75	0.99	1.25	1.52	1.79	2.08	2.38	2.70	3.03	3.37	3.72	4.09	4.47	4.89	5.28	5.76	6.14	6.74	7.00	
	0.00	0.36	0.64	0.93	1.24	1.56	1.89	2.24	2.60	2.98	3.37	3.78	4.21	4.65	5.12	5.59	6.11	6.60	7.20	7.67	8.43	8.75	
	0.00	0.43	0.76	1.12	1.49	1.87	2.27	2.69	3.12	3.57	4.05	4.54	5.05	5.58	6.14	6.70	7.33	7.92	8.64	9.20	10.11	10.50	
	0.00	0.49	0.89	1.30	1.73	2.18	2.65	3.13	3.64	4.17	4.72	5.29	5.89	6.51	7.16	7.82	8.55	9.24	10.07	10.73	11.79	12.25	
	0.00	0.56	1.02	1.49	1.98	2.49	3.03	3.58	4.16	4.76	5.39	6.04	6.73	7.43	8.18	8.94	9.77	10.55	11.51	12.27	13.48	14.00	
	0.00	0.63	1.14	1.67	2.23	2.80	3.40	4.03	4.68	5.36	6.07	6.80	7.57	8.36	9.20	10.05	10.99	11.87	12.95	13.80	15.16	15.75	Saltwater
	0.00	0.70	1.27	1.86	2.47	3.11	3.78	4.48	5.20	5.95	6.74	7.55	8.41	9.29	10.23	11.17	12.21	13.19	14.39	15.33	16.84	17.50	
	0.00	0.77	1.40	2.05	2.72	3.43	4.16	4.92	5.72	6.55	7.41	8.31	9.25	10.22	11.25	12.29	13.43	14.51	15.83	16.87	18.53	19.25	
	0.00	0.84	1.52	2.23	2.97	3.74	4.54	5.37	6.24	7.14	8.09	9.06	10.09	11.15	12.27	13.40	14.65	15.83	17.26	18.40	20.21	21.00	
	0.00	0.91	1.65	2.42	3.22	4.05	4.91	5.82	6.76	7.74	8.76	9.82	10.93	12.08	13.29	14.52	15.87	17.15	18.70	19.93	21.89	22.75	
	0.00	0.98	1.78	2.60	3.46	4.36	5.29	6.26	7.28	8.33	9.43	10.57	11.77	13.01	14.32	15.64	17.09	18.47	20.14	21.47	23.57	24.50	
	0.00	1.05	1.90	2.79	3.71	4.67	5.67	6.71	7.80	8.93	10.11	11.33	12.61	13.93	15.34	16.75	18.31	19.78	21.58	23.00	25.26	26.25	
	0.00	1.12	2.03	2.97	3.96	4.98	6.05	7.16	8.32	9.52	10.78	12.09	13.45	14.86	16.36	17.87	19.53	21.10	23.02	24.53	26.94	28.00	
	0.00	1.19	2.16	3.16	4.20	5.29	6.42	7.61	8.84	10.12	11.45	12.84	14.29	15.79	17.38	18.99	20.75	22.42	24.45	26.06	28.62	29.75	
	0.00	1.26	2.28	3.34	4.45	5.60	6.80	8.05	9.36	10.71	12.13	13.60	15.13	16.72	18.40	20.10	21.97	23.74	25.89	27.60	30.31	31.50	
	0.00	1.33	2.41	3.53	4.70	5.91	7.18	8.50	9.88	11.31	12.80	14.35	15.97	17.65	19.43	21.22	23.19	25.06	27.33	29.13	31.99	33.25	
0.00	1.40	2.54	3.72	4.94	6.22	7.56	8.95	10.40	11.90	13.47	15.11	16.82	18.58	20.45	22.34	24.41	26.38	28.77	30.66	33.67	35.00		
		impermeable																					

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat t = 45000 s

		impermeable																					
	37.00	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.81	36.80	36.77	36.76	36.72	36.73	36.67	36.71	36.60	36.71	36.50		
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.81	36.80	36.77	36.76	36.72	36.68	36.63	36.65	36.57	36.62	36.50	
	37.00	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.84	36.80	36.81	36.75	36.78	36.70	36.77	36.62	36.80	36.50	
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.91	36.88	36.87	36.84	36.85	36.79	36.83	36.73	36.84	36.64	36.88	36.50	
	37.00	37.10	37.08	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.95	36.94	36.91	36.91	36.87	36.89	36.82	36.88	36.76	36.90	36.66	36.96	36.50	
	37.00	37.12	37.11	37.09	37.07	37.05	37.04	37.01	37.00	36.98	36.97	36.94	36.95	36.90	36.93	36.86	36.93	36.79	36.96	36.69	37.05	36.50	
	37.00	37.14	37.13	37.11	37.10	37.08	37.06	37.04	37.04	37.01	37.01	36.98	36.99	36.94	36.98	36.89	36.98	36.82	37.02	36.71	37.13	36.50	
	37.00	37.17	37.15	37.13	37.12	37.10	37.09	37.07	37.07	37.04	37.04	37.01	37.03	36.97	37.02	36.93	37.03	36.85	37.09	36.73	37.22	36.50	
	37.00	37.19	37.18	37.16	37.15	37.13	37.12	37.10	37.10	37.07	37.08	37.04	37.06	37.01	37.06	36.96	37.08	36.89	37.15	36.75	37.30	36.50	
Freshwater	37.00	37.21	37.20	37.18	37.17	37.16	37.15	37.13	37.13	37.10	37.11	37.07	37.10	37.04	37.10	36.99	37.13	36.92	37.21	36.78	37.39	36.50	Saltwater
	37.00	37.24	37.23	37.21	37.20	37.18	37.18	37.16	37.16	37.13	37.14	37.11	37.14	37.08	37.15	37.03	37.18	36.95	37.27	36.80	37.47	36.50	
	37.00	37.26	37.25	37.23	37.23	37.21	37.21	37.19	37.19	37.16	37.18	37.14	37.18	37.11	37.19	37.06	37.23	36.98	37.33	36.82	37.55	36.50	
	37.00	37.28	37.27	37.26	37.25	37.24	37.23	37.21	37.22	37.19	37.21	37.17	37.21	37.14	37.23	37.10	37.28	37.01	37.40	36.85	37.64	36.50	
	37.00	37.30	37.30	37.28	37.28	37.26	37.26	37.24	37.25	37.23	37.25	37.21	37.25	37.18	37.27	37.13	37.33	37.04	37.46	36.87	37.72	36.50	
	37.00	37.33	37.32	37.31	37.30	37.29	37.29	37.27	37.28	37.26	37.28	37.24	37.29	37.21	37.32	37.17	37.38	37.08	37.52	36.89	37.80	36.50	
	37.00	37.35	37.35	37.33	37.33	37.31	37.32	37.30	37.31	37.29	37.31	37.27	37.33	37.25	37.36	37.20	37.43	37.11	37.58	36.91	37.89	36.50	
	37.00	37.37	37.37	37.36	37.36	37.34	37.35	37.33	37.34	37.32	37.35	37.30	37.36	37.28	37.40	37.23	37.48	37.14	37.64	36.94	37.97	36.50	
	37.00	37.39	37.39	37.38	37.38	37.37	37.38	37.36	37.37	37.35	37.38	37.34	37.40	37.31	37.44	37.27	37.53	37.17	37.70	36.96	38.06	36.50	
	37.00	37.42	37.42	37.40	37.41	37.39	37.40	37.39	37.41	37.38	37.41	37.37	37.44	37.35	37.49	37.30	37.58	37.20	37.77	36.98	38.14	36.50	
	37.00	37.44	37.44	37.43	37.44	37.42	37.43	37.42	37.44	37.41	37.45	37.40	37.47	37.38	37.53	37.34	37.63	37.23	37.83	37.00	38.22	36.50	
		37.42	37.42	37.40	37.41	37.39	37.40	37.39	37.41	37.38	37.41	37.37	37.44	37.35	37.49	37.30	37.58	37.20	37.77	36.98	38.14		
		impermeable																					

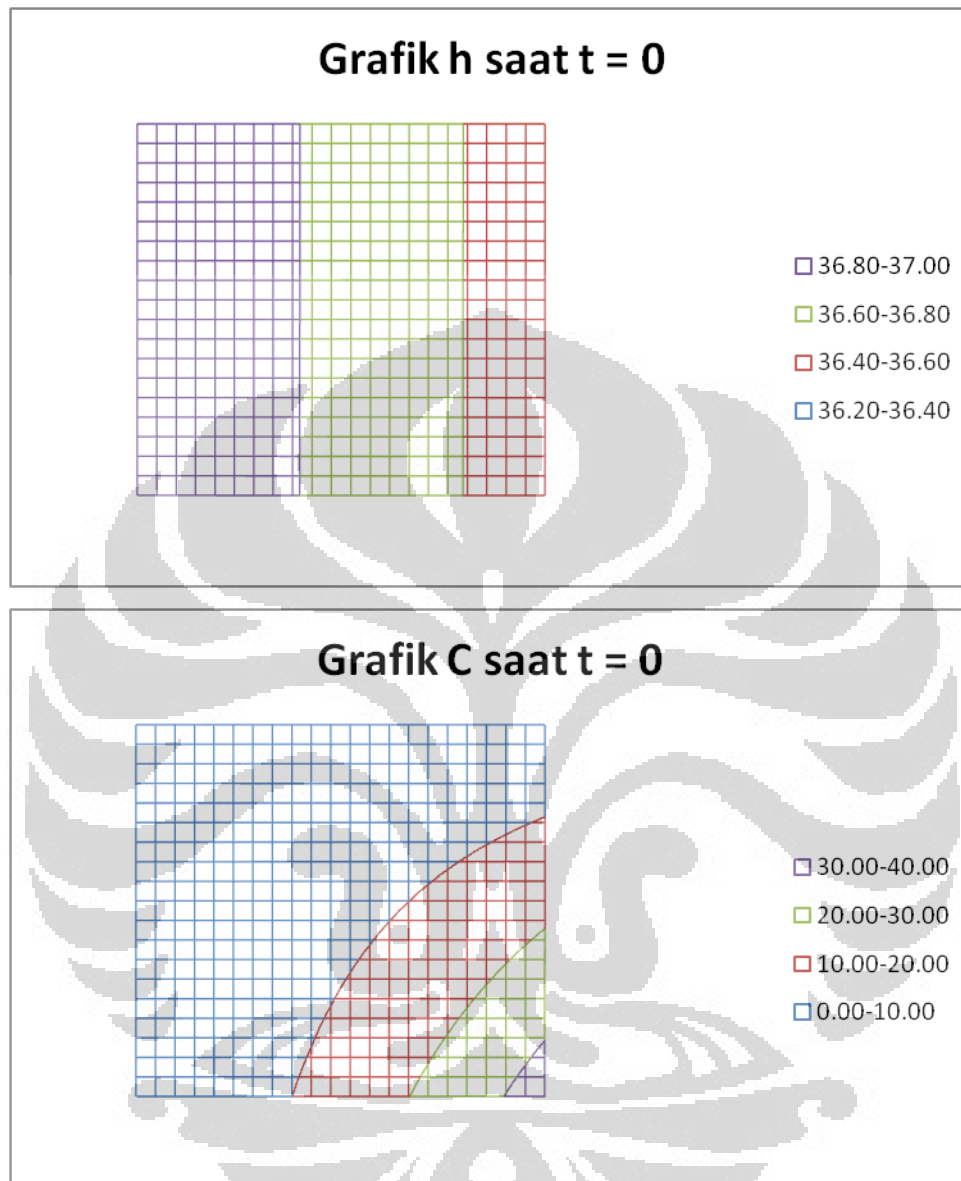
$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.638$

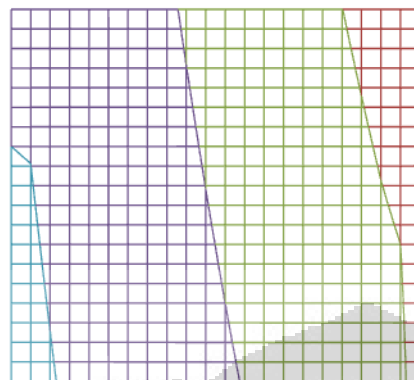
Konsentrasi (Concentration) saat t = 45000 s

		impermeable																					
		0.15	0.26	0.38	0.51	0.63	0.77	0.91	1.05	1.20	1.36	1.52	1.70	1.87	2.06	2.24	2.47	2.64	2.91	3.06	3.40		
Freshwater	0.00	0.08	0.14	0.20	0.26	0.32	0.39	0.46	0.53	0.61	0.69	0.77	0.85	0.94	1.04	1.13	1.24	1.32	1.46	1.53	1.71	1.75	Saltwater
	0.00	0.15	0.26	0.38	0.51	0.63	0.77	0.91	1.05	1.20	1.36	1.52	1.70	1.87	2.06	2.24	2.47	2.64	2.91	3.06	3.40	3.50	
	0.00	0.22	0.39	0.57	0.76	0.95	1.15	1.35	1.57	1.80	2.04	2.28	2.54	2.80	3.09	3.36	3.69	3.96	4.36	4.59	5.10	5.25	
	0.00	0.29	0.52	0.76	1.00	1.26	1.53	1.80	2.10	2.39	2.71	3.03	3.39	3.73	4.12	4.47	4.92	5.27	5.81	6.12	6.79	7.00	
	0.00	0.37	0.65	0.94	1.25	1.57	1.91	2.25	2.62	2.99	3.39	3.79	4.23	4.66	5.15	5.59	6.15	6.59	7.25	7.65	8.49	8.75	
	0.00	0.44	0.78	1.13	1.50	1.88	2.29	2.70	3.14	3.59	4.07	4.55	5.08	5.59	6.18	6.70	7.38	7.91	8.70	9.18	10.18	10.50	
	0.00	0.51	0.91	1.32	1.75	2.20	2.67	3.15	3.66	4.18	4.74	5.30	5.92	6.52	7.20	7.82	8.61	9.22	10.15	10.71	11.88	12.25	
	0.00	0.58	1.04	1.51	2.00	2.51	3.05	3.60	4.19	4.78	5.42	6.06	6.77	7.44	8.23	8.94	9.83	10.54	11.60	12.24	13.57	14.00	
	0.00	0.65	1.16	1.69	2.25	2.82	3.43	4.05	4.71	5.38	6.10	6.82	7.61	8.37	9.26	10.05	11.06	11.86	13.05	13.77	15.27	15.75	
	0.00	0.72	1.29	1.88	2.50	3.14	3.81	4.50	5.23	5.97	6.78	7.57	8.46	9.30	10.29	11.17	12.29	13.17	14.50	15.30	16.96	17.50	
	0.00	0.79	1.42	2.07	2.75	3.45	4.19	4.95	5.75	6.57	7.45	8.33	9.30	10.23	11.31	12.29	13.52	14.49	15.95	16.83	18.66	19.25	
	0.00	0.87	1.55	2.26	3.00	3.76	4.57	5.40	6.28	7.17	8.13	9.09	10.15	11.16	12.34	13.40	14.75	15.81	17.39	18.36	20.35	21.00	
	0.00	0.94	1.68	2.44	3.25	4.08	4.95	5.85	6.80	7.77	8.81	9.85	10.99	12.09	13.37	14.52	15.97	17.12	18.84	19.89	22.05	22.75	
	0.00	1.01	1.81	2.63	3.50	4.39	5.33	6.30	7.32	8.36	9.48	10.60	11.83	13.02	14.40	15.64	17.20	18.44	20.29	21.41	23.74	24.50	
	0.00	1.08	1.94	2.82	3.75	4.70	5.71	6.74	7.84	8.96	10.16	11.36	12.68	13.95	15.43	16.75	18.43	19.76	21.74	22.94	25.43	26.25	
	0.00	1.15	2.06	3.01	4.00	5.01	6.09	7.19	8.37	9.56	10.84	12.12	13.52	14.89	16.45	17.87	19.66	21.08	23.19	24.47	27.13	28.00	
	0.00	1.23	2.19	3.19	4.24	5.33	6.47	7.64	8.89	10.15	11.51	12.87	14.37	15.82	17.48	18.99	20.89	22.39	24.64	26.00	28.82	29.75	
	0.00	1.30	2.32	3.38	4.49	5.64	6.85	8.09	9.41	10.75	12.19	13.63	15.22	16.75	18.51	20.11	22.11	23.71	26.08	27.53	30.52	31.50	
0.00	1.37	2.45	3.57	4.74	5.95	7.23	8.54	9.93	11.35	12.87	14.39	16.06	17.68	19.54	21.22	23.34	25.03	27.53	29.06	32.21	33.25		
0.00	1.44	2.58	3.76	4.99	6.27	7.61	8.99	10.46	11.95	13.55	15.15	16.91	18.61	20.57	22.34	24.57	26.34	28.98	30.59	33.90	35.00		
	1.37	2.45	3.57	4.74	5.95	7.23	8.54	9.93	11.35	12.87	14.39	16.06	17.68	19.54	21.22	23.34	25.03	27.53	29.06	32.21			
		impermeable																					

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$
$$\partial\rho/\partial C = 0.638$$

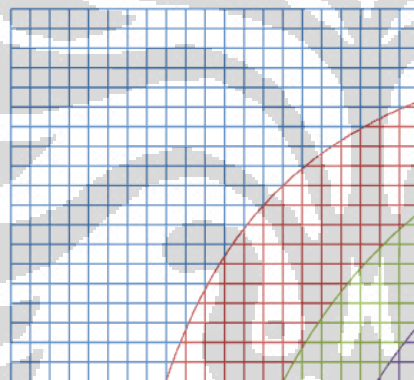


Grafik h saat $t = 5000$ s



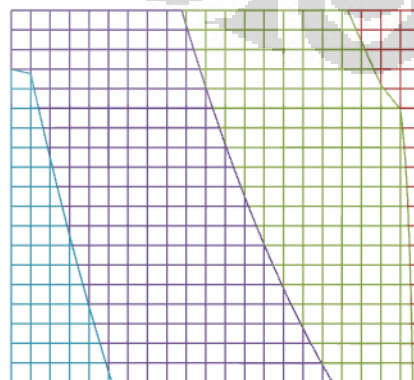
- 37.00-37.20
- 36.80-37.00
- 36.60-36.80
- 36.40-36.60
- 36.20-36.40

Grafik C saat $t = 5000$ s



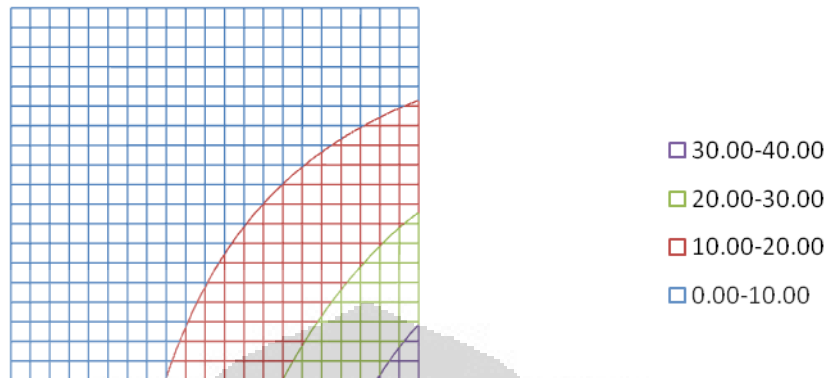
- 30.00-40.00
- 20.00-30.00
- 10.00-20.00
- 0.00-10.00

Grafik h saat $t = 10000$ s

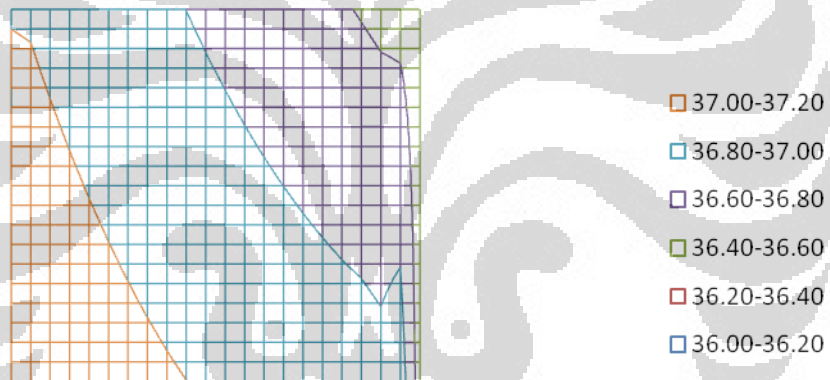


- 37.00-37.20
- 36.80-37.00
- 36.60-36.80
- 36.40-36.60
- 36.20-36.40

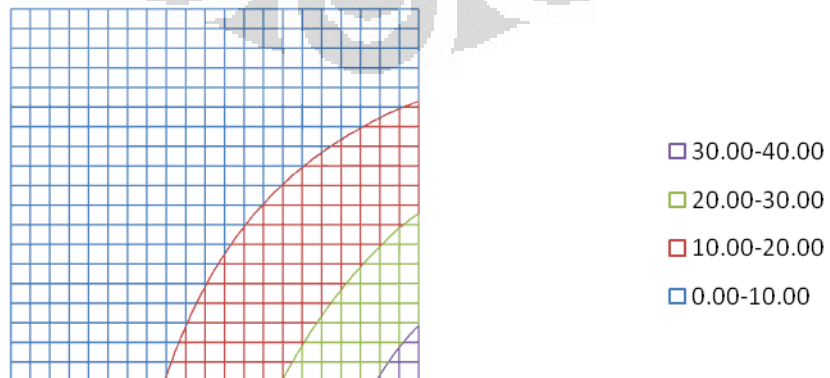
Grafik C saat t = 10000 s



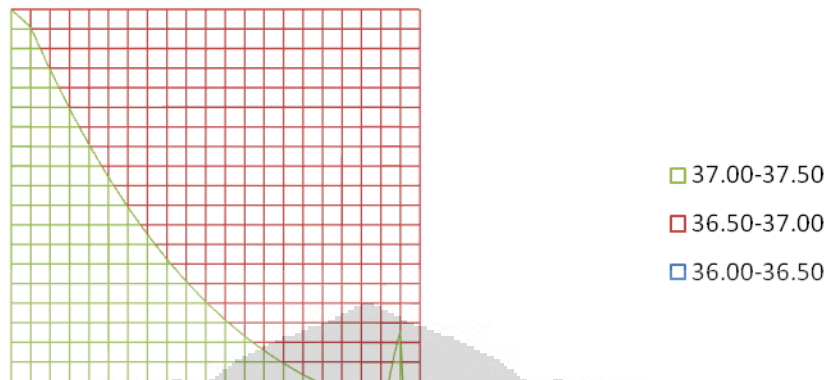
Grafik h saat t = 15000 s



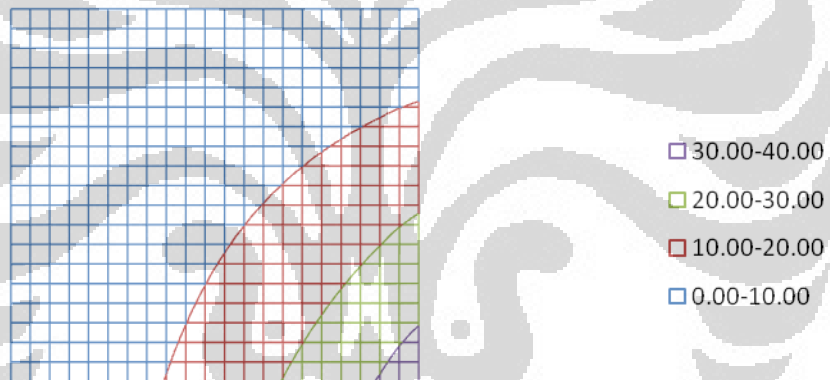
Grafik C saat t = 15000 s



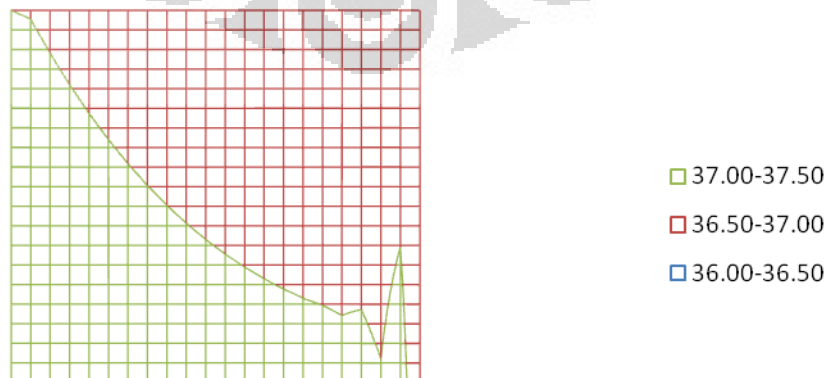
Grafik h saat t = 20000 s

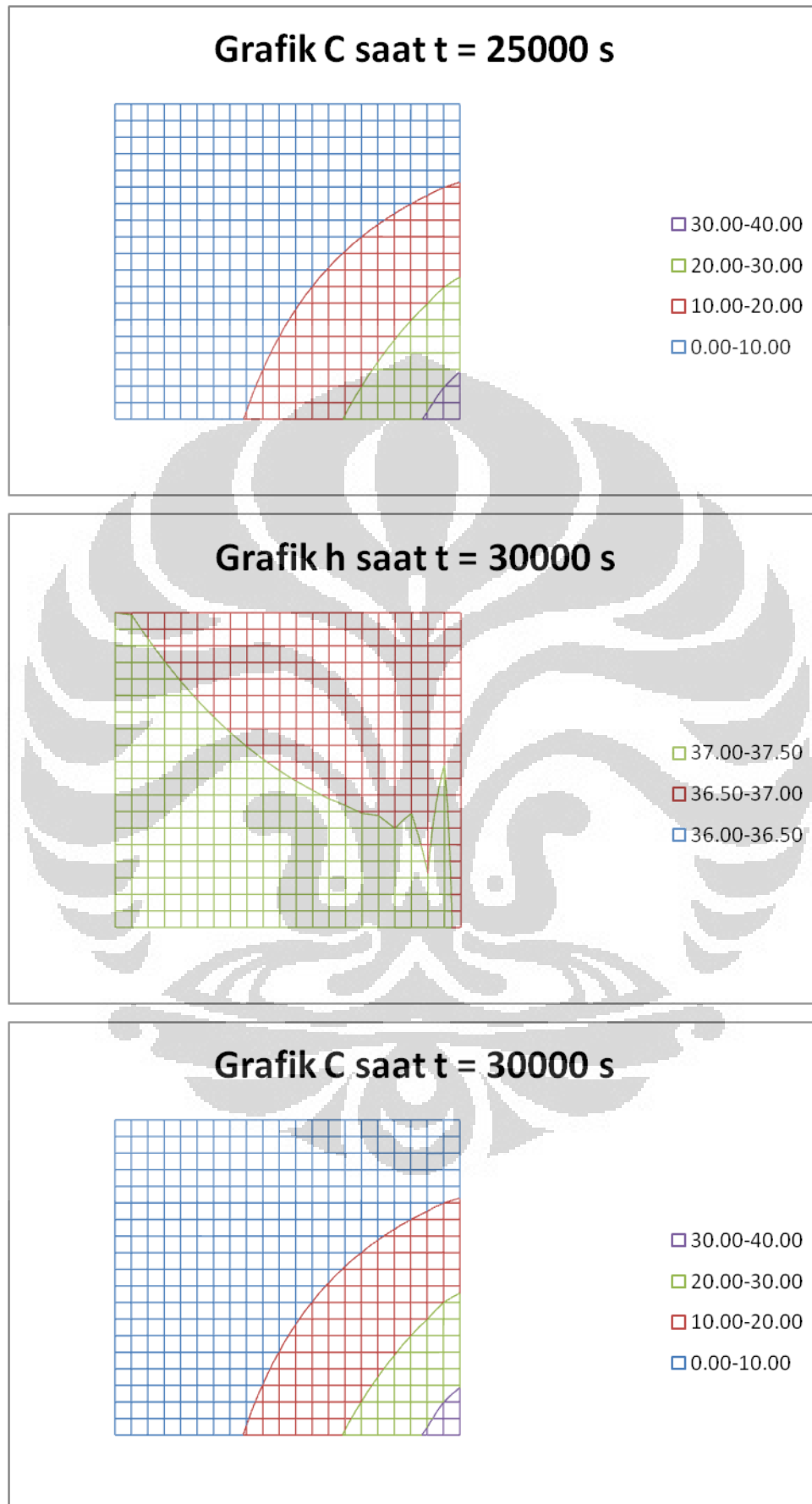


Grafik C saat t = 20000 s

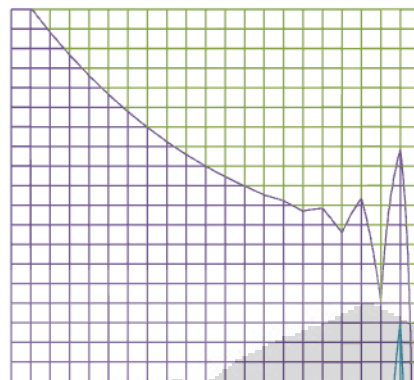


Grafik h saat t = 25000 s



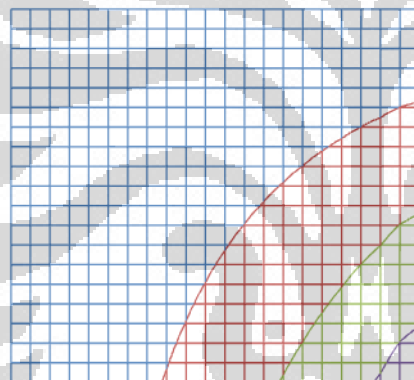


Grafik h saat t = 35000 s



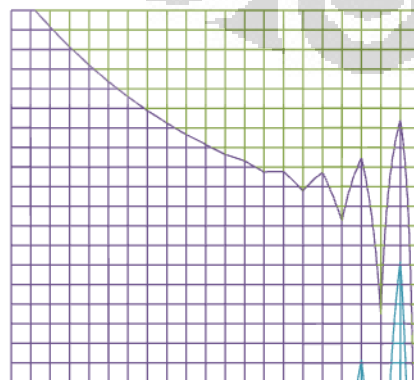
- 37.50-38.00
- 37.00-37.50
- 36.50-37.00
- 36.00-36.50
- 35.50-36.00

Grafik C saat t = 35000 s

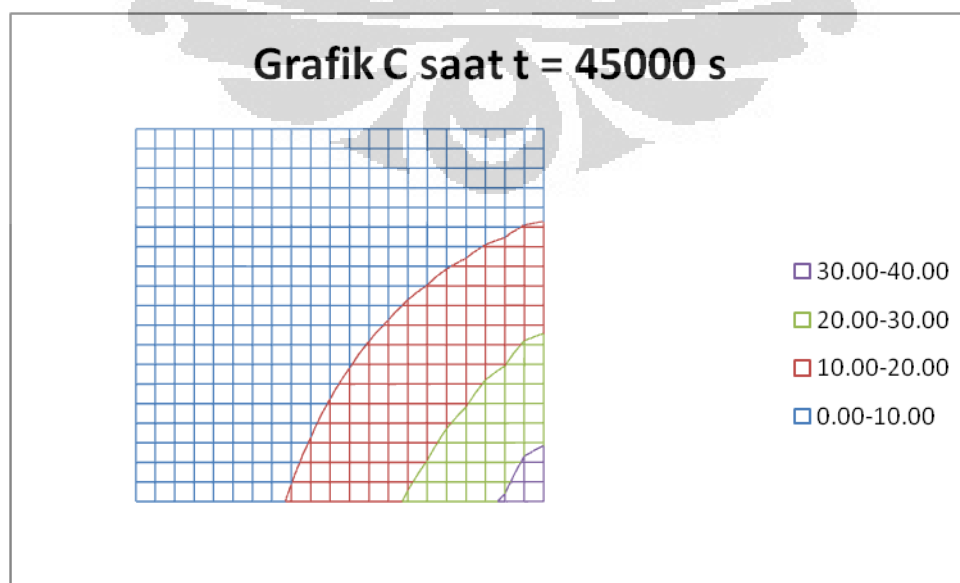
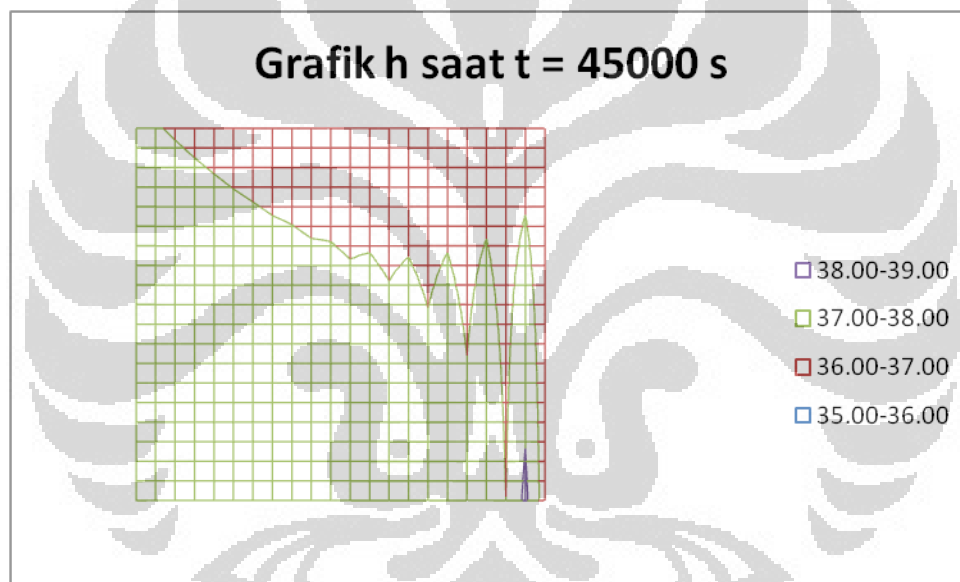
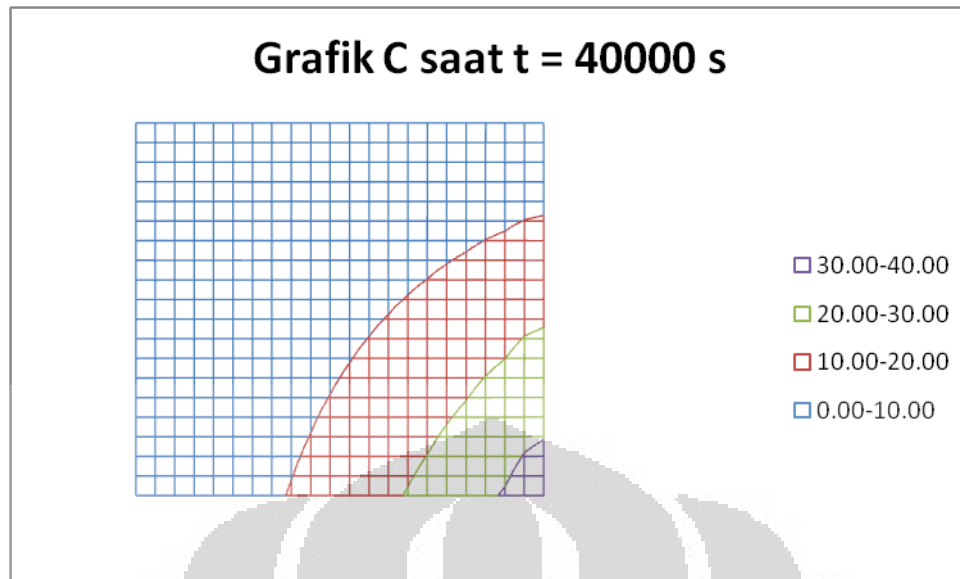


- 30.00-40.00
- 20.00-30.00
- 10.00-20.00
- 0.00-10.00

Grafik h saat t = 40000 s



- 37.50-38.00
- 37.00-37.50
- 36.50-37.00
- 36.00-36.50
- 35.50-36.00



Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0$$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat $t = 0$

	impermeable																						
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50		
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	Saltwater
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52			
	impermeable																						

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 0

	impermeable																				
	0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26	
0.00	0.05	0.11	0.17	0.23	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.65	0.73	0.82	0.90	1.00	1.09	1.19	1.29	1.40	1.51	1.63	1.75
0.00	0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26	3.50
0.00	0.16	0.33	0.50	0.69	0.88	1.07	1.28	1.49	1.72	1.95	2.19	2.45	2.71	2.98	3.27	3.57	3.88	4.20	4.54	4.89	5.25
0.00	0.21	0.44	0.67	0.92	1.17	1.43	1.71	1.99	2.29	2.60	2.92	3.26	3.61	3.98	4.36	4.76	5.17	5.60	6.05	6.51	7.00
0.00	0.27	0.55	0.84	1.14	1.46	1.79	2.13	2.49	2.86	3.25	3.66	4.08	4.52	4.97	5.45	5.94	6.46	7.00	7.56	8.14	8.75
0.00	0.32	0.66	1.01	1.37	1.75	2.15	2.56	2.99	3.44	3.90	4.39	4.89	5.42	5.97	6.54	7.13	7.75	8.40	9.07	9.77	10.50
0.00	0.38	0.77	1.18	1.60	2.04	2.51	2.99	3.49	4.01	4.55	5.12	5.71	6.32	6.96	7.63	8.32	9.04	9.80	10.58	11.40	12.25
0.00	0.43	0.88	1.34	1.83	2.34	2.86	3.41	3.99	4.58	5.20	5.85	6.52	7.22	7.96	8.72	9.51	10.34	11.20	12.09	13.03	14.00
0.00	0.48	0.99	1.51	2.06	2.63	3.22	3.84	4.48	5.15	5.85	6.58	7.34	8.13	8.95	9.81	10.70	11.63	12.60	13.61	14.66	15.75
0.00	0.54	1.10	1.68	2.29	2.92	3.58	4.27	4.98	5.73	6.50	7.31	8.15	9.03	9.94	10.90	11.89	12.92	14.00	15.12	16.28	17.50
0.00	0.59	1.21	1.85	2.52	3.21	3.94	4.69	5.48	6.30	7.15	8.04	8.97	9.93	10.94	11.99	13.08	14.21	15.40	16.63	17.91	19.25
0.00	0.64	1.32	2.02	2.75	3.50	4.30	5.12	5.98	6.87	7.80	8.77	9.78	10.84	11.93	13.08	14.27	15.50	16.80	18.14	19.54	21.00
0.00	0.70	1.43	2.18	2.97	3.80	4.65	5.55	6.48	7.44	8.45	9.50	10.60	11.74	12.93	14.16	15.45	16.80	18.19	19.65	21.17	22.75
0.00	0.75	1.54	2.35	3.20	4.09	5.01	5.97	6.97	8.02	9.10	10.24	11.41	12.64	13.92	15.25	16.64	18.09	19.59	21.16	22.80	24.50
0.00	0.81	1.65	2.52	3.43	4.38	5.37	6.40	7.47	8.59	9.75	10.97	12.23	13.55	14.92	16.34	17.83	19.38	20.99	22.68	24.43	26.25
0.00	0.86	1.76	2.69	3.66	4.67	5.73	6.83	7.97	9.16	10.40	11.70	13.05	14.45	15.91	17.43	19.02	20.67	22.39	24.19	26.05	28.00
0.00	0.91	1.87	2.86	3.89	4.97	6.09	7.25	8.47	9.74	11.05	12.43	13.86	15.35	16.91	18.52	20.21	21.96	23.79	25.70	27.68	29.75
0.00	0.97	1.98	3.02	4.12	5.26	6.44	7.68	8.97	10.31	11.71	13.16	14.68	16.25	17.90	19.61	21.40	23.26	25.19	27.21	29.31	31.50
0.00	1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.47	10.88	12.36	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94	33.25
0.00	1.07	2.19	3.36	4.58	5.84	7.16	8.53	9.96	11.45	13.01	14.62	16.31	18.06	19.89	21.79	23.77	25.84	27.99	30.23	32.57	35.00
	1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.47	10.88	12.36	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94	

impermeable

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m}$; $\alpha_z = 2.5 \text{ m}$; $D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat $t = 10000 \text{ s}$

		impermeable																					
		36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52		
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	Saltwater
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
		36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52		

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 10000 s

		impermeable																					
		0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.31	1.48	1.65	1.82	2.00	2.20	2.39	2.60	2.82	3.04	3.28		
Freshwater	0.00	0.06	0.12	0.17	0.24	0.30	0.37	0.43	0.51	0.58	0.66	0.74	0.82	0.91	1.00	1.10	1.20	1.30	1.41	1.52	1.64	1.75	Saltwater
	0.00	0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.31	1.48	1.65	1.82	2.00	2.20	2.39	2.60	2.82	3.04	3.28	3.50	
	0.00	0.18	0.34	0.52	0.70	0.89	1.09	1.30	1.51	1.74	1.97	2.21	2.47	2.73	3.01	3.29	3.59	3.90	4.22	4.56	4.91	5.25	
	0.00	0.23	0.46	0.69	0.94	1.19	1.45	1.73	2.02	2.31	2.63	2.95	3.29	3.64	4.01	4.39	4.79	5.20	5.63	6.08	6.55	7.00	
	0.00	0.29	0.57	0.86	1.17	1.49	1.82	2.16	2.52	2.89	3.28	3.69	4.11	4.55	5.01	5.49	5.98	6.50	7.04	7.60	8.19	8.75	
	0.00	0.35	0.69	1.04	1.40	1.78	2.18	2.59	3.02	3.47	3.94	4.42	4.93	5.46	6.01	6.58	7.18	7.80	8.45	9.12	9.82	10.50	
	0.00	0.41	0.80	1.21	1.64	2.08	2.54	3.02	3.53	4.05	4.59	5.16	5.75	6.37	7.01	7.68	8.38	9.10	9.86	10.64	11.46	12.25	
	0.00	0.46	0.91	1.38	1.87	2.38	2.91	3.46	4.03	4.63	5.25	5.90	6.58	7.28	8.01	8.78	9.57	10.40	11.26	12.16	13.10	14.00	
	0.00	0.52	1.03	1.55	2.10	2.67	3.27	3.89	4.53	5.21	5.91	6.64	7.40	8.19	9.01	9.87	10.77	11.70	12.67	13.68	14.74	15.75	
	0.00	0.58	1.14	1.73	2.34	2.97	3.63	4.32	5.04	5.78	6.56	7.37	8.22	9.10	10.01	10.97	11.96	13.00	14.08	15.20	16.37	17.50	
	0.00	0.64	1.26	1.90	2.57	3.27	3.99	4.75	5.54	6.36	7.22	8.11	9.04	10.01	11.02	12.07	13.16	14.30	15.49	16.72	18.01	19.25	
	0.00	0.70	1.37	2.07	2.80	3.56	4.36	5.18	6.04	6.94	7.88	8.85	9.86	10.92	12.02	13.16	14.36	15.60	16.89	18.24	19.65	21.00	
	0.00	0.75	1.48	2.24	3.04	3.86	4.72	5.62	6.55	7.52	8.53	9.59	10.68	11.83	13.02	14.26	15.55	16.90	18.30	19.76	21.29	22.75	
	0.00	0.81	1.60	2.42	3.27	4.16	5.08	6.05	7.05	8.10	9.19	10.32	11.51	12.74	14.02	15.36	16.75	18.20	19.71	21.28	22.92	24.50	
	0.00	0.87	1.71	2.59	3.50	4.45	5.45	6.48	7.55	8.68	9.84	11.06	12.33	13.65	15.02	16.45	17.94	19.50	21.12	22.80	24.56	26.25	
	0.00	0.93	1.82	2.76	3.74	4.75	5.81	6.91	8.06	9.25	10.50	11.80	13.15	14.56	16.02	17.55	19.14	20.80	22.52	24.32	26.20	28.00	
	0.00	0.98	1.94	2.93	3.97	5.05	6.17	7.34	8.56	9.83	11.16	12.53	13.97	15.47	17.02	18.65	20.34	22.10	23.93	25.84	27.83	29.75	
	0.00	1.04	2.05	3.11	4.20	5.34	6.53	7.77	9.07	10.41	11.81	13.27	14.79	16.38	18.03	19.74	21.53	23.40	25.34	27.36	29.47	31.50	
	0.00	1.10	2.17	3.28	4.44	5.64	6.90	8.21	9.57	10.99	12.47	14.01	15.61	17.29	19.03	20.84	22.73	24.70	26.75	28.88	31.11	33.25	
	0.00	1.16	2.28	3.45	4.67	5.94	7.26	8.64	10.07	11.57	13.12	14.75	16.43	18.19	20.03	21.94	23.93	26.00	28.16	30.40	32.75	35.00	
	1.10	2.17	3.28	4.44	5.64	6.90	8.21	9.57	10.99	12.47	14.01	15.61	17.29	19.03	20.84	22.73	24.70	26.75	28.88	31.11			
		impermeable																					

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 20000 s

		impermeable																					
		0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.02	1.17	1.33	1.49	1.66	1.84	2.02	2.21	2.41	2.62	2.83	3.06	3.30		
Freshwater	0.00	0.07	0.12	0.18	0.24	0.31	0.37	0.44	0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	0.92	1.01	1.11	1.21	1.31	1.42	1.53	1.65	1.75	Saltwater
	0.00	0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.02	1.17	1.33	1.49	1.66	1.84	2.02	2.21	2.41	2.62	2.83	3.06	3.30	3.50	
	0.00	0.19	0.36	0.53	0.72	0.91	1.11	1.31	1.53	1.76	1.99	2.23	2.49	2.75	3.03	3.32	3.61	3.93	4.25	4.59	4.94	5.25	
	0.00	0.25	0.48	0.71	0.96	1.21	1.48	1.75	2.04	2.34	2.65	2.98	3.32	3.67	4.04	4.42	4.82	5.23	5.67	6.12	6.59	7.00	
	0.00	0.31	0.59	0.89	1.19	1.51	1.84	2.19	2.55	2.92	3.31	3.72	4.14	4.58	5.04	5.52	6.02	6.54	7.08	7.65	8.23	8.75	
	0.00	0.37	0.71	1.06	1.43	1.81	2.21	2.63	3.06	3.51	3.98	4.46	4.97	5.50	6.05	6.63	7.23	7.85	8.50	9.17	9.88	10.50	
	0.00	0.44	0.83	1.24	1.67	2.11	2.58	3.06	3.57	4.09	4.64	5.21	5.80	6.42	7.06	7.73	8.43	9.16	9.91	10.70	11.53	12.25	
	0.00	0.50	0.95	1.42	1.91	2.42	2.95	3.50	4.07	4.67	5.30	5.95	6.63	7.33	8.07	8.83	9.63	10.46	11.33	12.23	13.17	14.00	
	0.00	0.56	1.07	1.59	2.14	2.72	3.31	3.94	4.58	5.26	5.96	6.69	7.46	8.25	9.08	9.94	10.84	11.77	12.75	13.76	14.82	15.75	
	0.00	0.62	1.18	1.77	2.38	3.02	3.68	4.37	5.09	5.84	6.62	7.44	8.28	9.17	10.09	11.04	12.04	13.08	14.16	15.29	16.46	17.50	
	0.00	0.68	1.30	1.95	2.62	3.32	4.05	4.81	5.60	6.43	7.28	8.18	9.11	10.08	11.09	12.15	13.24	14.39	15.58	16.82	18.11	19.25	
	0.00	0.75	1.42	2.13	2.86	3.62	4.42	5.25	6.11	7.01	7.95	8.92	9.94	11.00	12.10	13.25	14.45	15.69	16.99	18.35	19.75	21.00	
	0.00	0.81	1.54	2.30	3.10	3.92	4.79	5.68	6.62	7.59	8.61	9.67	10.77	11.91	13.11	14.35	15.65	17.00	18.41	19.87	21.40	22.75	
	0.00	0.87	1.66	2.48	3.33	4.23	5.15	6.12	7.13	8.18	9.27	10.41	11.60	12.83	14.12	15.46	16.85	18.31	19.82	21.40	23.05	24.50	
	0.00	0.93	1.78	2.66	3.57	4.53	5.52	6.56	7.64	8.76	9.93	11.15	12.42	13.75	15.13	16.56	18.06	19.62	21.24	22.93	24.69	26.25	
	0.00	0.99	1.89	2.83	3.81	4.83	5.89	7.00	8.15	9.35	10.59	11.90	13.25	14.66	16.13	17.67	19.26	20.92	22.66	24.46	26.34	28.00	
	0.00	1.05	2.01	3.01	4.05	5.13	6.26	7.43	8.66	9.93	11.26	12.64	14.08	15.58	17.14	18.77	20.47	22.23	24.07	25.99	27.98	29.75	
0.00	1.12	2.13	3.19	4.29	5.43	6.63	7.87	9.16	10.51	11.92	13.38	14.91	16.50	18.15	19.87	21.67	23.54	25.49	27.52	29.63	31.50		
0.00	1.18	2.25	3.36	4.52	5.73	6.99	8.31	9.67	11.10	12.58	14.13	15.74	17.41	19.16	20.98	22.87	24.85	26.90	29.05	31.28	33.25		
0.00	1.24	2.37	3.54	4.76	6.03	7.36	8.74	10.18	11.68	13.24	14.87	16.56	18.33	20.17	22.08	24.08	26.15	28.32	30.57	32.92	35.00		
	1.18	2.25	3.36	4.52	5.73	6.99	8.31	9.67	11.10	12.58	14.13	15.74	17.41	19.16	20.98	22.87	24.85	26.90	29.05	31.28			

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 30000 \text{ s}$

		impermeable																				
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52		
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50
		36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	
			impermeable																			

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 30000 s

		impermeable																				
		0.14	0.25	0.37	0.49	0.62	0.75	0.89	1.03	1.18	1.34	1.50	1.67	1.85	2.04	2.23	2.43	2.64	2.85	3.08	3.31	
Freshwater	0.00	0.07	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.45	0.52	0.60	0.67	0.76	0.84	0.93	1.02	1.12	1.22	1.32	1.43	1.54	1.66	1.75
	0.00	0.14	0.25	0.37	0.49	0.62	0.75	0.89	1.03	1.18	1.34	1.50	1.67	1.85	2.04	2.23	2.43	2.64	2.85	3.08	3.31	3.50
	0.00	0.20	0.37	0.55	0.73	0.92	1.12	1.33	1.55	1.77	2.01	2.25	2.51	2.77	3.05	3.34	3.64	3.95	4.28	4.62	4.97	5.25
	0.00	0.27	0.49	0.73	0.98	1.23	1.50	1.77	2.06	2.36	2.68	3.00	3.34	3.70	4.07	4.45	4.85	5.27	5.70	6.15	6.62	7.00
	0.00	0.33	0.62	0.91	1.22	1.54	1.87	2.22	2.58	2.95	3.34	3.75	4.18	4.62	5.08	5.56	6.06	6.58	7.12	7.69	8.28	8.75
	0.00	0.40	0.74	1.09	1.46	1.84	2.24	2.66	3.09	3.54	4.01	4.50	5.01	5.54	6.10	6.67	7.27	7.90	8.55	9.23	9.93	10.50
	0.00	0.47	0.86	1.27	1.70	2.15	2.62	3.10	3.61	4.13	4.68	5.25	5.85	6.46	7.11	7.78	8.48	9.21	9.97	10.76	11.59	12.25
	0.00	0.53	0.98	1.45	1.95	2.46	2.99	3.54	4.12	4.72	5.35	6.00	6.68	7.39	8.13	8.89	9.69	10.53	11.40	12.30	13.24	14.00
	0.00	0.60	1.11	1.64	2.19	2.76	3.36	3.98	4.63	5.31	6.02	6.75	7.51	8.31	9.14	10.00	10.91	11.84	12.82	13.84	14.90	15.75
	0.00	0.66	1.23	1.82	2.43	3.07	3.73	4.43	5.15	5.90	6.68	7.50	8.35	9.23	10.16	11.12	12.12	13.16	14.24	15.37	16.55	17.50
	0.00	0.73	1.35	2.00	2.67	3.37	4.11	4.87	5.66	6.49	7.35	8.25	9.18	10.16	11.17	12.23	13.33	14.47	15.67	16.91	18.21	19.25
	0.00	0.80	1.47	2.18	2.92	3.68	4.48	5.31	6.18	7.08	8.02	9.00	10.02	11.08	12.19	13.34	14.54	15.79	17.09	18.45	19.86	21.00
	0.00	0.86	1.60	2.36	3.16	3.99	4.85	5.75	6.69	7.67	8.69	9.75	10.85	12.00	13.20	14.45	15.75	17.10	18.52	19.99	21.52	22.75
	0.00	0.93	1.72	2.54	3.40	4.29	5.23	6.20	7.21	8.26	9.35	10.50	11.69	12.92	14.22	15.56	16.96	18.42	19.94	21.52	23.17	24.50
	0.00	0.99	1.84	2.72	3.64	4.60	5.60	6.64	7.72	8.85	10.02	11.25	12.52	13.85	15.23	16.67	18.17	19.73	21.36	23.06	24.83	26.25
	0.00	1.06	1.96	2.90	3.89	4.91	5.97	7.08	8.23	9.44	10.69	11.99	13.35	14.77	16.25	17.78	19.38	21.05	22.79	24.60	26.48	28.00
	0.00	1.12	2.09	3.09	4.13	5.21	6.34	7.52	8.75	10.03	11.36	12.74	14.19	15.69	17.26	18.89	20.59	22.37	24.21	26.13	28.14	29.75
0.00	1.19	2.21	3.27	4.37	5.52	6.72	7.96	9.26	10.62	12.03	13.49	15.02	16.62	18.28	20.00	21.81	23.68	25.63	27.67	29.79	31.50	
0.00	1.26	2.33	3.45	4.61	5.83	7.09	8.41	9.78	11.21	12.69	14.24	15.86	17.54	19.29	21.12	23.02	25.00	27.06	29.21	31.44	33.25	
0.00	1.32	2.45	3.63	4.85	6.13	7.46	8.85	10.29	11.79	13.36	14.99	16.69	18.46	20.30	22.23	24.23	26.31	28.48	30.74	33.10	35.00	
	1.26	2.33	3.45	4.61	5.83	7.09	8.41	9.78	11.21	12.69	14.24	15.86	17.54	19.29	21.12	23.02	25.00	27.06	29.21	31.44		
		impermeable																				

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 0$

		impermeable																					
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52			
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.57	36.55	36.52	36.50	
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	Saltwater
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52			
		impermeable																					

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

Konsentrasi (*Concentration*) saat $t = 0$

		impermeable																					
		0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26		
Freshwater	0.00	0.05	0.11	0.17	0.23	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.65	0.73	0.82	0.90	1.00	1.09	1.19	1.29	1.40	1.51	1.63	1.75	Saltwater
	0.00	0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26	3.50	
	0.00	0.16	0.33	0.50	0.69	0.88	1.07	1.28	1.49	1.72	1.95	2.19	2.45	2.71	2.98	3.27	3.57	3.88	4.20	4.53	4.89	5.25	
	0.00	0.21	0.44	0.67	0.91	1.17	1.43	1.71	1.99	2.29	2.60	2.92	3.26	3.61	3.98	4.36	4.75	5.17	5.60	6.05	6.51	7.00	
	0.00	0.27	0.55	0.84	1.14	1.46	1.79	2.13	2.49	2.86	3.25	3.65	4.08	4.51	4.97	5.45	5.94	6.46	7.00	7.56	8.14	8.75	
	0.00	0.32	0.66	1.01	1.37	1.75	2.15	2.56	2.99	3.44	3.90	4.39	4.89	5.42	5.97	6.54	7.13	7.75	8.40	9.07	9.77	10.50	
	0.00	0.38	0.77	1.18	1.60	2.04	2.51	2.99	3.49	4.01	4.55	5.12	5.71	6.32	6.96	7.63	8.32	9.04	9.80	10.58	11.40	12.25	
	0.00	0.43	0.88	1.34	1.83	2.34	2.86	3.41	3.98	4.58	5.20	5.85	6.52	7.22	7.95	8.72	9.51	10.34	11.20	12.09	13.03	14.00	
	0.00	0.48	0.99	1.51	2.06	2.63	3.22	3.84	4.48	5.15	5.85	6.58	7.34	8.13	8.95	9.81	10.70	11.63	12.60	13.60	14.66	15.75	
	0.00	0.54	1.10	1.68	2.29	2.92	3.58	4.27	4.98	5.73	6.50	7.31	8.15	9.03	9.94	10.90	11.89	12.92	14.00	15.12	16.28	17.50	
	0.00	0.59	1.21	1.85	2.52	3.21	3.94	4.69	5.48	6.30	7.15	8.04	8.97	9.93	10.94	11.98	13.08	14.21	15.40	16.63	17.91	19.25	
	0.00	0.64	1.32	2.02	2.75	3.50	4.30	5.12	5.98	6.87	7.80	8.77	9.78	10.84	11.93	13.07	14.26	15.50	16.79	18.14	19.54	21.00	
	0.00	0.70	1.43	2.18	2.97	3.80	4.65	5.55	6.48	7.44	8.45	9.50	10.60	11.74	12.92	14.16	15.45	16.80	18.19	19.65	21.17	22.75	
	0.00	0.75	1.54	2.35	3.20	4.09	5.01	5.97	6.97	8.02	9.10	10.23	11.41	12.64	13.92	15.25	16.64	18.09	19.59	21.16	22.80	24.50	
	0.00	0.81	1.65	2.52	3.43	4.38	5.37	6.40	7.47	8.59	9.75	10.97	12.23	13.54	14.92	16.34	17.83	19.38	20.99	22.67	24.43	26.25	
	0.00	0.86	1.76	2.69	3.66	4.67	5.73	6.83	7.97	9.16	10.40	11.70	13.04	14.45	15.91	17.43	19.02	20.67	22.39	24.19	26.05	28.00	
	0.00	0.91	1.87	2.86	3.89	4.96	6.09	7.25	8.47	9.73	11.05	12.43	13.86	15.35	16.90	18.52	20.21	21.96	23.79	25.70	27.68	29.75	
0.00	0.97	1.98	3.02	4.12	5.26	6.44	7.68	8.97	10.31	11.70	13.16	14.68	16.25	17.90	19.61	21.40	23.26	25.19	27.21	29.31	31.50		
0.00	1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.47	10.88	12.36	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94	33.25		
0.00	1.07	2.19	3.36	4.58	5.84	7.16	8.53	9.96	11.45	13.01	14.62	16.31	18.06	19.89	21.79	23.77	25.84	27.99	30.23	32.57	35.00		
	1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.47	10.88	12.36	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94			
		impermeable																					

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 10000 \text{ s}$

									impermeable														
	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.58	36.56	36.54			
	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.88	36.86	36.84	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.67	36.65	36.62	36.60	36.58	36.55	36.53	36.50	
	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.58	36.56	36.54	36.50	
	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.70	36.68	36.66	36.63	36.61	36.59	36.56	36.54	36.50	
	37.00	36.99	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.60	36.58	36.55	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.65	36.63	36.60	36.58	36.56	36.50	
	37.00	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.59	36.57	36.50	
	37.00	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.62	36.60	36.58	36.50	
Freshwater	37.00	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.62	36.60	36.58	36.50	Saltwater
	37.00	37.01	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.65	36.63	36.61	36.59	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.63	36.61	36.59	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.62	36.60	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.61	36.50	
	37.00	37.02	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.61	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.67	36.65	36.63	36.62	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.62	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.70	36.68	36.66	36.64	36.63	36.50	
	37.00	37.03	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.64	36.50	
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.64	36.50	
	37.03	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.64			
									impermeable														

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 10000 s

		impermeable																					
		0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.31	1.48	1.64	1.82	2.00	2.20	2.39	2.60	2.82	3.04	3.28		
Freshwater	0.00	0.06	0.12	0.17	0.24	0.30	0.37	0.43	0.51	0.58	0.66	0.74	0.82	0.91	1.00	1.10	1.20	1.30	1.41	1.52	1.64	1.75	Saltwater
	0.00	0.12	0.23	0.35	0.47	0.60	0.73	0.87	1.01	1.16	1.31	1.48	1.64	1.82	2.00	2.20	2.39	2.60	2.82	3.04	3.28	3.50	
	0.00	0.18	0.34	0.52	0.70	0.89	1.09	1.30	1.51	1.74	1.97	2.21	2.47	2.73	3.01	3.29	3.59	3.90	4.22	4.56	4.91	5.25	
	0.00	0.23	0.46	0.69	0.93	1.19	1.45	1.73	2.02	2.31	2.63	2.95	3.29	3.64	4.01	4.39	4.79	5.20	5.63	6.08	6.55	7.00	
	0.00	0.29	0.57	0.86	1.17	1.49	1.82	2.16	2.52	2.89	3.28	3.69	4.11	4.55	5.01	5.48	5.98	6.50	7.04	7.60	8.19	8.75	
	0.00	0.35	0.69	1.04	1.40	1.78	2.18	2.59	3.02	3.47	3.94	4.42	4.93	5.46	6.01	6.58	7.18	7.80	8.45	9.12	9.83	10.50	
	0.00	0.41	0.80	1.21	1.63	2.08	2.54	3.02	3.53	4.05	4.59	5.16	5.75	6.37	7.01	7.68	8.37	9.10	9.85	10.64	11.46	12.25	
	0.00	0.46	0.91	1.38	1.87	2.38	2.90	3.46	4.03	4.63	5.25	5.90	6.57	7.28	8.01	8.77	9.57	10.40	11.26	12.16	13.10	14.00	
	0.00	0.52	1.03	1.55	2.10	2.67	3.27	3.89	4.53	5.21	5.91	6.64	7.40	8.19	9.01	9.87	10.77	11.70	12.67	13.68	14.74	15.75	
	0.00	0.58	1.14	1.73	2.33	2.97	3.63	4.32	5.04	5.78	6.56	7.37	8.22	9.10	10.01	10.97	11.96	13.00	14.08	15.20	16.38	17.50	
	0.00	0.64	1.25	1.90	2.57	3.27	3.99	4.75	5.54	6.36	7.22	8.11	9.04	10.01	11.01	12.06	13.16	14.30	15.49	16.72	18.01	19.25	
	0.00	0.70	1.37	2.07	2.80	3.56	4.36	5.18	6.04	6.94	7.87	8.85	9.86	10.92	12.02	13.16	14.35	15.60	16.89	18.24	19.65	21.00	
	0.00	0.75	1.48	2.24	3.04	3.86	4.72	5.61	6.55	7.52	8.53	9.58	10.68	11.83	13.02	14.26	15.55	16.90	18.30	19.76	21.29	22.75	
	0.00	0.81	1.60	2.42	3.27	4.16	5.08	6.05	7.05	8.10	9.19	10.32	11.50	12.74	14.02	15.36	16.75	18.20	19.71	21.28	22.93	24.50	
	0.00	0.87	1.71	2.59	3.50	4.45	5.45	6.48	7.55	8.68	9.84	11.06	12.33	13.65	15.02	16.45	17.94	19.50	21.12	22.80	24.57	26.25	
	0.00	0.93	1.82	2.76	3.74	4.75	5.81	6.91	8.06	9.25	10.50	11.80	13.15	14.55	16.02	17.55	19.14	20.80	22.52	24.32	26.20	28.00	
	0.00	0.98	1.94	2.93	3.97	5.05	6.17	7.34	8.56	9.83	11.15	12.53	13.97	15.46	17.02	18.65	20.34	22.10	23.93	25.84	27.84	29.75	
0.00	1.04	2.05	3.11	4.20	5.34	6.53	7.77	9.07	10.41	11.81	13.27	14.79	16.37	18.02	19.74	21.53	23.40	25.34	27.36	29.48	31.50		
0.00	1.10	2.17	3.28	4.44	5.64	6.90	8.21	9.57	10.99	12.47	14.01	15.61	17.28	19.03	20.84	22.73	24.70	26.75	28.88	31.12	33.25		
0.00	1.16	2.28	3.45	4.67	5.94	7.26	8.64	10.07	11.57	13.12	14.75	16.43	18.19	20.03	21.94	23.93	26.00	28.15	30.40	32.75	35.00		
	1.10	2.17	3.28	4.44	5.64	6.90	8.21	9.57	10.99	12.47	14.01	15.61	17.28	19.03	20.84	22.73	24.70	26.75	28.88	31.12			
		impermeable																					

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat $t = 20000 \text{ s}$

									impermeable														
	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55			
	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.72	36.70	36.68	36.65	36.63	36.61	36.58	36.56	36.54	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.50	
	37.00	36.99	36.97	36.95	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.69	36.67	36.65	36.63	36.60	36.58	36.56	36.50	
	37.00	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.88	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.73	36.70	36.68	36.66	36.64	36.61	36.59	36.58	36.50	
	37.00	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.62	36.60	36.59	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.63	36.61	36.60	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.62	36.61	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.63	36.62	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.64	36.64	36.50	
Freshwater	37.00	37.03	37.01	36.99	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.65	36.65	36.50	Saltwater
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.71	36.69	36.67	36.66	36.50	
	37.00	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.70	36.68	36.67	36.50	
	37.00	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.71	36.69	36.69	36.69	36.50	
	37.00	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.72	36.70	36.70	36.50	
	37.00	37.06	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.73	36.71	36.71	36.50	
	37.00	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.74	36.72	36.72	36.50	
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.76	36.75	36.73	36.73	36.50	
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.81	36.79	36.77	36.76	36.74	36.75	36.50	
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.77	36.75	36.76	36.50	
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.78	36.76	36.77	36.50	
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.77	36.75	36.76	36.50	
	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.89	36.87	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.77	36.75	36.76	36.76		
									impermeable														

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 20000 s

		impermeable																				
		0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.02	1.17	1.33	1.49	1.66	1.84	2.02	2.21	2.41	2.62	2.83	3.06	3.30	
Freshwater	0.00	0.07	0.12	0.18	0.24	0.31	0.37	0.44	0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	0.92	1.01	1.11	1.21	1.31	1.42	1.53	1.65	1.75
	0.00	0.13	0.24	0.36	0.48	0.61	0.74	0.88	1.02	1.17	1.33	1.49	1.66	1.84	2.02	2.21	2.41	2.62	2.83	3.06	3.30	3.50
	0.00	0.19	0.36	0.53	0.72	0.91	1.11	1.31	1.53	1.75	1.99	2.23	2.49	2.75	3.03	3.31	3.61	3.93	4.25	4.59	4.95	5.25
	0.00	0.25	0.48	0.71	0.95	1.21	1.47	1.75	2.04	2.34	2.65	2.98	3.31	3.67	4.04	4.42	4.82	5.23	5.67	6.12	6.59	7.00
	0.00	0.31	0.59	0.89	1.19	1.51	1.84	2.19	2.55	2.92	3.31	3.72	4.14	4.58	5.04	5.52	6.02	6.54	7.08	7.64	8.24	8.75
	0.00	0.37	0.71	1.06	1.43	1.81	2.21	2.62	3.06	3.51	3.97	4.46	4.97	5.50	6.05	6.63	7.22	7.85	8.50	9.17	9.89	10.50
	0.00	0.44	0.83	1.24	1.67	2.11	2.58	3.06	3.56	4.09	4.64	5.21	5.80	6.42	7.06	7.73	8.43	9.16	9.91	10.70	11.54	12.25
	0.00	0.50	0.95	1.42	1.91	2.42	2.95	3.50	4.07	4.67	5.30	5.95	6.63	7.33	8.07	8.83	9.63	10.46	11.33	12.23	13.18	14.00
	0.00	0.56	1.07	1.59	2.14	2.72	3.31	3.94	4.58	5.26	5.96	6.69	7.45	8.25	9.08	9.94	10.83	11.77	12.74	13.76	14.83	15.75
	0.00	0.62	1.18	1.77	2.38	3.02	3.68	4.37	5.09	5.84	6.62	7.43	8.28	9.16	10.08	11.04	12.04	13.08	14.16	15.29	16.48	17.50
	0.00	0.68	1.30	1.95	2.62	3.32	4.05	4.81	5.60	6.42	7.28	8.18	9.11	10.08	11.09	12.14	13.24	14.38	15.58	16.81	18.13	19.25
	0.00	0.75	1.42	2.12	2.86	3.62	4.42	5.25	6.11	7.01	7.95	8.92	9.94	11.00	12.10	13.25	14.45	15.69	16.99	18.34	19.78	21.00
	0.00	0.81	1.54	2.30	3.10	3.92	4.79	5.68	6.62	7.59	8.61	9.66	10.77	11.91	13.11	14.35	15.65	17.00	18.41	19.87	21.42	22.75
	0.00	0.87	1.66	2.48	3.33	4.22	5.15	6.12	7.13	8.18	9.27	10.41	11.59	12.83	14.12	15.46	16.85	18.31	19.82	21.40	23.07	24.50
	0.00	0.93	1.78	2.66	3.57	4.53	5.52	6.56	7.64	8.76	9.93	11.15	12.42	13.75	15.12	16.56	18.06	19.61	21.24	22.93	24.72	26.25
	0.00	0.99	1.89	2.83	3.81	4.83	5.89	6.99	8.15	9.34	10.59	11.89	13.25	14.66	16.13	17.66	19.26	20.92	22.65	24.45	26.37	28.00
	0.00	1.05	2.01	3.01	4.05	5.13	6.26	7.43	8.65	9.93	11.26	12.64	14.08	15.58	17.14	18.77	20.46	22.23	24.07	25.98	28.01	29.75
0.00	1.12	2.13	3.19	4.29	5.43	6.62	7.87	9.16	10.51	11.92	13.38	14.91	16.49	18.15	19.87	21.67	23.54	25.49	27.51	29.66	31.50	
0.00	1.18	2.25	3.36	4.52	5.73	6.99	8.31	9.67	11.10	12.58	14.12	15.73	17.41	19.16	20.98	22.87	24.84	26.90	29.04	31.31	33.25	
0.00	1.24	2.37	3.54	4.76	6.03	7.36	8.74	10.18	11.68	13.24	14.87	16.56	18.33	20.17	22.08	24.07	26.15	28.32	30.57	32.96	35.00	
		1.18	2.25	3.36	4.52	5.73	6.99	8.31	9.67	11.10	12.58	14.12	15.73	17.41	19.16	20.98	22.87	24.84	26.90	29.04	31.31	
		impermeable																				

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 30000 \text{ s}$

		impermeable																					
		36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.70	36.67	36.65	36.63	36.61	36.58	36.57		
Freshwater	37.00	36.99	36.96	36.94	36.92	36.89	36.87	36.85	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.68	36.66	36.64	36.61	36.59	36.57	36.55	36.50	Saltwater
	37.00	36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.72	36.70	36.67	36.65	36.63	36.61	36.58	36.57	36.50	
	37.00	37.00	36.98	36.96	36.93	36.91	36.89	36.87	36.84	36.82	36.80	36.78	36.75	36.73	36.71	36.69	36.66	36.64	36.62	36.60	36.59	36.50	
	37.00	37.01	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.88	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.64	36.61	36.60	36.50	
	37.00	37.02	37.00	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.73	36.71	36.69	36.67	36.65	36.63	36.62	36.50	
	37.00	37.03	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.90	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.67	36.64	36.64	36.50	
	37.00	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.74	36.72	36.70	36.68	36.66	36.66	36.50	
	37.00	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.74	36.72	36.70	36.67	36.68	36.50	
	37.00	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.94	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.77	36.75	36.73	36.71	36.69	36.70	36.50	
	37.00	37.06	37.04	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.91	36.89	36.88	36.86	36.84	36.82	36.80	36.78	36.76	36.75	36.73	36.71	36.72	36.50	
	37.00	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.94	36.92	36.91	36.89	36.87	36.85	36.83	36.81	36.79	36.78	36.76	36.74	36.72	36.74	36.50	
	37.00	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.95	36.93	36.92	36.90	36.88	36.86	36.84	36.83	36.81	36.79	36.77	36.76	36.74	36.76	36.50	
	37.00	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.96	36.95	36.93	36.91	36.89	36.87	36.86	36.84	36.82	36.81	36.79	36.77	36.75	36.78	36.50	
	37.00	37.09	37.07	37.05	37.03	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.92	36.90	36.89	36.87	36.85	36.84	36.82	36.80	36.79	36.77	36.80	36.50	
	37.00	37.09	37.08	37.06	37.04	37.02	37.00	36.98	36.97	36.95	36.93	36.91	36.90	36.88	36.86	36.85	36.83	36.82	36.80	36.78	36.82	36.50	
	37.00	37.10	37.08	37.06	37.05	37.03	37.01	36.99	36.98	36.96	36.94	36.93	36.91	36.89	36.88	36.86	36.85	36.83	36.82	36.80	36.84	36.50	
	37.00	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.02	37.00	36.99	36.97	36.95	36.94	36.92	36.91	36.89	36.88	36.86	36.85	36.84	36.81	36.86	36.50	
	37.00	37.12	37.10	37.08	37.06	37.05	37.03	37.01	37.00	36.98	36.96	36.95	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.86	36.85	36.83	36.87	36.50	
37.00	37.13	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.87	36.84	36.89	36.50		
37.00	37.13	37.12	37.10	37.08	37.06	37.05	37.03	37.02	37.00	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.86	36.91	36.50		
	37.13	37.11	37.09	37.07	37.06	37.04	37.02	37.01	36.99	36.97	36.96	36.94	36.93	36.92	36.90	36.89	36.88	36.87	36.84	36.89			
		impermeable																					

Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$\partial\rho/\partial C = 0.319$

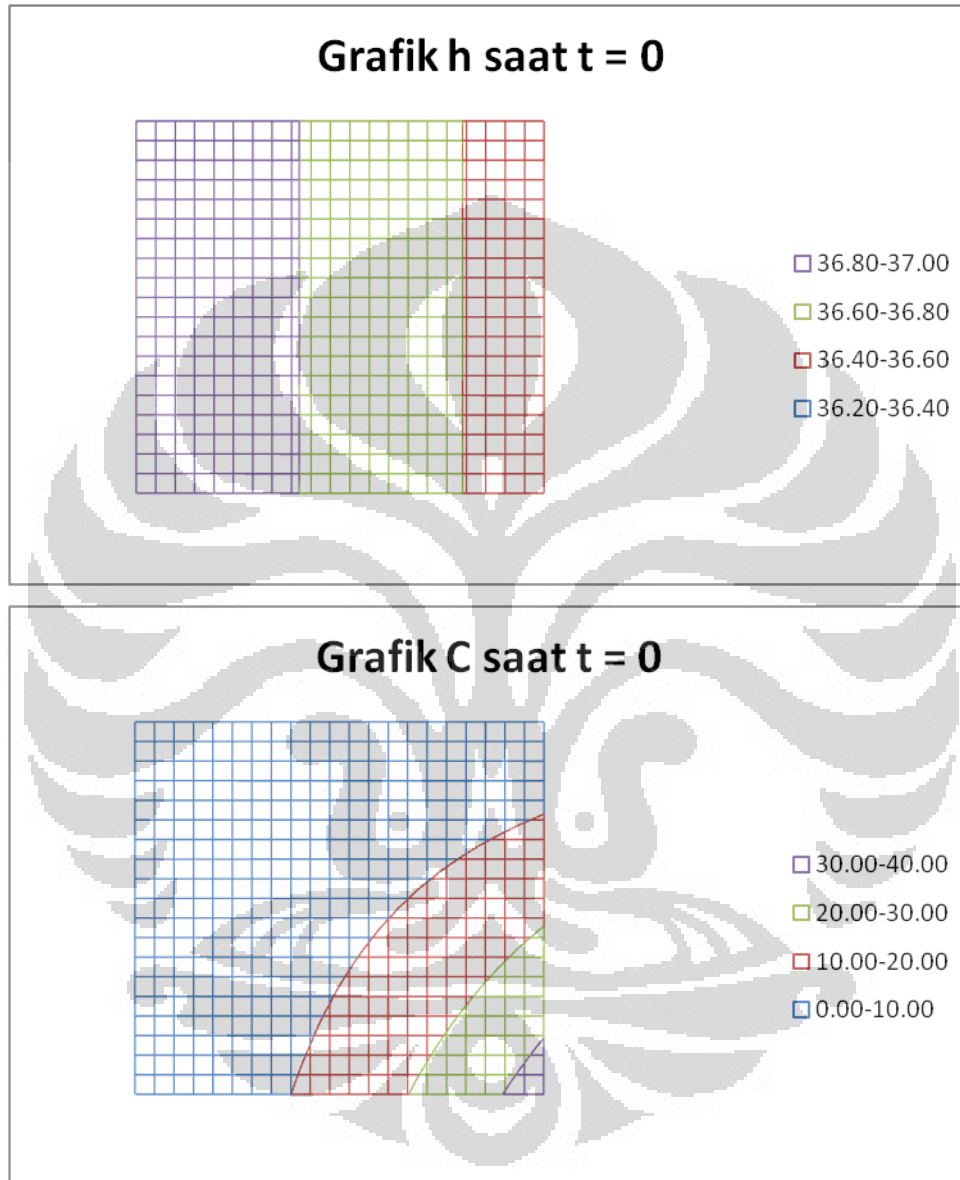
Konsentrasi (Concentration) saat t = 30000 s

		impermeable																					
		0.14	0.25	0.37	0.49	0.62	0.75	0.89	1.03	1.18	1.34	1.50	1.67	1.85	2.03	2.23	2.43	2.64	2.85	3.08	3.32		
Freshwater	0.00	0.07	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.45	0.52	0.60	0.67	0.76	0.84	0.93	1.02	1.12	1.22	1.32	1.43	1.54	1.67	1.75	Saltwater
	0.00	0.14	0.25	0.37	0.49	0.62	0.75	0.89	1.03	1.18	1.34	1.50	1.67	1.85	2.03	2.23	2.43	2.64	2.85	3.08	3.32	3.50	
	0.00	0.20	0.37	0.55	0.73	0.92	1.12	1.33	1.55	1.77	2.01	2.25	2.51	2.77	3.05	3.34	3.64	3.95	4.28	4.61	4.98	5.25	
	0.00	0.27	0.49	0.73	0.97	1.23	1.50	1.77	2.06	2.36	2.68	3.00	3.34	3.70	4.06	4.45	4.85	5.27	5.70	6.15	6.64	7.00	
	0.00	0.33	0.62	0.91	1.22	1.54	1.87	2.21	2.58	2.95	3.34	3.75	4.18	4.62	5.08	5.56	6.06	6.58	7.12	7.69	8.30	8.75	
	0.00	0.40	0.74	1.09	1.46	1.84	2.24	2.66	3.09	3.54	4.01	4.50	5.01	5.54	6.09	6.67	7.27	7.90	8.55	9.22	9.96	10.50	
	0.00	0.47	0.86	1.27	1.70	2.15	2.61	3.10	3.60	4.13	4.68	5.25	5.84	6.46	7.11	7.78	8.48	9.21	9.97	10.76	11.62	12.25	
	0.00	0.53	0.98	1.45	1.94	2.45	2.99	3.54	4.12	4.72	5.35	6.00	6.68	7.39	8.12	8.89	9.69	10.53	11.40	12.29	13.28	14.00	
	0.00	0.60	1.11	1.64	2.19	2.76	3.36	3.98	4.63	5.31	6.01	6.75	7.51	8.31	9.14	10.00	10.90	11.84	12.82	13.83	14.94	15.75	
	0.00	0.66	1.23	1.82	2.43	3.07	3.73	4.43	5.15	5.90	6.68	7.50	8.35	9.23	10.15	11.11	12.11	13.16	14.24	15.37	16.59	17.50	
	0.00	0.73	1.35	2.00	2.67	3.37	4.11	4.87	5.66	6.49	7.35	8.25	9.18	10.15	11.17	12.22	13.32	14.47	15.67	16.90	18.25	19.25	
	0.00	0.79	1.47	2.18	2.91	3.68	4.48	5.31	6.18	7.08	8.02	9.00	10.01	11.08	12.18	13.34	14.54	15.79	17.09	18.44	19.91	21.00	
	0.00	0.86	1.60	2.36	3.16	3.99	4.85	5.75	6.69	7.67	8.68	9.74	10.85	12.00	13.20	14.45	15.75	17.10	18.51	19.97	21.57	22.75	
	0.00	0.93	1.72	2.54	3.40	4.29	5.22	6.19	7.20	8.26	9.35	10.49	11.68	12.92	14.21	15.56	16.96	18.42	19.94	21.51	23.23	24.50	
	0.00	0.99	1.84	2.72	3.64	4.60	5.60	6.64	7.72	8.85	10.02	11.24	12.52	13.84	15.23	16.67	18.17	19.73	21.36	23.05	24.89	26.25	
	0.00	1.06	1.96	2.90	3.88	4.91	5.97	7.08	8.23	9.43	10.69	11.99	13.35	14.77	16.24	17.78	19.38	21.05	22.79	24.58	26.55	28.00	
0.00	1.12	2.08	3.08	4.13	5.21	6.34	7.52	8.75	10.02	11.36	12.74	14.19	15.69	17.26	18.89	20.59	22.36	24.21	26.12	28.20	29.75		
0.00	1.19	2.21	3.27	4.37	5.52	6.72	7.96	9.26	10.61	12.02	13.49	15.02	16.61	18.27	20.00	21.80	23.68	25.63	27.65	29.86	31.50		
0.00	1.26	2.33	3.45	4.61	5.82	7.09	8.40	9.78	11.20	12.69	14.24	15.85	17.54	19.29	21.11	23.01	24.99	27.06	29.19	31.52	33.25		
0.00	1.32	2.45	3.63	4.85	6.13	7.46	8.85	10.29	11.79	13.36	14.99	16.69	18.46	20.30	22.22	24.22	26.31	28.48	30.73	33.18	35.00		
		1.26	2.33	3.45	4.61	5.82	7.09	8.40	9.78	11.20	12.69	14.24	15.85	17.54	19.29	21.11	23.01	24.99	27.06	29.19	31.52		
		impermeable																					

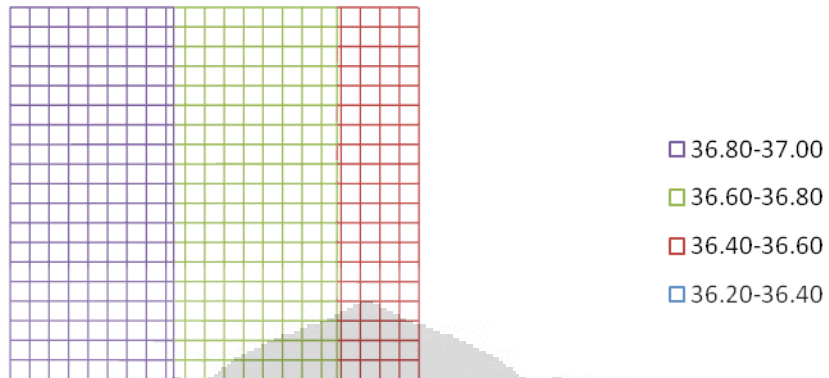
Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

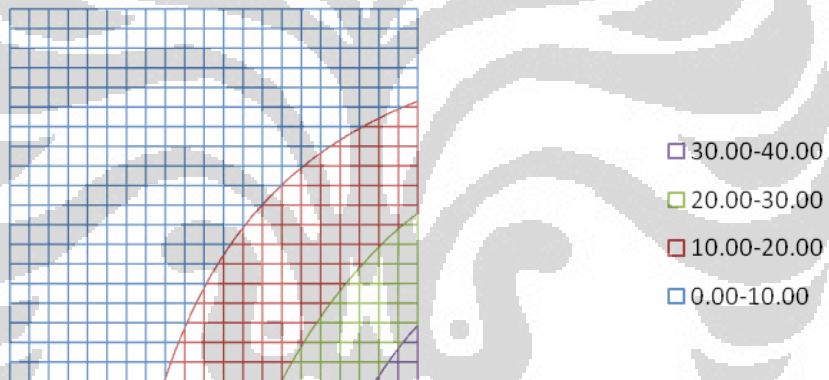
$$\partial p / \partial C = 0$$



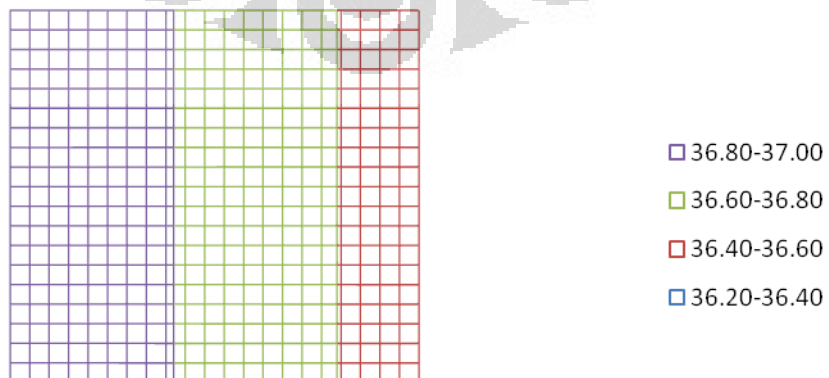
Grafik h saat t = 10000 s



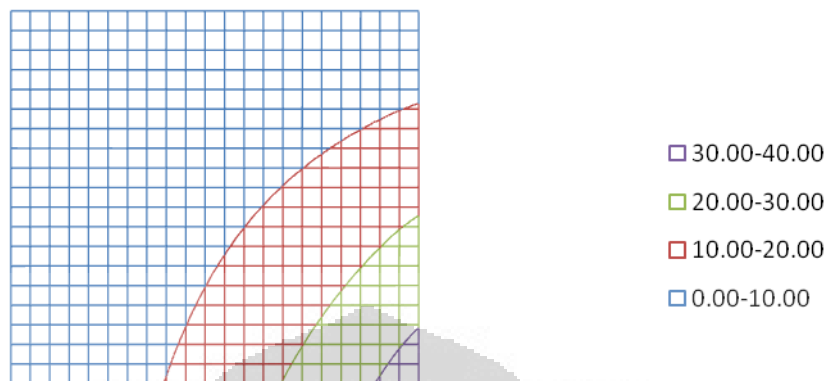
Grafik C saat t = 10000 s



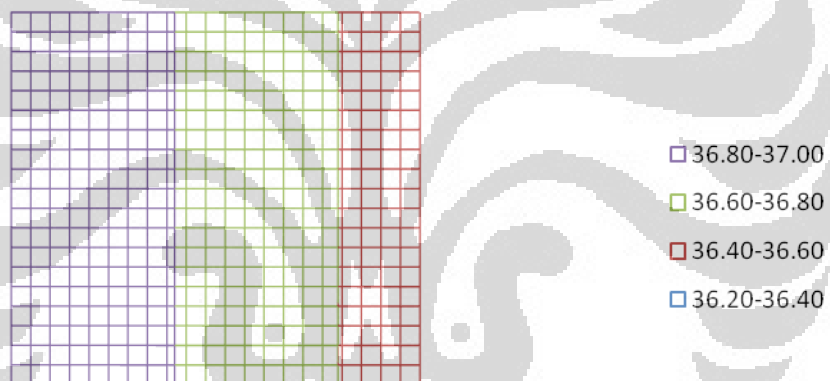
Grafik h saat t = 20000 s



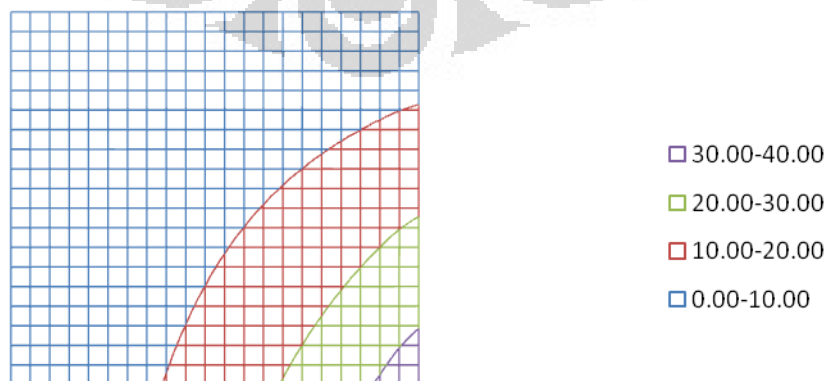
Grafik C saat t = 20000 s



Grafik h saat t = 30000 s



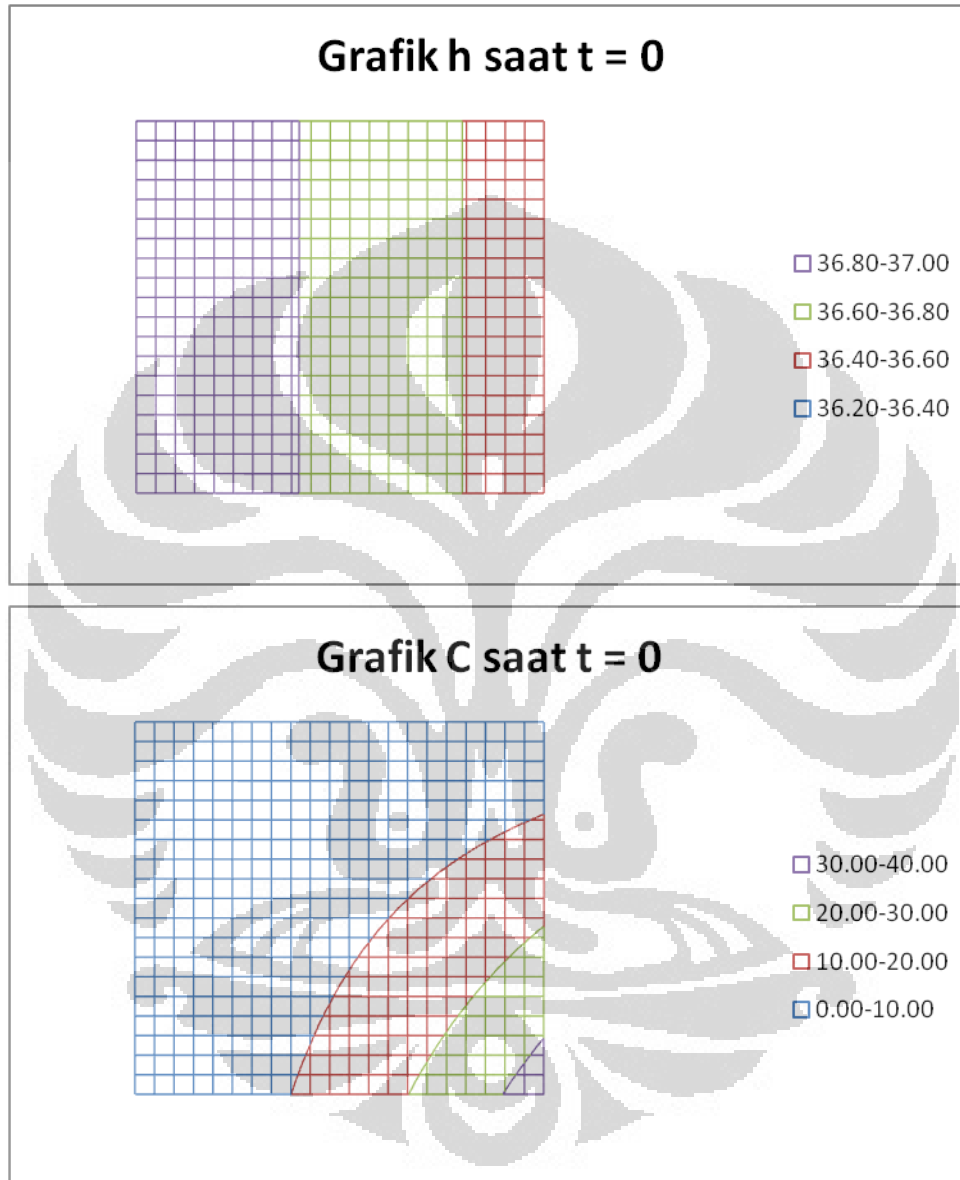
Grafik C saat t = 30000 s



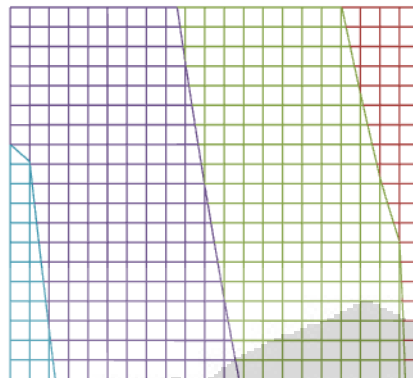
Pengaruh Perubahan Gradien Fungsi Massa Jenis

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\partial\rho/\partial C = 0.319$$

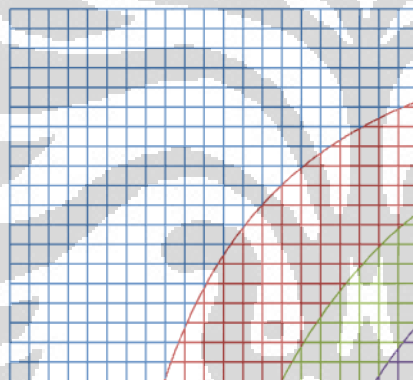


Grafik h saat t = 10000 s



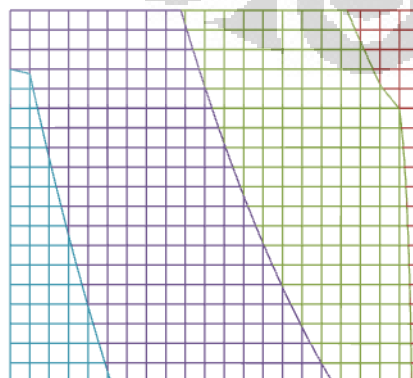
- 37.00-37.20
- 36.80-37.00
- 36.60-36.80
- 36.40-36.60
- 36.20-36.40

Grafik C saat t = 10000 s



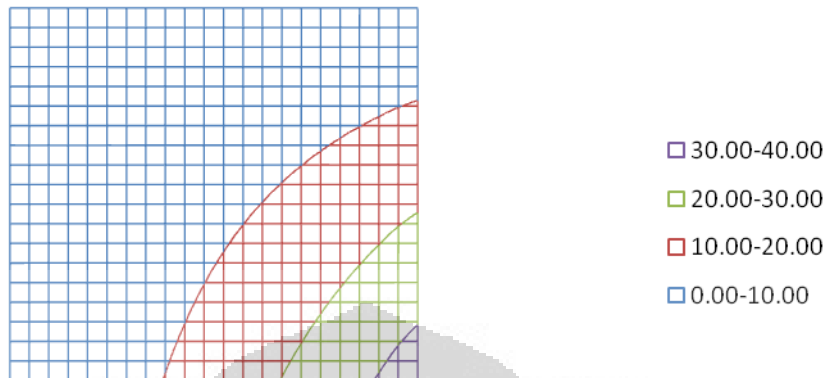
- 30.00-40.00
- 20.00-30.00
- 10.00-20.00
- 0.00-10.00

Grafik h saat t = 20000 s

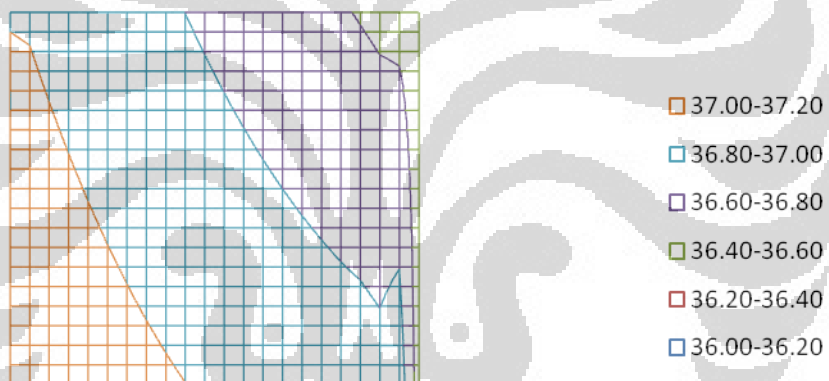


- 37.00-37.20
- 36.80-37.00
- 36.60-36.80
- 36.40-36.60
- 36.20-36.40

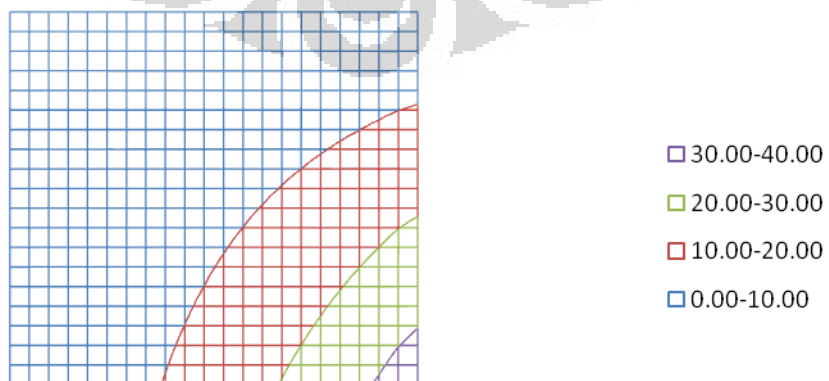
Grafik C saat t = 20000 s



Grafik h saat t = 30000 s



Grafik C saat t = 30000 s



Pengaruh Koefisien Dispersi

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_x = 1,81 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_z = 1,81 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Tinggi Hidraulik (Hydraulic Head) saat $t = 0$

impermeable

	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52			
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	Saltwater
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50		
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52			

impermeable

Pengaruh Koefisien Dispersi

$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_x = 1,81 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_z = 1,81 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 0

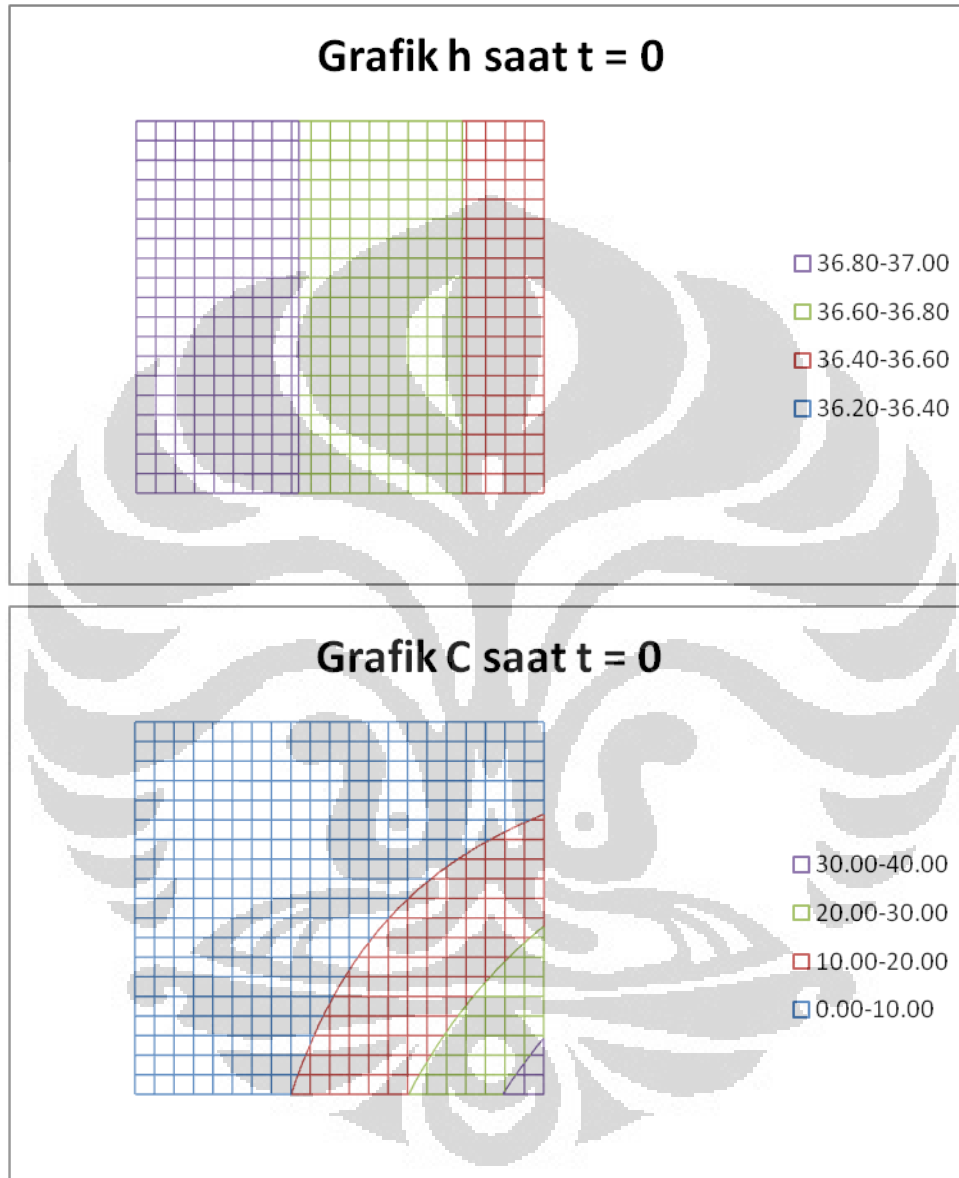
	0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26		
	0.00	0.05	0.11	0.17	0.23	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.65	0.73	0.82	0.90	1.00	1.09	1.19	1.29	1.40	1.51	1.63	1.75
	0.00	0.11	0.22	0.34	0.46	0.58	0.72	0.85	1.00	1.15	1.30	1.46	1.63	1.81	1.99	2.18	2.38	2.58	2.80	3.02	3.26	3.50
	0.00	0.16	0.33	0.50	0.69	0.88	1.07	1.28	1.49	1.72	1.95	2.19	2.45	2.71	2.98	3.27	3.57	3.88	4.20	4.53	4.89	5.25
	0.00	0.21	0.44	0.67	0.91	1.17	1.43	1.71	1.99	2.29	2.60	2.92	3.26	3.61	3.98	4.36	4.75	5.17	5.60	6.05	6.51	7.00
	0.00	0.27	0.55	0.84	1.14	1.46	1.79	2.13	2.49	2.86	3.25	3.65	4.08	4.51	4.97	5.45	5.94	6.46	7.00	7.56	8.14	8.75
	0.00	0.32	0.66	1.01	1.37	1.75	2.15	2.56	2.99	3.43	3.90	4.39	4.89	5.42	5.96	6.54	7.13	7.75	8.40	9.07	9.77	10.50
	0.00	0.38	0.77	1.18	1.60	2.04	2.50	2.99	3.49	4.01	4.55	5.12	5.71	6.32	6.96	7.63	8.32	9.04	9.80	10.58	11.40	12.25
	0.00	0.43	0.88	1.34	1.83	2.34	2.86	3.41	3.98	4.58	5.20	5.85	6.52	7.22	7.95	8.71	9.51	10.33	11.20	12.09	13.03	14.00
Freshwater	0.00	0.48	0.99	1.51	2.06	2.63	3.22	3.84	4.48	5.15	5.85	6.58	7.34	8.13	8.95	9.80	10.70	11.63	12.60	13.60	14.66	15.75
	0.00	0.54	1.10	1.68	2.29	2.92	3.58	4.27	4.98	5.72	6.50	7.31	8.15	9.03	9.94	10.89	11.89	12.92	13.99	15.12	16.28	17.50
	0.00	0.59	1.21	1.85	2.52	3.21	3.94	4.69	5.48	6.30	7.15	8.04	8.97	9.93	10.94	11.98	13.07	14.21	15.39	16.63	17.91	19.25
	0.00	0.64	1.32	2.02	2.74	3.50	4.29	5.12	5.98	6.87	7.80	8.77	9.78	10.83	11.93	13.07	14.26	15.50	16.79	18.14	19.54	21.00
	0.00	0.70	1.43	2.18	2.97	3.80	4.65	5.55	6.47	7.44	8.45	9.50	10.60	11.74	12.93	14.16	15.45	16.79	18.19	19.65	21.17	22.75
	0.00	0.75	1.54	2.35	3.20	4.09	5.01	5.97	6.97	8.02	9.10	10.23	11.41	12.64	13.92	15.25	16.64	18.09	19.59	21.16	22.80	24.50
	0.00	0.81	1.65	2.52	3.43	4.38	5.37	6.40	7.47	8.59	9.75	10.97	12.23	13.54	14.91	16.34	17.83	19.38	20.99	22.67	24.43	26.25
	0.00	0.86	1.76	2.69	3.66	4.67	5.73	6.83	7.97	9.16	10.40	11.70	13.04	14.45	15.91	17.43	19.02	20.67	22.39	24.19	26.05	28.00
	0.00	0.91	1.87	2.86	3.89	4.96	6.09	7.25	8.47	9.73	11.05	12.43	13.86	15.35	16.90	18.52	20.21	21.96	23.79	25.70	27.68	29.75
	0.00	0.97	1.97	3.02	4.12	5.26	6.44	7.68	8.97	10.31	11.70	13.16	14.67	16.25	17.90	19.61	21.40	23.26	25.19	27.21	29.31	31.50
	0.00	1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.46	10.88	12.35	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94	33.25
	0.00	1.07	2.19	3.36	4.58	5.84	7.16	8.53	9.96	11.45	13.01	14.62	16.31	18.06	19.89	21.79	23.78	25.84	27.99	30.23	32.57	35.00
	0.00	1.02	2.08	3.19	4.35	5.55	6.80	8.11	9.46	10.88	12.35	13.89	15.49	17.16	18.89	20.70	22.59	24.55	26.59	28.72	30.94	

Pengaruh Koefisien Dispersi

$$\alpha_x = 25 \text{ m} ; \alpha_z = 2.5 \text{ m} ; D^* = 1,68 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_x = 1,81 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_z = 1,81 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$



Pengaruh Koefisien Dispersi

$\alpha_x = 250 \text{ m} ; \alpha_z = 25 \text{ m} ; D^* = 7,64 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_x = 1,801 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_z = 1,801 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat $t = 0$

impermeable

	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52		

impermeable

Saltwater

Pengaruh Koefisien Dispersi

$\alpha_x = 250 \text{ m} ; \alpha_z = 25 \text{ m} ; D^* = 7,64 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_x = 1,801 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_z = 1,801 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 0

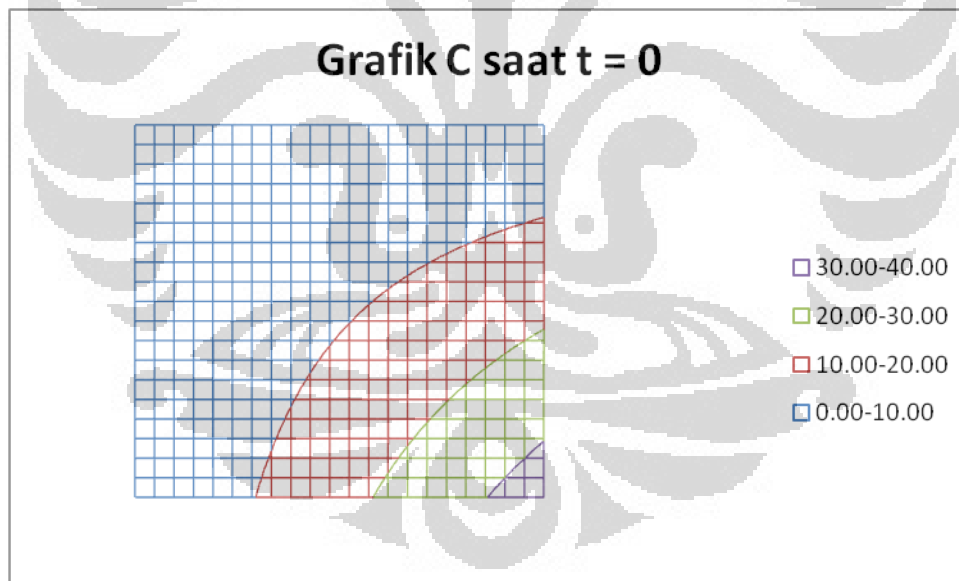
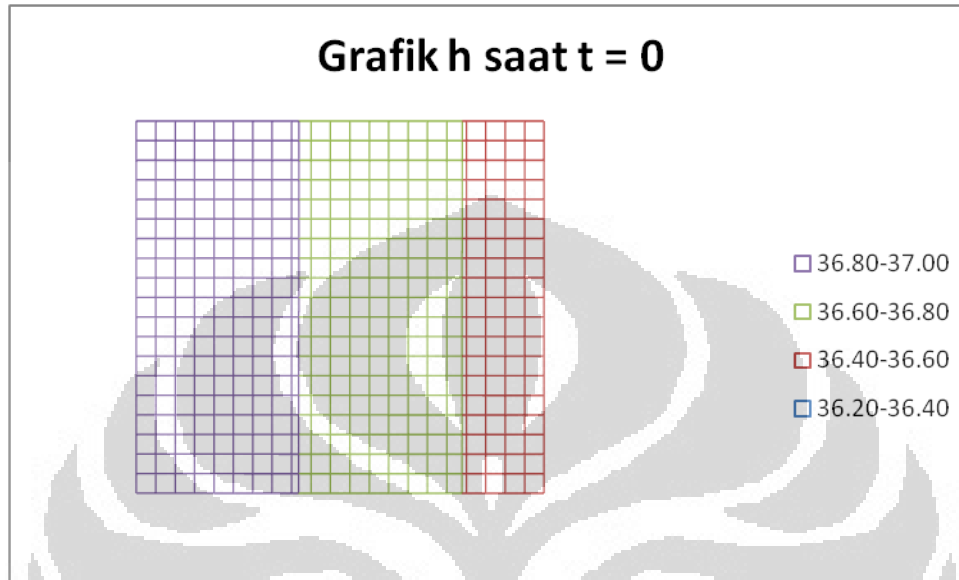
		impermeable																					
		0.16	0.32	0.48	0.64	0.81	0.97	1.13	1.30	1.46	1.63	1.80	1.96	2.13	2.30	2.47	2.64	2.81	2.98	3.15	3.33		
	0.00	0.08	0.17	0.26	0.34	0.43	0.51	0.60	0.68	0.77	0.85	0.94	1.02	1.11	1.19	1.27	1.35	1.43	1.52	1.59	1.67	1.75	
	0.00	0.16	0.32	0.48	0.64	0.81	0.97	1.13	1.30	1.46	1.63	1.80	1.96	2.13	2.30	2.47	2.64	2.81	2.98	3.15	3.33	3.50	
	0.00	0.24	0.48	0.72	0.97	1.21	1.46	1.70	1.95	2.20	2.44	2.69	2.95	3.20	3.45	3.70	3.96	4.22	4.47	4.73	4.99	5.25	
	0.00	0.32	0.64	0.96	1.29	1.61	1.94	2.27	2.60	2.93	3.26	3.59	3.93	4.26	4.60	4.94	5.28	5.62	5.96	6.31	6.65	7.00	
	0.00	0.40	0.80	1.21	1.61	2.02	2.43	2.84	3.25	3.66	4.07	4.49	4.91	5.33	5.75	6.17	6.60	7.03	7.45	7.88	8.32	8.75	
	0.00	0.48	0.96	1.45	1.93	2.42	2.91	3.40	3.90	4.39	4.89	5.39	5.89	6.40	6.90	7.41	7.92	8.43	8.95	9.46	9.98	10.50	
	0.00	0.56	1.12	1.69	2.25	2.82	3.40	3.97	4.55	5.12	5.70	6.29	6.87	7.46	8.05	8.64	9.24	9.84	10.44	11.04	11.64	12.25	
	0.00	0.64	1.28	1.93	2.58	3.23	3.88	4.54	5.19	5.86	6.52	7.19	7.86	8.53	9.20	9.88	10.56	11.24	11.93	12.62	13.31	14.00	
Freshwater	0.00	0.72	1.44	2.17	2.90	3.63	4.37	5.10	5.84	6.59	7.33	8.08	8.84	9.59	10.35	11.11	11.88	12.65	13.42	14.19	14.97	15.75	Saltwater
	0.00	0.80	1.60	2.41	3.22	4.03	4.85	5.67	6.49	7.32	8.15	8.98	9.82	10.66	11.50	12.35	13.20	14.05	14.91	15.77	16.63	17.50	
	0.00	0.88	1.76	2.65	3.54	4.44	5.34	6.24	7.14	8.05	8.96	9.88	10.80	11.72	12.65	13.58	14.52	15.46	16.40	17.35	18.30	19.25	
	0.00	0.96	1.92	2.89	3.86	4.84	5.82	6.80	7.79	8.78	9.78	10.78	11.78	12.79	13.80	14.82	15.84	16.86	17.89	18.92	19.96	21.00	
	0.00	1.04	2.09	3.13	4.19	5.24	6.31	7.37	8.44	9.52	10.59	11.68	12.76	13.86	14.95	16.05	17.16	18.27	19.38	20.50	21.62	22.75	
	0.00	1.12	2.25	3.37	4.51	5.65	6.79	7.94	9.09	10.25	11.41	12.58	13.75	14.92	16.10	17.29	18.48	19.67	20.87	22.08	23.29	24.50	
	0.00	1.20	2.41	3.62	4.83	6.05	7.28	8.51	9.74	10.98	12.22	13.47	14.73	15.99	17.25	18.52	19.80	21.08	22.36	23.65	24.95	26.25	
	0.00	1.28	2.57	3.86	5.15	6.45	7.76	9.07	10.39	11.71	13.04	14.37	15.71	17.05	18.40	19.76	21.12	22.48	23.85	25.23	26.61	28.00	
	0.00	1.36	2.73	4.10	5.48	6.86	8.25	9.64	11.04	12.44	13.85	15.27	16.69	18.12	19.55	20.99	22.44	23.89	25.35	26.81	28.28	29.75	
	0.00	1.44	2.89	4.34	5.80	7.26	8.73	10.21	11.69	13.18	14.67	16.17	17.67	19.19	20.70	22.23	23.76	25.29	26.84	28.38	29.94	31.50	
	0.00	1.52	3.05	4.58	6.12	7.66	9.22	10.77	12.34	13.91	15.48	17.07	18.66	20.25	21.85	23.46	25.08	26.70	28.33	29.96	31.60	33.25	
	0.00	1.60	3.20	4.81	6.42	8.05	9.68	11.31	12.96	14.61	16.26	17.93	19.60	21.28	22.97	24.66	26.37	28.08	29.80	31.52	33.26	35.00	
	0.00	1.52	3.05	4.58	6.12	7.66	9.22	10.77	12.34	13.91	15.48	17.07	18.66	20.25	21.85	23.46	25.08	26.70	28.33	29.96	31.60	33.25	
		impermeable																					

Pengaruh Koefisien Dispersi

$$\alpha_x = 250 \text{ m} ; \alpha_z = 25 \text{ m} ; D^* = 7,64 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_x = 1,801 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_z = 1,801 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$



Pengaruh Koefisien Dispersi

$\alpha_x = 2500 \text{ m} ; \alpha_z = 250 \text{ m} ; D^* = 5,43 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_x = 1,81 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_z = 1,81 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Tinggi Hidraulik (*Hydraulic Head*) saat $t = 0$

impermeable

	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52		
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
Freshwater	37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.79	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
37.00	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52	36.50	
	36.98	36.95	36.93	36.90	36.88	36.86	36.83	36.81	36.78	36.76	36.74	36.71	36.69	36.67	36.64	36.62	36.59	36.57	36.55	36.52		

impermeable

Pengaruh Koefisien Dispersi

$\alpha_x = 2500 \text{ m} ; \alpha_z = 250 \text{ m} ; D^* = 5,43 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_x = 1,81 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

$D_z = 1,81 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Konsentrasi (Concentration) saat t = 0

	0.17	0.34	0.51	0.68	0.85	1.02	1.18	1.35	1.52	1.69	1.85	2.02	2.19	2.35	2.52	2.68	2.85	3.01	3.17	3.34		
	0.00	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.76	0.86	0.96	1.06	1.15	1.24	1.32	1.40	1.47	1.54	1.60	1.65	1.69	1.73	1.75
	0.00	0.17	0.34	0.51	0.68	0.85	1.02	1.18	1.35	1.52	1.69	1.85	2.02	2.19	2.35	2.52	2.68	2.85	3.01	3.17	3.34	3.50
	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25
	0.00	0.33	0.66	1.00	1.33	1.66	1.99	2.33	2.66	2.99	3.33	3.66	3.99	4.33	4.66	4.99	5.33	5.66	6.00	6.33	6.67	7.00
	0.00	0.42	0.83	1.25	1.66	2.08	2.49	2.91	3.32	3.74	4.16	4.57	4.99	5.41	5.83	6.24	6.66	7.08	7.50	7.91	8.33	8.75
	0.00	0.50	1.00	1.49	1.99	2.49	2.99	3.49	3.99	4.49	4.99	5.49	5.99	6.49	6.99	7.49	7.99	8.49	8.99	9.50	10.00	10.50
	0.00	0.58	1.16	1.74	2.33	2.91	3.49	4.07	4.65	5.24	5.82	6.40	6.99	7.57	8.16	8.74	9.32	9.91	10.49	11.08	11.66	12.25
	0.00	0.66	1.33	1.99	2.66	3.32	3.99	4.65	5.32	5.99	6.65	7.32	7.99	8.65	9.32	9.99	10.66	11.32	11.99	12.66	13.33	14.00
Freshwater	0.00	0.75	1.49	2.24	2.99	3.74	4.49	5.24	5.98	6.73	7.48	8.23	8.98	9.73	10.49	11.24	11.99	12.74	13.49	14.24	15.00	15.75
	0.00	0.83	1.66	2.49	3.32	4.15	4.99	5.82	6.65	7.48	8.32	9.15	9.98	10.82	11.65	12.49	13.32	14.16	14.99	15.83	16.66	17.50
	0.00	0.91	1.83	2.74	3.65	4.57	5.48	6.40	7.31	8.23	9.15	10.06	10.98	11.90	12.82	13.73	14.65	15.57	16.49	17.41	18.33	19.25
	0.00	1.00	1.99	2.99	3.99	4.98	5.98	6.98	7.98	8.98	9.98	10.98	11.98	12.98	13.98	14.98	15.98	16.99	17.99	18.99	20.00	21.00
	0.00	1.08	2.16	3.24	4.32	5.40	6.48	7.56	8.64	9.73	10.81	11.89	12.98	14.06	15.15	16.23	17.32	18.40	19.49	20.58	21.66	22.75
	0.00	1.16	2.32	3.49	4.65	5.81	6.98	8.14	9.31	10.47	11.64	12.81	13.97	15.14	16.31	17.48	18.65	19.82	20.99	22.16	23.33	24.50
	0.00	1.25	2.49	3.74	4.98	6.23	7.48	8.73	9.97	11.22	12.47	13.72	14.97	16.22	17.48	18.73	19.98	21.23	22.49	23.74	25.00	26.25
	0.00	1.33	2.66	3.99	5.32	6.65	7.98	9.31	10.64	11.97	13.30	14.64	15.97	17.31	18.64	19.98	21.31	22.65	23.99	25.32	26.66	28.00
	0.00	1.41	2.82	4.23	5.65	7.06	8.47	9.89	11.30	12.72	14.14	15.55	16.97	18.39	19.81	21.22	22.64	24.06	25.48	26.91	28.33	29.75
	0.00	1.49	2.99	4.48	5.98	7.47	8.97	10.47	11.97	13.47	14.96	16.46	17.97	19.47	20.97	22.47	23.97	25.48	26.98	28.49	29.99	31.50
	0.00	1.57	3.15	4.72	6.30	7.88	9.45	11.03	12.61	14.19	15.77	17.36	18.94	20.53	22.11	23.70	25.29	26.88	28.47	30.06	31.66	33.25
	0.00	1.63	3.26	4.90	6.53	8.17	9.81	11.46	13.10	14.75	16.41	18.06	19.73	21.39	23.07	24.75	26.44	28.13	29.83	31.55	33.27	35.00
	0.00	1.57	3.15	4.72	6.30	7.88	9.45	11.03	12.61	14.19	15.77	17.36	18.94	20.53	22.11	23.70	25.29	26.88	28.47	30.06	31.66	

Pengaruh Koefisien Dispersi

$$\alpha_x = 2500 \text{ m} ; \alpha_z = 250 \text{ m} ; D^* = 5,43 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_x = 1,81 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_z = 1,81 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

