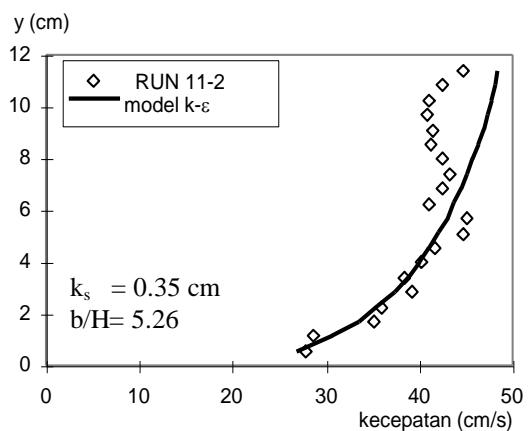
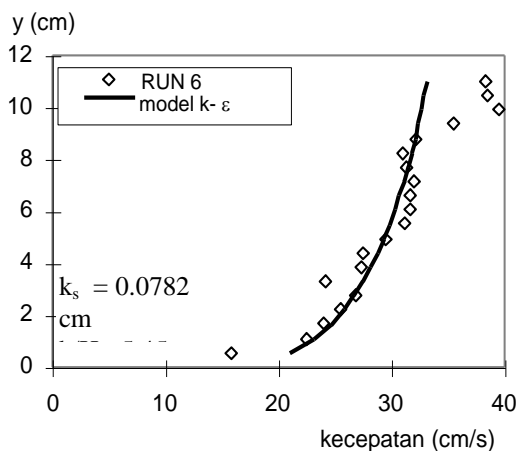
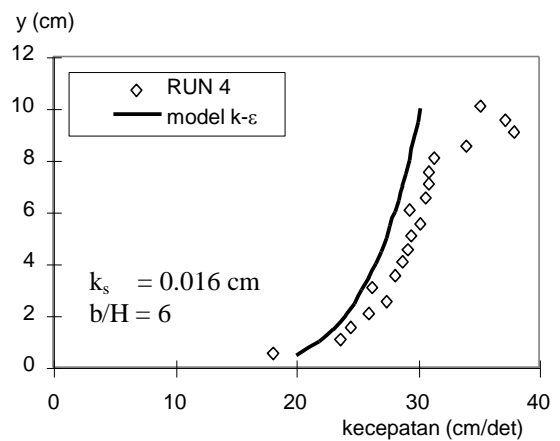
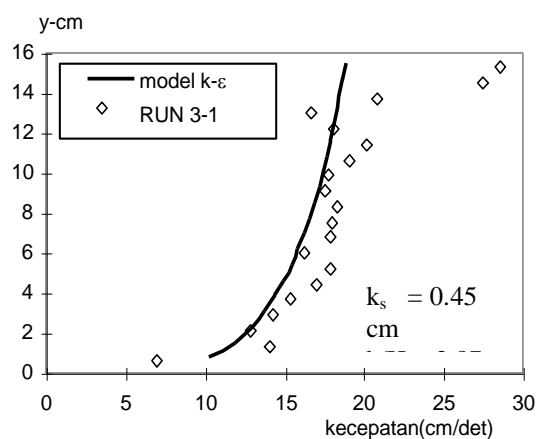


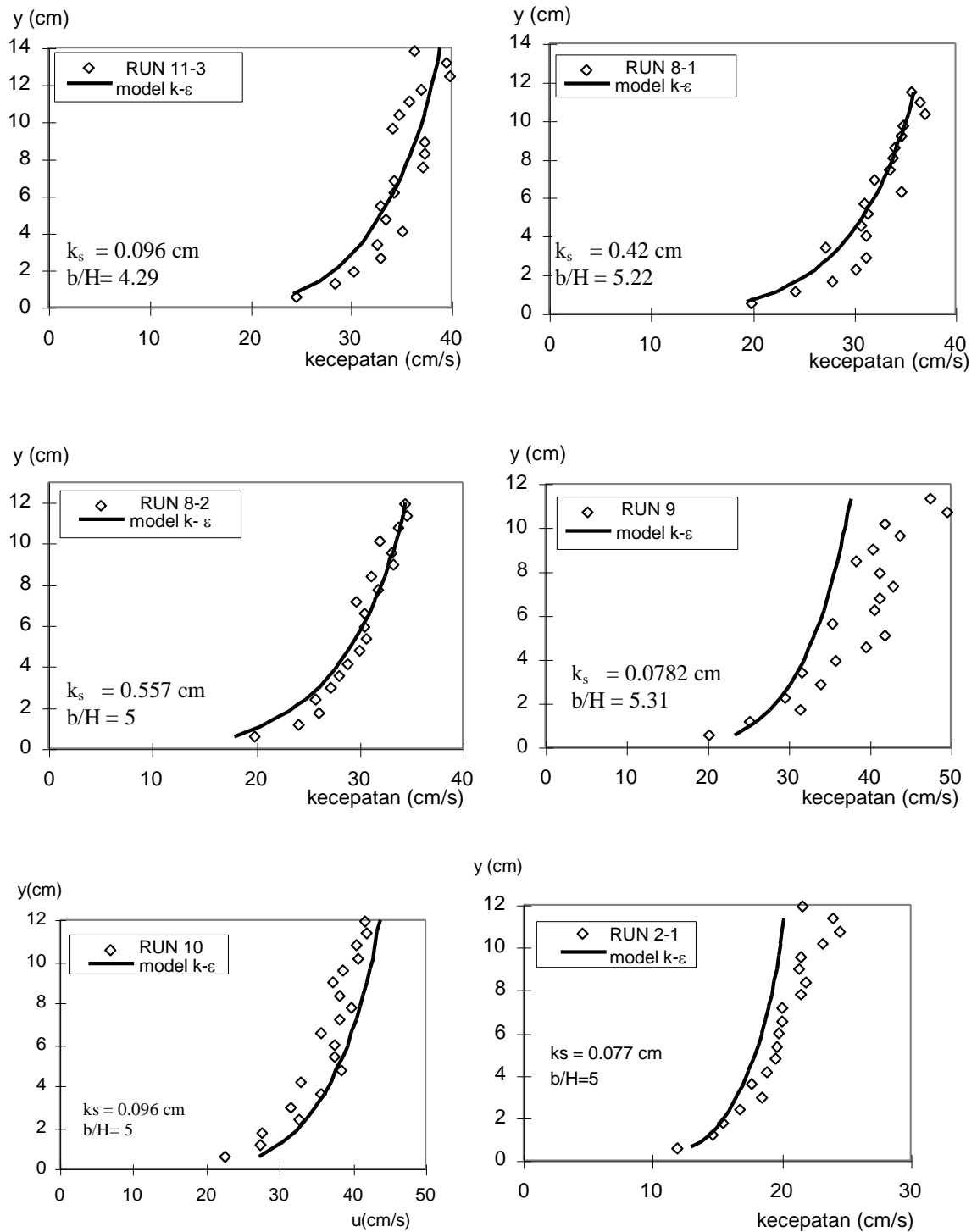
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Hasil Pengukuran Dengan Model Turbulen k- ϵ

Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut disajikan perbandingan hasil pengukuran profil distribusi kecepatan dan profil distribusi konsentrasi sedimen suspensi dengan hasil perhitungan model matematika aliran turbulen k- ϵ . Perhitungan profil distribusi kecepatan pada model matematika aliran turbulen k- ϵ terdapat parameter yang disesuaikan dengan cara coba-coba, yaitu parameter kekasaran dasar k_s , mengingat material dasar adalah pasir yang dapat berubah pada saat melakukan running, sehingga penentuan k_s secara pasti sulit ditentukan.

1. Distribusi Kecepatan





Gambar 4.1 Perbandingan profil distribusi kecepatan hasil pengukuran dengan model aliran turbulen $k-\epsilon$.

Hasil pengukuran menunjukkan adanya penyimpangan yang cukup menyolok dari hasil simulasi model $k-\epsilon$ terutama pada bagian permukaan air, pada permukaan

kecepatan aliran umumnya mencapai nilai maksimum, sehingga pulsa aliran yang diterima sensor probe akan besar, semakin besar pulsa yang tertangkap akan semakin besar fluktuasi pembacaan datanya. Kemungkinan terjadinya penyimpangan ini karena vektor kecepatan pada satu titik tidak tetap akibat turbulensi aliran yang berubah terhadap ruang dan waktu, serta waktu pengambilan data yang tidak tepat akibat fluktuasi turbulen, pada penelitian ini data diambil 200 data dalam satu detik.

Penentuan parameter nilai kekasaran dasar k_s dan level acuan a pada model aliran turbulen $k-\varepsilon$ adalah dengan cara coba-coba sampai diperoleh hasil yang sama dengan hasil pengukuran, cara ini merupakan langkah untuk memperoleh hasil hitungan model $k-\varepsilon$ mendekati hasil pengukuran (profil distribusi kecepatan dan konsentrasi). Untuk 10 seri aliran nilai k_s hasil coba-coba tersebut dievaluasi terhadap material dasar yang digunakan pada saat melakukan pengukuran di flume, perhitungan disajikan pada tabel berikut.

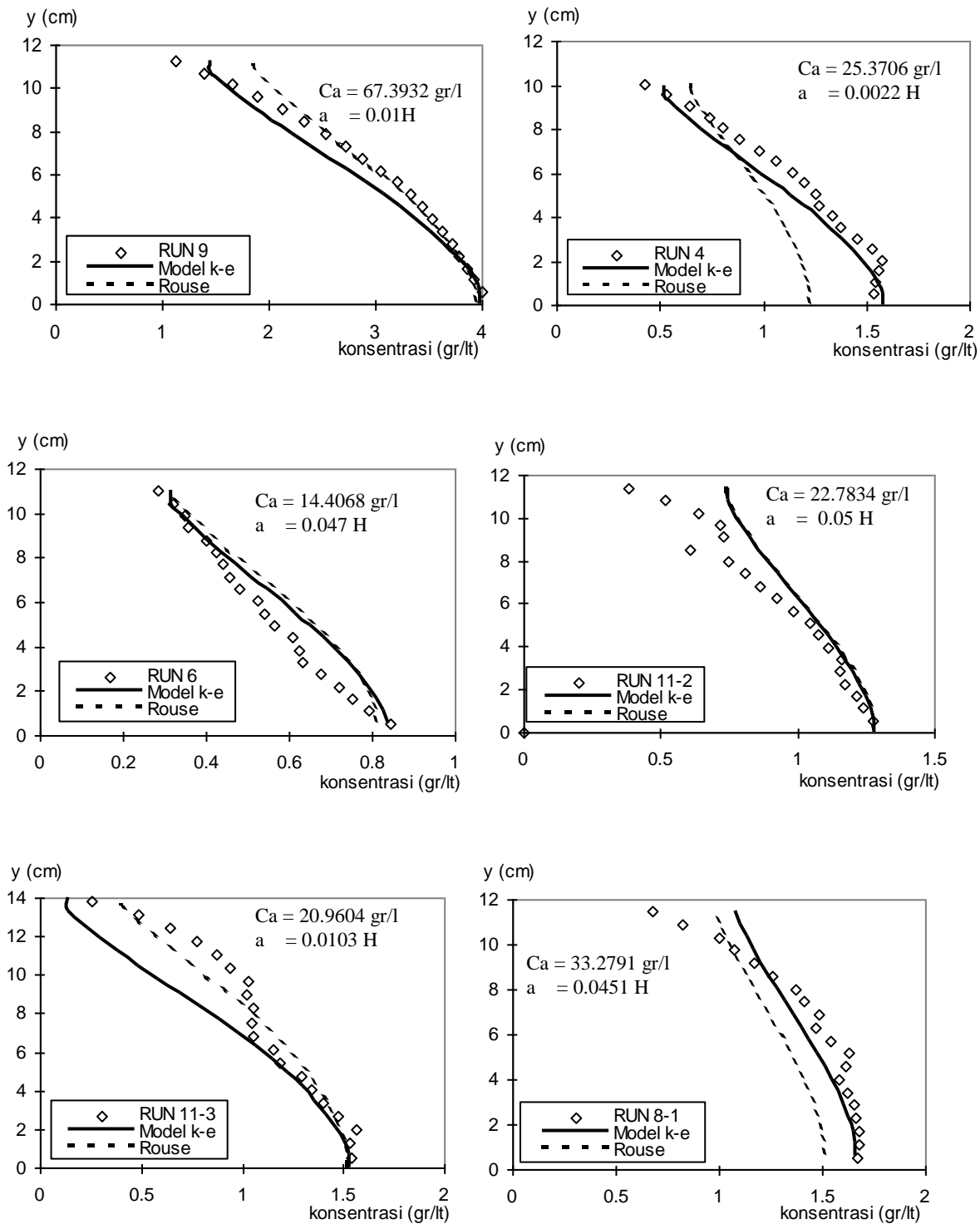
Tabel 4.1 Perkiraan k_s berdasarkan hitungan model $k-\varepsilon$ dan data material bed

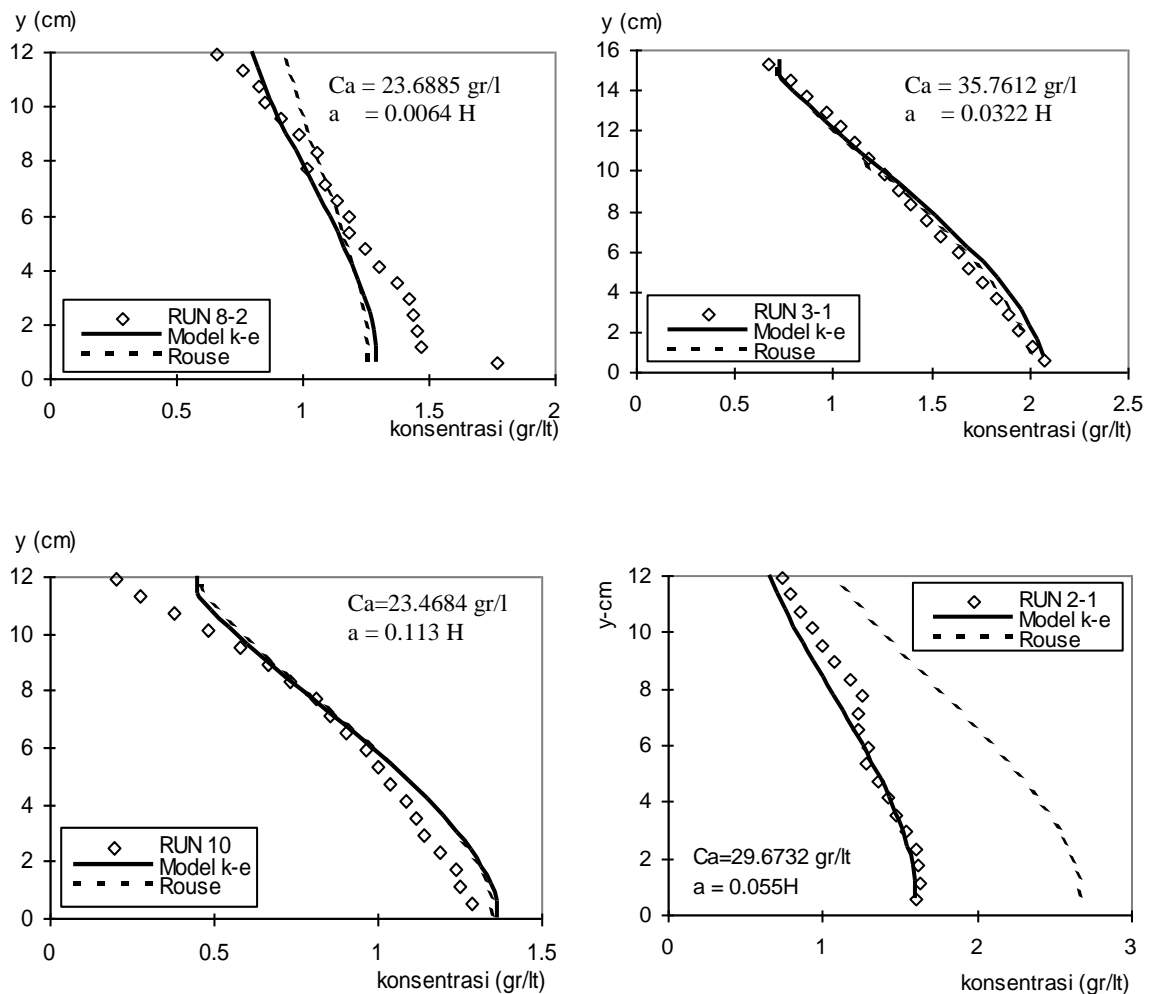
bed material :	d35	d50	d84	d90
(cm)	0.036	0.048	0.125	0.14

Seri Aliran	k_s model $k-\varepsilon$	k_s/d_{35}	k_s/d_{50}	k_s/d_{84}	k_s/d_{90}
RUN 2-1	0.0770	2.1389	1.6042	0.6160	0.5500
RUN 3-1	0.4500	12.5000	9.3750	3.6000	3.2143
RUN 4	0.0160	0.4444	0.3333	0.1280	0.1143
RUN 6	0.0782	2.1722	1.6292	0.6256	0.5586
RUN 8-1	0.4200	11.6667	8.7500	3.3600	3.0000
RUN 8-2	0.5570	15.4722	11.6042	4.4560	3.9786
RUN 9	0.0782	2.1722	1.6292	0.6256	0.5586
RUN 10	0.0960	2.6667	2.0000	0.7680	0.6857
RUN 11-2	0.3500	9.7222	7.2917	2.8000	2.5000
RUN 11-3	0.0960	2.6667	2.0000	0.7680	0.6857
	mean	6.1622	4.6217	1.7747	1.5846

Hasil perkiraan pada tabel di atas memberikan nilai patokan k_s hubungannya dengan diameter partikel yang digunakan, yaitu $k_s = 6d_{35}$, $k_s = 4.6d_{50}$, $k_s = 1.77d_{84}$ dan $k_s = 1.6d_{90}$. Sebagai perbandingan terdapat beberapa patokan yang dikemukakan oleh beberapa peneliti seperti van Rijn (1985) menetapkan nilai $k_s = 3d_{90}$, Kamphuis $k_s = 2.5 d_{90}$, Hey $k_s = 3.5 d_{84}$, Mahmood $k_s = 5.1 d_{84}$ dan Einstein $k_s = 2d_{50}$. Hasil hitungan yang paling mendekati para peneliti di atas adalah $k_s = 1.6 d_{90}$.

2. Distribusi Konsentrasi Sedimen Suspensi





Gambar 4.2 Perbandingan profil distribusi konsentrasi sedimen suspensi hasil pengukuran, model aliran turbulen k- ϵ dan distribusi Rouse.

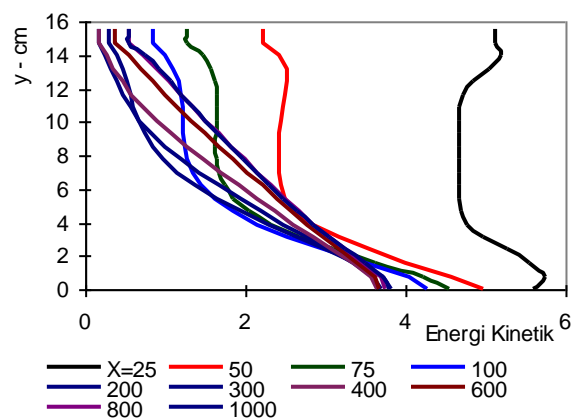
Pada Gambar 4.2 di atas disajikan hasil pengukuran dan hasil perhitungan profil distribusi konsentrasi sedimen suspensi, hasil perhitungan dengan model aliran turbulen k- ϵ memperlihatkan nilai kedekatan dengan hasil pengukuran untuk beberapa seri running aliran, pada RUN 3-1 yang mempunyai kesamaan antara hasil pengukuran dengan perhitungan model aliran k- ϵ serta distribusi Rouse. Pada perhitungan profil distribusi sedimen suspensi parameter yang berubah adalah level acuan, sehingga penentuan besarnya perlu dicoba seperti halnya penentuan k_s di atas.

B. Evolusi Karakter Turbulen

Perambatan energi kinetik, energi dissipasi dan diffusivity arahnya mulai dari *entrance flume* hingga ke hilir untuk tiap tampang, profilnya mengalami perubahan sesuai dengan posisi profil tersebut berada, perubahan yang cepat terjadi mulai dari entrance flume hingga perubahan tersebut menjadi relatif kecil (mendekati konstan) pada kondisi aliran berkembang penuh (*full developed flow*).

1. Evolusi Energi Kinetik

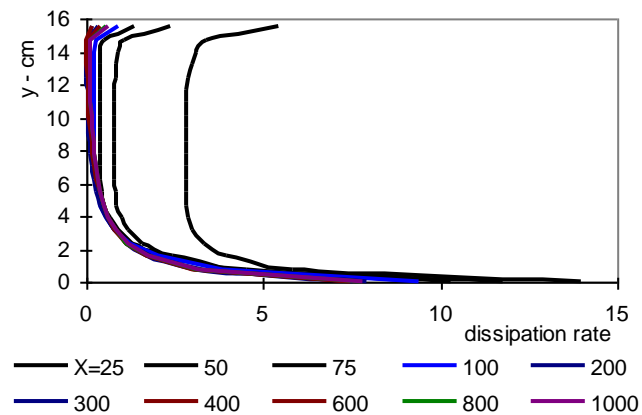
Profil distribusi energi kinetik mengalami pengurangan yang drastis sejak awal entrance hingga jarak tertentu tiap tampangya, pada jarak $x = 25$ cm energi yang digunakan masih cukup besar sehingga pada posisi ini terjadi turbulensi aliran lebih besar dan pada $x = 600$ cm dari flume entrance perubahan mulai agak kecil dan cenderung linier, sebab pada posisi ini aliran sudah berkembang penuh, artinya stabil tidak mengalami perubahan yang begitu berarti.



Gambar 4.3 Evolusi energi kinetik.

2. Evolusi Energi Dissipasi

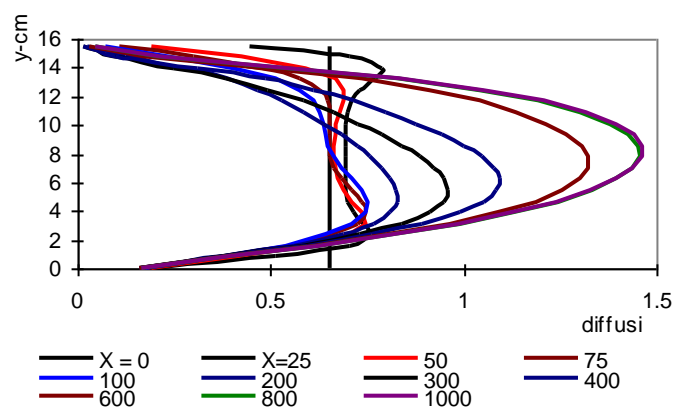
Demikian halnya dengan laju kehilangan energi terlihat bahwa pada awal entrance terjadi perubahan kehilangan cukup besar, hingga kondisinya hampir stabil pada jarak $x = 200$ cm.



Gambar 4.4 Evolusi energi disipasi.

3. Evolusi Diffusivity

Nilai koefisien difusi partikel sedimen sampai jarak $x = 300$ cm dari flume entrance besarnya lebih kecil dari 1 dan membentuk parabola asimetris terhadap kedalaman, hal ini menunjukkan bahwa partikel-partikel sedimen tidak dapat merespon sepenuhnya fluktuasi turbulen pada daerah ini, terutama untuk bagian dasar saluran. Tetapi pada jarak $x = 600$ cm distribusi koefisien difusi membentuk parabola yang simetris, hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi ini aliran sudah stabil.

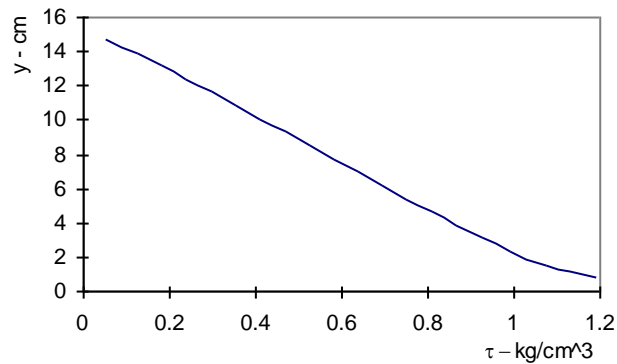


Gambar 4.5 Evolusi diffusivity.

4. Tegangan Geser

Berikut tegangan geser pada akhir simulasi, yaitu pada jarak $x = 1000$ cm dari entrance flume. Tampak bahwa tegangan geser maksimum terjadi pada dasar saluran, hal ini menunjukkan bahwa akibat akumulasi partikel-partikel sedimen pada dasar dengan konsentrasi relatif besar dan kecepatan yang relatif kecil, maka gesekan antar

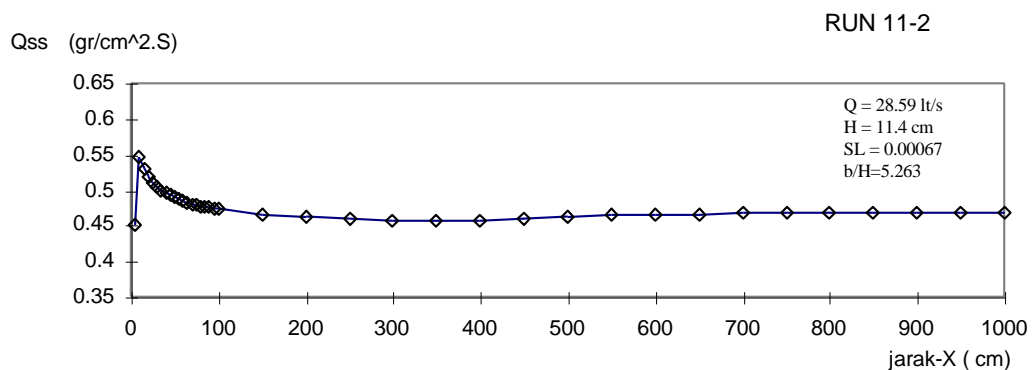
partikel akan semakin besar, sedangkan dekat permukaan kecepatan relatif besar dan konsentrasi sedimen relatif kecil, sehingga gesekan antar partikel akan kecil.

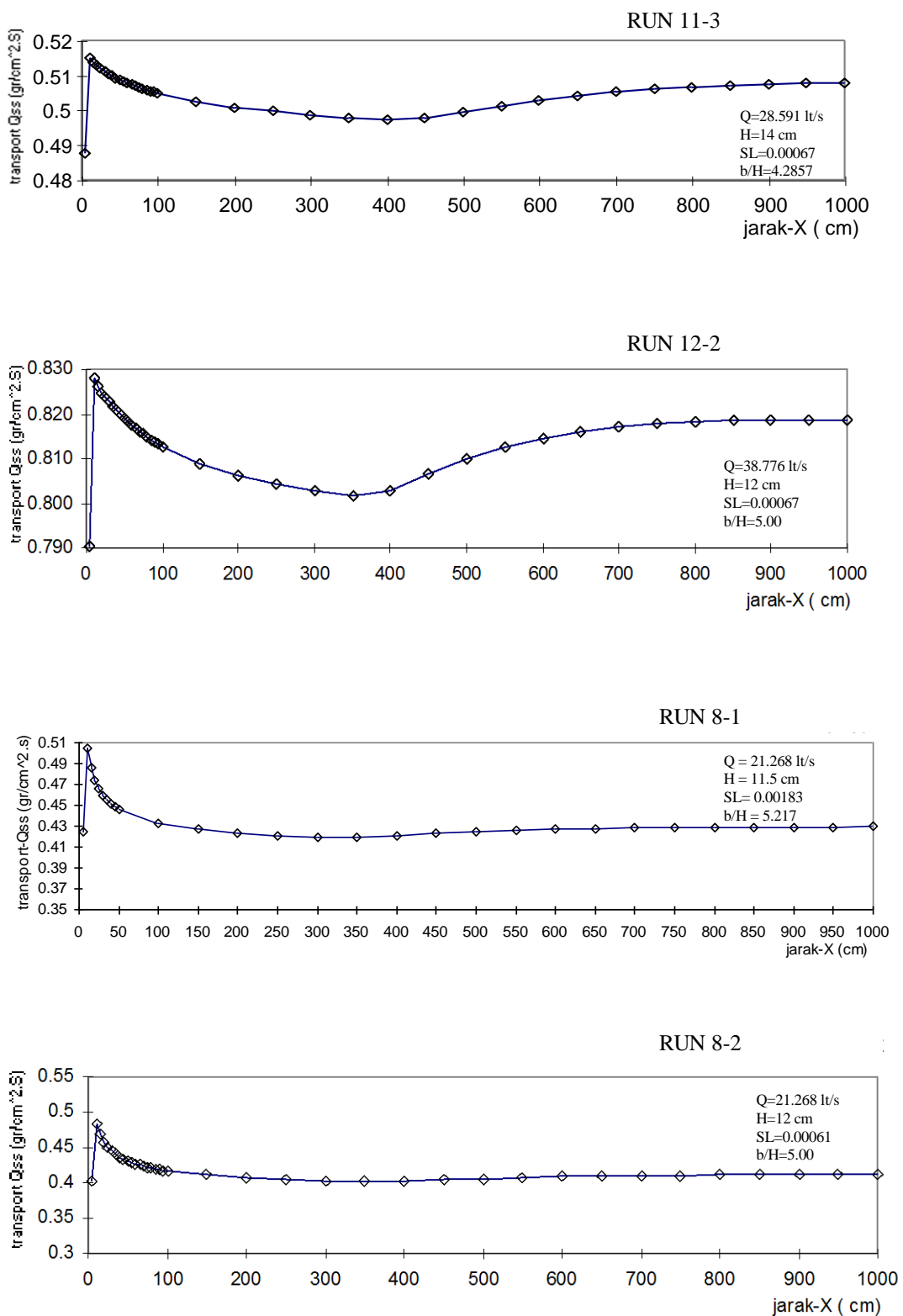


Gambar 4.6 Tegangan geser.

C. Transport Sedimen Suspensi

Untuk keperluan perhitungan transport sedimen suspensi selanjutnya diambil dari hasil perhitungan dengan model k- ϵ , karena dengan model ini dapat disimulasikan transport sedimen suspensi (Q_{ss}) untuk tiap interval jarak tertentu. Perhitungan Q_{ss} diperoleh dengan integrasi dari hasil perkalian antara konsentrasi sedimen suspensi dan kecepatan aliran pada titik-titik pengukuran (lokal) mulai dari level acuan a hingga ke permukaan $Q_{ss} = \int_a^y u(y)c(y) dy$, sedangkan angkutan sedimen di bawah level acuan merupakan angkutan dasar, dengan demikian Q_{ss} merupakan transport sedimen suspensi total pada tampang yang ditinjau, dan dapat disimulasikan mulai dari titik awal hingga ke hilir saluran.





Gambar 4.3 Transport sedimen suspensi.

Dari gambar tersebut ada kemiripan fenomena yang terjadi pada saat running di flume, yaitu pada titik awal (*entrance*) terjadi peningkatan angkutan sedimen suspensi yang tidak lama kemudian disertai dengan penurunan yang selanjutnya seiring dengan perkembangan turbulensinya partikel-partikel suspensi ada yang mengendap dan ada yang tetap berada dalam suspensi hingga akhir saluran. Kasus seperti RUN 12-2, setelah partikel mengendap pada jarak $x = 400$ cm dari hulu terjadi penambahan kuantitas partikel, diamati pada dasar saluran terjadi gerusan hingga pada akhir running terbentuk formasi konfigurasi dasar yang baru, misalnya dasar berbentuk ripple dengan dimensi relatif kecil. Dari kasus ini menunjukkan bahwa fenomena transport sedimen suspensi selalu bersamaan dengan terjadinya transport sedimen pada dasar, sehingga untuk perhitungan transport sedimen total adalah merupakan penjumlahan dari transport sedimen suspensi dengan transport sedimen dasar (*bed load*). Dalam fenomena ini partikel-partikel material dasar suatu saat berada sebagai *bed load* untuk kondisi aliran tertentu, pada saat lain kemungkinan dengan material yang sama akan menjadi *suspended load* untuk kondisi aliran yang berbeda. Hal ini dapat terjadi misalnya dengan intensitas turbulen yang kecil hanya partikel yang sangat halus yang akan terangkat dari dasar karena kehilangan kontak atau tegangan gesernya terlampaui, terangkatnya partikel-partikel ini diakibatkan oleh terjadinya pusaran-pusaran aliran (*eddies*) pada dasar, sedangkan partikel lainnya masih dalam kondisi stabil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Parameter masukan primer pada model aliran turbulen $k-\varepsilon$ adalah kedalaman aliran, debit per satuan waktu, kemiringan dasar saluran, lebar dasar saluran, ukuran partikel material dasar dan rapat massanya.
2. Terdapat dua parameter yang dilakukan secara coba-coba dalam melakukan simulasi terhadap model aliran turbulen $k-\varepsilon$, yaitu parameter kekasaran dasar (k_s) dan level acuan (a). Hal ini dilakukan sebagai upaya optimasi model untuk mendekati hasil pengukuran profil distribusi sedimen suspensi di laboratorium.

3. Kedua parameter aliran tersebut dari hasil rata-rata simulasi 10 seri aliran dapat dikorelasikan dengan nilai ukuran partikel material dasar yaitu ; $k_s = 6 d_{35}$, $k_s = 4.6 d_{50}$, $k_s = 1.77 d_{84}$ dan $k_s = 1.6 d_{90}$, sedangkan nilai level acuan didekati dengan $a = 0.37 H$ ($H =$ kedalaman aliran).
4. Dengan menyesuaikan beberapa parameter, maka model matematika aliran turbulen $k-\varepsilon$ dapat dipakai untuk mensimulasikan aliran *steady uniform* yang bermuatan sedimen dengan baik.

B. saran

1. Model matematika aliran turbulen $k-\varepsilon$ dapat dikembangkan untuk aliran non-uniform, misalnya untuk kasus pembendungan dan percepatan aliran.
2. Penyesuaian parameter masukan pada model dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran pada saluran di alam, misalnya di saluran primer atau sekunder pada jaringan irigasi.