

PEMBUATAN MODEL KENDALI MUTU DATA SEDIMEN

MODEL OF SEDIMENT DATA QUALITY CONTROL

S.M Yuningsih¹⁾ Muhammad Fauzi¹⁾

¹⁾Balai Litbang Hidrologi dan Tata Air, Pusat Litbang Sumber Daya Air,
Jl. Ir H Juanda No. 193 Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40135
E-Mail: srimulatym@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) saat ini memerlukan perhatian khusus, mengingat saat ini tingkat kekritisitas DAS di sebagian besar daerah di Indonesia semakin meningkat. Perhatian ini tentunya diarahkan pada perubahan paradigma pengelolaan yang lebih menyeluruh dengan memperhatikan semua aspek di dalamnya. Hal tersebut terindikasi dengan meningkatnya bencana di sekitar DAS, seperti banjir, kekeringan, tanah longsor, erosi, dan meningkatnya sedimen yang terangkut pada aliran sungai. Peningkatan sedimentasi yang terjadi pada aliran sungai ini akan mengganggu kinerja bangunan infrastruktur yang ada di sungai tersebut. Peningkatan sedimen pada aliran sungai dapat terpantau dengan baik apabila data hidrologi, khususnya data debit dan sedimen tersedia secara kontinyu dan akurat. Guna mengatasi masalah tersebut, perlu dibentuk model kendali mutu data sedimen. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat model kendali mutu data sedimen melayang agar tersedia data angkutan sedimen yang kontinyu dan terjamin kualitasnya. Lingkup pembuatan model kendali mutu data sedimen ini adalah membuat kriteria dan subkriteria, menentukan rangking tingkat kepentingan antar kriteria dan antar subkriteria, menyusun form penilaian, uji coba, penyempurnaan model. Model terdiri dari 3 tahap utama, yaitu pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen (QC_{SS-1}), pembuatan lengkung sedimen (QC_{SS-2}), dan konversi data debit ke angkutan sedimen ($QC_{SS-Akhir}$).

Kata Kunci: Model, kendali mutu, data sedimen, sedimen melayang

ABSTRACT

Special treatment for watershed management was needed due to severe of watershed condition in most regions in Indonesia. The treatment should be directed to comprehensive changes of management paradigm for all aspects in it. Those were indicated by the increasing of disasters around the watershed, such as floods, droughts, landslides, erosion and increased of sediment transported by the river basin. The increasing of sedimentation which occurs in the river flow will disrupt the performance of existing hydraulic structure in the river. The event could be monitored by hydrological data, especially with the continuously and accurately of discharge and sediment data. In order to solve the problem, sediment data quality control model was needed. The purpose of this research is to determined suspended sediment data quality control model, in order to have continuous and quality guaranteed of sediment transport data. The scopes of this sediment data quality control were making criteria and sub, determining rank priority between criteria and sub, arranging scoring form, trial and error, finalization. The model consists of three main stages, there are measurement of discharge and taking sediment sample (QC_{SS-1}), drawing of sediment rating curve (QC_{SS-2}), and conversion of discharge data to sediment transport ($QC_{SS-Akhir}$).

Keywords: Model, quality control, sediment data, sediment transport

PENDAHULUAN

Ketersediaan data dan informasi hidrologi yang memadai, akurat, tepat waktu dan berkesinambungan sudah menjadi tuntutan mendesak untuk dapat segera diwujudkan. Kualitas data hidrologi pada akhir-akhir ini menunjukkan penurunan yang cukup memprihatinkan dan perlu segera mendapat perhatian dan penanganan secara serius. Hal ini terlihat dari banyak ditemukannya data hidrologi yang berada dalam batasan yang kurang wajar nilainya. Permasalahan yang terjadi adalah kondisi peralatan yang sudah tua, kesesuaian lokasi, lemahnya kualitas sumber daya manusia, baik sebagai pengamat, teknisi atau surveyor maupun sebagai pengolah data, dan kepatuhan dalam pemanfaatan standar/ pedoman yang ada, serta rendahnya pemahaman terhadap pentingnya data hidrologi. Kondisi demikian bukan semata-mata karena hal tersebut di atas tetapi juga karena pengelola tidak mengetahui sumber kesalahan secara tepat, sehingga tahu harus berbuat apa.

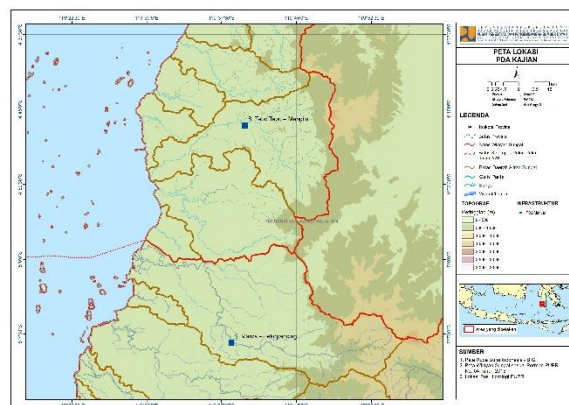
Permasalahan lain ada pada pengukuran debit dan sedimen, seringkali pelaksanaan di lapangan tidak mengikuti kaidah standar dalam pengukuran sehingga menghasilkan data debit pengukuran dan sampel sedimen yang salah. Sebagai contoh pada pengukuran debit pada TMA saat banjir jarang dilakukan, atau dilakukan tetapi alat yang digunakan tidak sesuai, pengambilan sampel sedimen tidak disertai dengan pengukuran debit. Hal ini akan mengakibatkan lengkung debit dan lengkung sedimen tidak dapat menggambarkan kondisi karakteristik sebenarnya. Beberapa potensi kesalahan atau penyimpangan tersebut di atas dapat mengakibatkan kualitas data mengalami kesalahan ganda yang berjenjang, sehingga perlu dilakukan kendali mutu terhadap kualitas data agar penyimpangan-penyimpangan dapat dideteksi secara dini. Model kendali mutu data sedimen sampai saat ini belum tersedia, padahal model tersebut sudah sangat diperlukan guna dapat mendeteksi penyimpangan dan sekaligus memberikan rekomendasi perbaikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat model kendali mutu data sedimen melayang agar tersedia data sedimen sungai yang berkesinambungan dan terjamin kualitasnya. Model terdiri dari 3 tahap utama, yaitu pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen, pembuatan lengkung sedimen, dan konversi data debit ke angkutan sedimen.

Kendali mutu data sedimen harus melalui beberapa jenjang karena eksistensi data hidrologi

tergantung dari kinerja pos di lapangan, pengoperasian alat dan monitoring data tinggi muka air, pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen melayang di lapangan, serta analisa data di kantor.

Pemilihan lokasi ujicoba kendali mutu data sedimen dipilih di Pos Duga Air Maros – Lekopancing dan Tabo Tabo-Mangilu karena data debit dan data konsentrasi sedimen cukup memadai. Pos duga air Tabo Tabo-Mangilu memiliki karakteristik penampang sungai yang cadas, tetapi tempat pengukuran debit dilakukan ditempat yang berbeda-beda dikarenakan pada muka air rendah aliran air menjadi turbulen. Pos duga air Maros-Lekopancing berada di Kabupaten Maros, karakteristik penampang pos duga air ini tidak stabil karena didepan pos duga air terdapat delta, hal tersebut menyebabkan lokasi pengukuran debit dilakukan berbeda-beda. Berikut adalah dua lokasi pos duga air kendali mutu data sedimen.



Gambar 1 Lokasi kendali mutu data sedimen

KAJIAN PUSTAKA

Peningkatan kualitas data hidrologi agar dapat dilakukan perlu melalui beberapa tahap kajian yang antara lain mengukur kondisi mutu data, menentukan analisa yang diperlukan guna perbaikan kualitas, dan kajian sistem monitoring data hidrologi dengan mengikut sertakan semua komponen yang terlibat didalamnya seperti pelatihan, sistem jaringan, pengelolaan data (data manajemen) dan teknologi (Hamilton, 2012).

Dari permasalahan yang telah berkembang hingga saat ini, tidak efektif dan efisiennya pengelolaan SDA disebabkan karena pengelola belum sepenuhnya memahami arti penting data hidrologi khususnya data sedimen. Pengelola hidrologi perlu memahami data yang dicurigai tidak benar. Untuk itu pemahaman tentang sumber kesalahan dan ketidak pastian dalam pemantauan dan pengukuran perlu diketahui dan

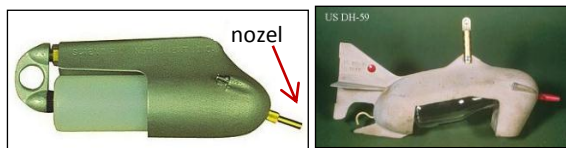
diantisipasi sehingga dalam buku publikasi akan terjamin data hidrologi yang berkualitas baik (WMO No. 1044, vol. 1, 2010).

Model kendali mutu data hidrologi berbasis bobot skoring yang telah dikembangkan oleh Pusat Litbang Sumber Daya Air adalah model kendali mutu data debit QC_Q , kendali mutu data hujan QC_P , dan kendali mutu air tanah QC_{GW} . Model kendali mutu berbasis bobot skoring ini mempunyai keunggulan, yaitu aplikatif, mudah dimengerti, dan perbaikan/ peningkatan mudah dilakukan karena sumber kesalahan dapat diketahui secara tepat berdasarkan rekomendasi teknis yang digambarkan dengan diagram Radar.

Pengukuran Debit dan Pengambilan Sampel Sedimen

Kualitas data sedimen tidak terlepas dari pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen. Untuk mendapatkan kualitas data sedimen yang akurat, pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen harus sesuai dengan SNI No. 3414:2008 dan SNI No. 8066:2015.

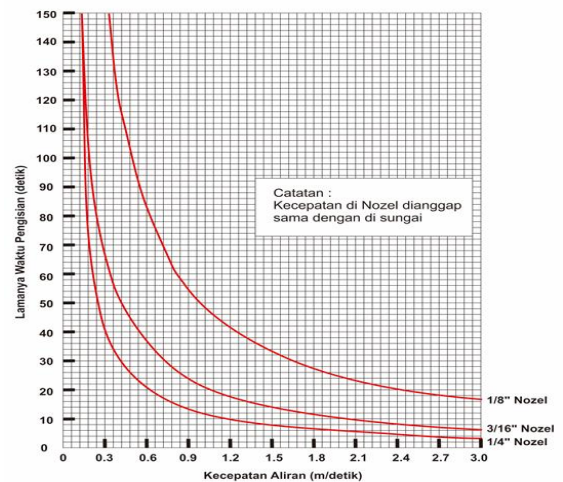
Alat pengambil sampel sedimen melayang yang biasa digunakan adalah US DH-48 dan US DH-59 (Gambar 2). Alat jenis US DH-48 digunakan apabila kedalaman air pada titik pengambilan ≤ 3 m, sedangkan jenis US DH-59 apabila kedalaman air pada titik pengambilan ≥ 3 m. Selain jenis alat pengambil sedimen, hal yang harus diperhatikan adalah waktu pengisian saat pengambilan sampel sedimen melayang. Lamanya waktu pengisian tersebut harus sesuai dengan jenis diameter nozel dari alat yang digunakan. Ukuran nozel yang biasa digunakan seperti pada Gambar 3, yaitu 1/8", 3/16", dan 1/4". Gambar 4 adalah grafik untuk menentukan waktu pengisian berdasarkan ukuran nozel alat yang digunakan.



Gambar 2 Sketsa alat pengambil contoh air jenis US DH-48 (kiri) dan US DH-59 (kanan)



Gambar 3 Contoh nozel dan ukurannya

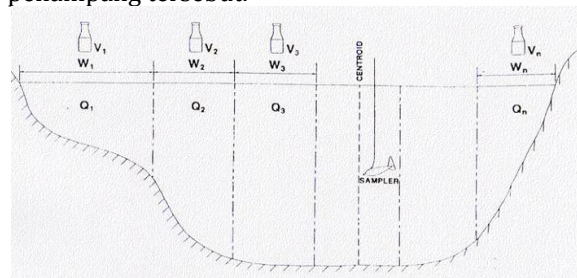


Gambar 4 Hubungan Antara Waktu Pengisian Botol Sampel Dengan Kecepatan Aliran Rata-Rata Serta Ukuran Diameter Nozel

Adapun metode pengambilan sampel dengan depth integrated ada 2 macam yaitu *Equal Discharge Increment* (EDI) dan *Equal Width Increment* (EWI), yang sering digunakan di Indonesia adalah EDI. Untuk menerapkan kedua cara tersebut, pengukuran debit harus dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengambilan sampel sedimen.

Equal Discharge Increment (EDI)

Dalam metode ini penampang sungai dibagi atas beberapa bagian (sub-penampang) dimana setiap bagian ini harus mempunyai debit aliran yang sama. Pengambilan sampel sedimen perlu dilaksanakan pada bagian tengah dari setiap sub-penampang tersebut seperti terlihat dalam gambar dibawah ini. Misalnya pada setiap sub-penampang direncanakan menampung 25% dari total debit (atau akan dilakukan pengambilan sampel sedimen pada empat vertikal), maka pengambilan sedimen harus dilaksanakan pada vertikal yang mempunyai besar aliran kumulatif sebesar 12%, 38%, 62%, dan 88%. Bilamana akan dilakukan pengambilan tiga (3) sampel maka pengambilan sampel sedimen dilakukan pada vertikal yang mempunyai besar aliran kumulatif sebesar 1/6, 3/6 dan 5/6 dari debit total pada penampang tersebut.



Gambar 5 Pengambilan Sampel Sedimen Dengan cara EDI

Dalam gambar diatas terlihat bahwa:

$$W_1 \neq W_2 \neq W_3 \dots \neq W_n \quad \dots(1)$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 \dots = Q_n \quad \dots(2)$$

$$V_1 \approx V_2 \approx V_3 \dots \approx V_n \quad \dots(3)$$

dimana:

W : jarak antara vertikal

Q : debit per segmen

V : volume sampel sedimen (biasanya berkisar antara 350-400 ml)

METODOLOGI

Model Kendali Mutu Data Sedimen

Pembuatan model kendali mutu data sedimen mengikuti bagan alir seperti pada Gambar 6. Lingkup pembuatan model kendali mutu data sedimen ini adalah mulai dari membuat kriteria dan subkriteria, menentukan rangking tingkat kepentingan antar kriteria dan subkriteria, menyusun form penilaian, ujicoba dan penerapan, sosialisasi penerapan model dan FGD, serta penyempurnaan model. Penentuan kriteria dan subkriteria dengan memperhatikan parameter yang mempengaruhi kualitas data debit pengukuran dan konsentrasi sedimen melayang. Dalam pembuatan model selalu memperhatikan atau mengacu pada standar dan pedoman yang telah ada.

Masing-masing kriteria dan subkriteria diberi bobot berdasarkan tingkat kepentingan menggunakan perangkat lunak *Expert Choice AHP*. Pada penentuan kriteria, sub kriteria dan bobot harus diputuskan melalui diskusi dengan para Ahli di bidangnya agar diperoleh hasil yang optimal. Tahapan selanjutnya adalah membuat form penilaian yang akan digunakan untuk menilai kualitas data debit sedimen, baik proses pengukuran di lapangan maupun proses analisa di kantor.

Informasi bobot untuk masing-masing kriteria, sub kriteria dan hasil penilaian kondisi atas subkriteria secara bersama-sama digunakan untuk menghitung nilai keseluruhan. Nilai hasil perhitungan ini dijadikan dasar penilaian QC_{SS-1} , QC_{SS-2} , dan QC_{SS-3} . Adapun formula yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Nilai } QC_{\text{sedimen}} = & \sum_{j=1}^n \{ \sum_{i=1}^n ((Nk_i \times Sk_i) + \\ & \dots + \\ & (Nk_i \times Sk_i)) \} K_j \quad \dots(4) \end{aligned}$$

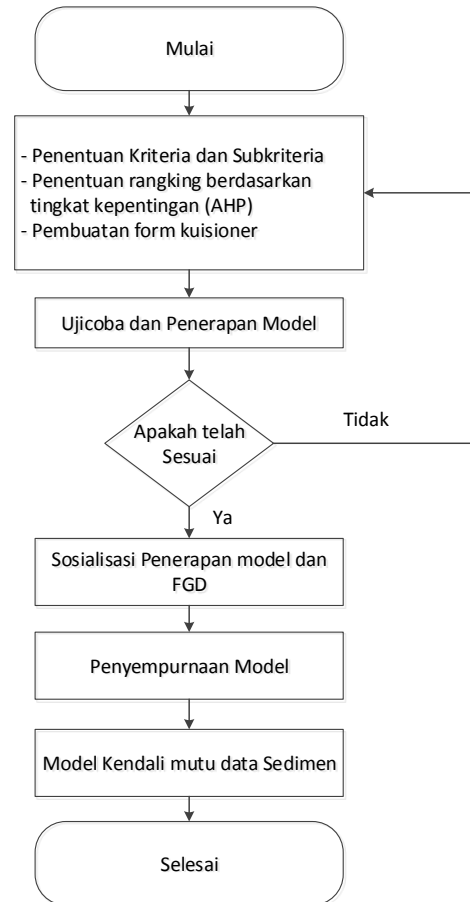
dimana:

$Nk_1 \dots Nk_i$ = hasil penilaian kondisi Baik (1)

Sedang (2) Jelek (3)

$Sk_1 \dots Sk_i$ = bobot subkriteria tertentu dari kriteria tertentu

$K_1 \dots K_j$ = bobot kriteria tertentu



Gambar 6 Bagan Alir Pembuatan Model endali Mutu Data Sedimen

Hasil perhitungan ini kemudian dibagi menjadi 3 kategori, yaitu Baik, Meragukan dan Jelek (tidak realistis). Penentuan nilai interval menggunakan rumus sebagai berikut:

$$c = \frac{n_{max} - n_{min}}{k} \quad \dots(5)$$

dimana:

c : nilai interval

k : jumlah kelas

n_{max} ; n_{min} : nilai maksimum; nilai minimum

Berdasarkan perhitungan tersebut dihasilkan nilai masing-masing kategori sebagai berikut:

1 Baik : $QC > 2,333$

2 Kurang Baik : $QC (1,666-2,333)$

3 Jelek : $QC < 1,666$

Model kendali mutu data sedimen disusun dalam tiga tahapan yaitu, kendali mutu data sedimen

tahap satu (QC_{SS-1}), tahap dua (QC_{SS-2}) dan tahap tiga (QC_{SS-3}). QC_{SS-1} adalah kendali mutu pengukuran dan pengambilan sampel sedimen. QC_{SS-2} adalah kendali mutu terhadap data debit pengukuran dan konsentrasi sedimen, serta proses pembuatan lengkung sedimen. QC_{SS-3} adalah kendali mutu data debit sedimen. Pada setiap tahapan dilengkapi dengan saran teknis untuk perbaikan yang digambarkan dengan diagram RADAR

Data sekunder yang digunakan dalam pembuatan lengkung sedimen yaitu :

- 1 Data debit (Q_w) dalam m³/s untuk berbagai tinggi muka air;
- 2 Data konsentrasi sedimen (C) dalam mg/L (TDS/TSS) hasil uji laboratorium kualitas air untuk setiap data debit;
- 3 Data debit sedimen (Q_s) dihitung dengan rumus $Q_s = 0,0864 \times C \times Q_w$ dalam ton/hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

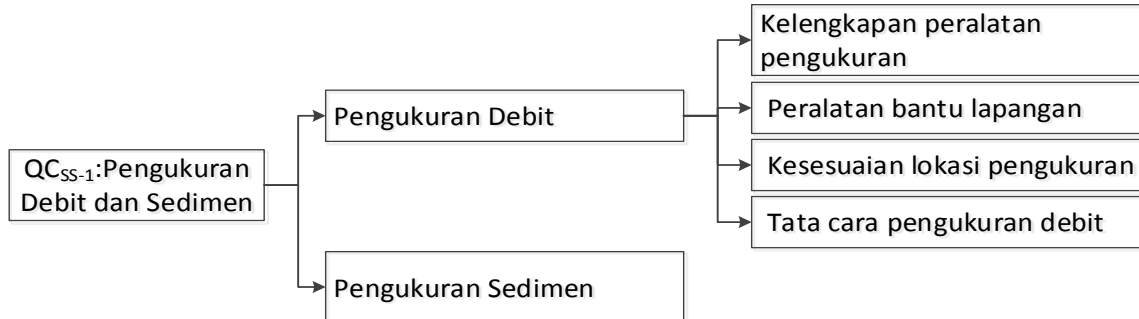
Model Kendali Mutu Data Sedimen QC_{SS-1}

Pada tahap QC_{SS-1} kendali mutu data sedimen, akan dilakukan penilaian terhadap metode dan proses pengukuran debit dan pengambilan sedimen melayang di lapangan. Pada tahap ini

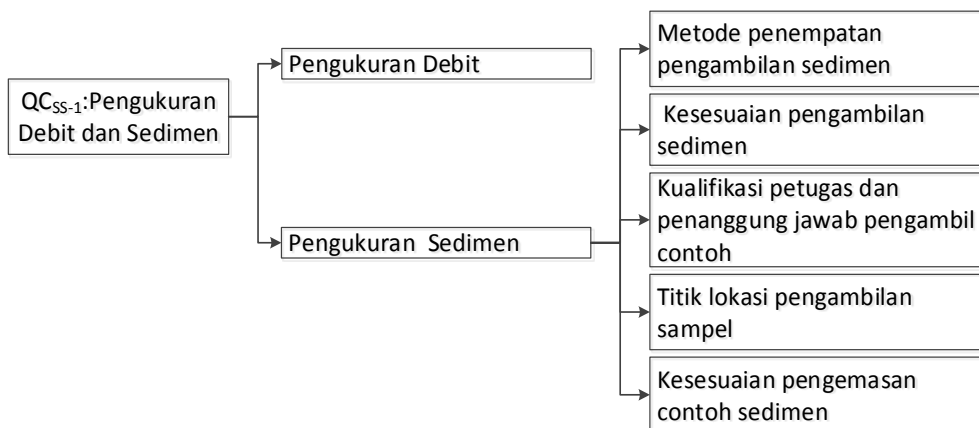
dihasilkan dua kriteria yaitu pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen melayang. Untuk kriteria pengukuran debit diberi bobot 0.6 sedangkan kriteria pengambilan sampel sedimen diberi bobot 0.4. Pertimbangan pemberian nilai bobot pada pengukuran debit lebih besar dari pengambilan sedimen karena pengukuran debit merupakan parameter penentu lebih besar dalam kaitannya dengan kualitas data. Dua kriteria utama tersebut terbagi menjadi beberapa subkriteria penyusun. Gambar 7 dan Gambar 8 adalah pembagian kriteria dan subkriteria kendali mutu sedimen tahap 1 (QC_{SS-1}).

Beberapa subkriteria pada Gambar 7 dan 8 tersebut kemudian dinilai berdasarkan tingkat kepentingannya menggunakan perangkat lunak *expert choice* AHP. Penilaian dilakukan secara bersama-sama dengan tujuan untuk menghindari ketidak konsisten (*inconsistency*) dalam menentukan derajat kepentingan masing-masing subkriteria. Penilaian tersebut telah melalui diskusi dengan beberapa Peneliti internal, narasumber dan *focus group discussion* (FGD).

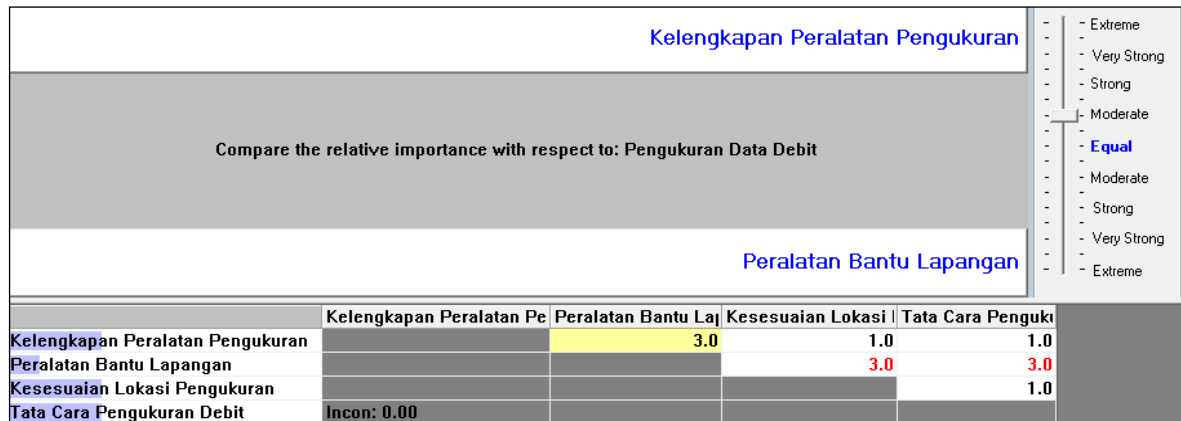
Nilai *inconsistency* yang ditoleransi dalam penentuan tingkat kepentingan ini adalah 0.1 dan diusahakan mendekati nol (0).



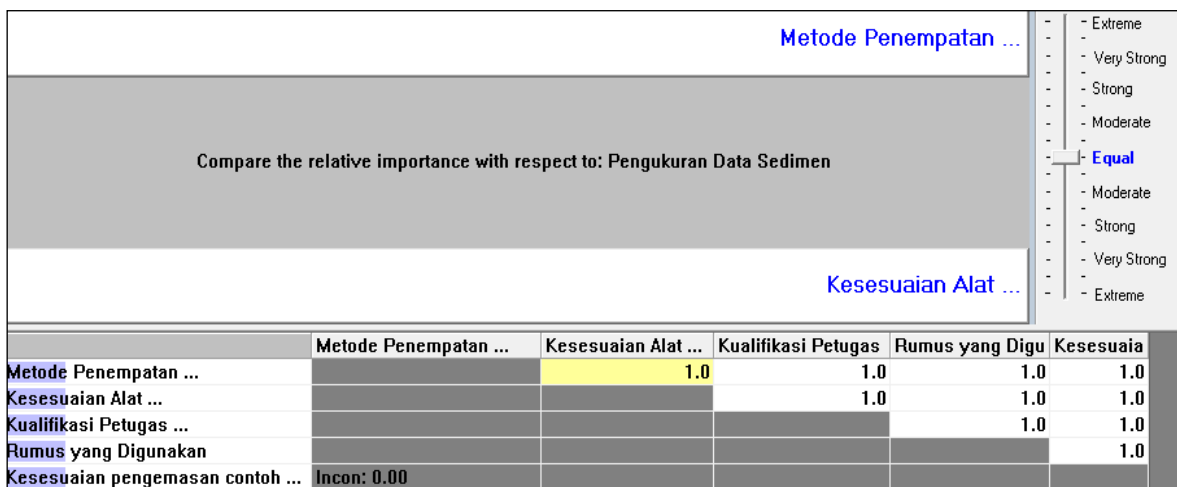
Gambar 7 Pembagian kriteria Pengukuran Data Debit menjadi beberapa subkriteria



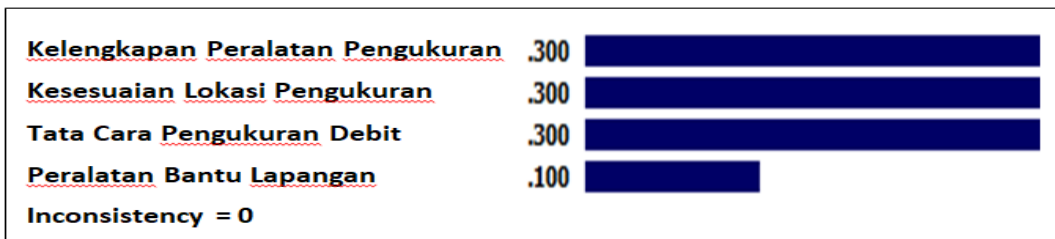
Gambar 8 Pembagian kriteria pengukuran data sedimen menjadi beberapa subkriteria



Gambar 9 Penentuan tingkat kepentingan subkriteria pengukuran data debit



Gambar 10 Penentuan tingkat kepentingan subkriteria pengukuran data sedimen



Gambar 11 Pembobotan subkriteria pengukuran debit



Gambar 12 Pembobotan subkriteria pengukuran data sedimen

Berdasarkan penilaian tingkat kepentingan yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *expert choice* AHP seperti Gambar 9 dan Gambar 10, maka dihasilkan bobot nilai seperti pada Gambar 11 dan 12.

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa subkriteria kelengkapan peralatan pengukuran, kesesuaian lokasi pengukuran, tata cara pengukuran debit, dan pengambilan sampel sedimen melayang mempunyai tingkat kepentingan yang sama dengan nilai bobot 0,300. Adapun pada Gambar 12 terlihat dari 5 subkriteria tersebut mempunyai tingkat kepentingan yang sama dengan nilai bobot 0,200.

Berdasarkan hasil pembobotan tersebut kemudian disusun kedalam bentuk form penilaian dengan berbagai pilihan Baik, Kurang Baik, dan Jelek. Untuk setiap nilai tersebut diberi keterangan yang jelas sehingga pelaksana mudah menentukan penilaian.

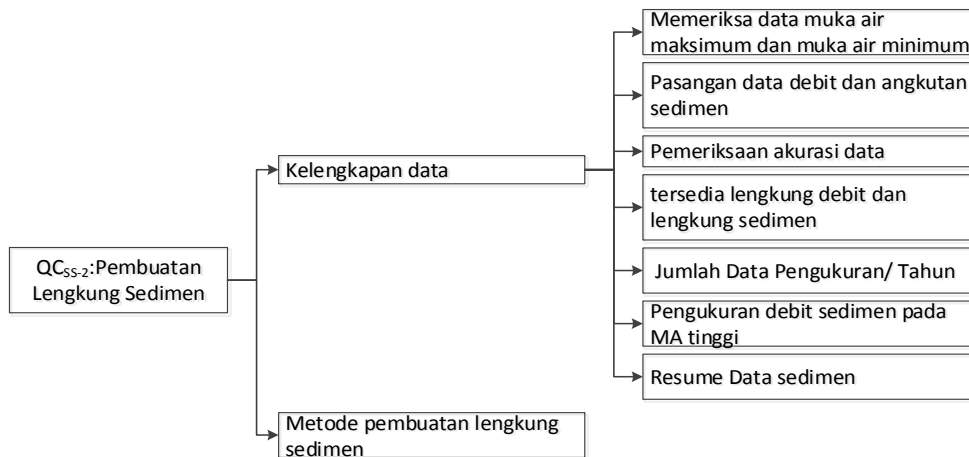
Model Kendali Mutu Data Sedimen QC_{SS-2}

Kendali mutu data sedimen tahap 2 (QC_{SS-2}) merupakan tahap lanjutan setelah dilakukan QC_{SS-1}. Pada tahap QC_{SS-2} ini akan dilakukan penilaian terhadap proses pembuatan lengkung sedimen. Terdapat dua kriteria penting yang

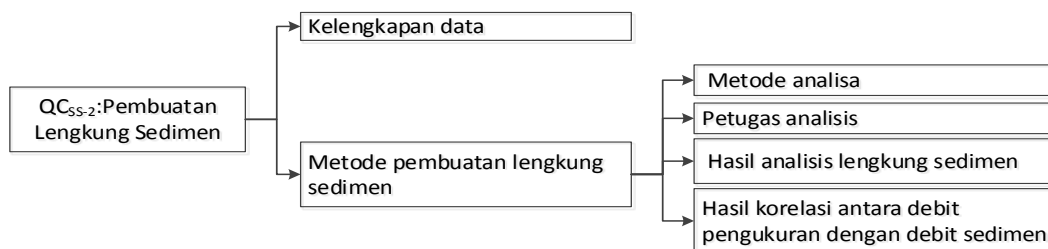
digunakan untuk penilaian yaitu kelengkapan data sedimen dengan bobot 0,6 dan metode pembuatan lengkung sedimen dengan bobot 0,4.

Pada penilaian kriteria kelengkapan data, ada 9 subkriteria yang perlu diperhatikan. Perlunya pengambilan sampel sedimen yang merata dari muka air rendah sampai tinggi adalah untuk mengetahui karakteristik penyebaran konsentrasi sedimen yang terkandung pada sungai tersebut. Pembuatan lengkung sedimen juga memerlukan data debit sedimen terukur pada debit yang bervariasi dari kecil sampai besar yang terjadi, seperti halnya pada pembuatan lengkung debit. Gambar 13 merupakan pohon hirarki subkriteria untuk kelengkapan data. Sedangkan Gambar 14 adalah pohon hirarki untuk subkriteria metode pembuatan lengkung sedimen.

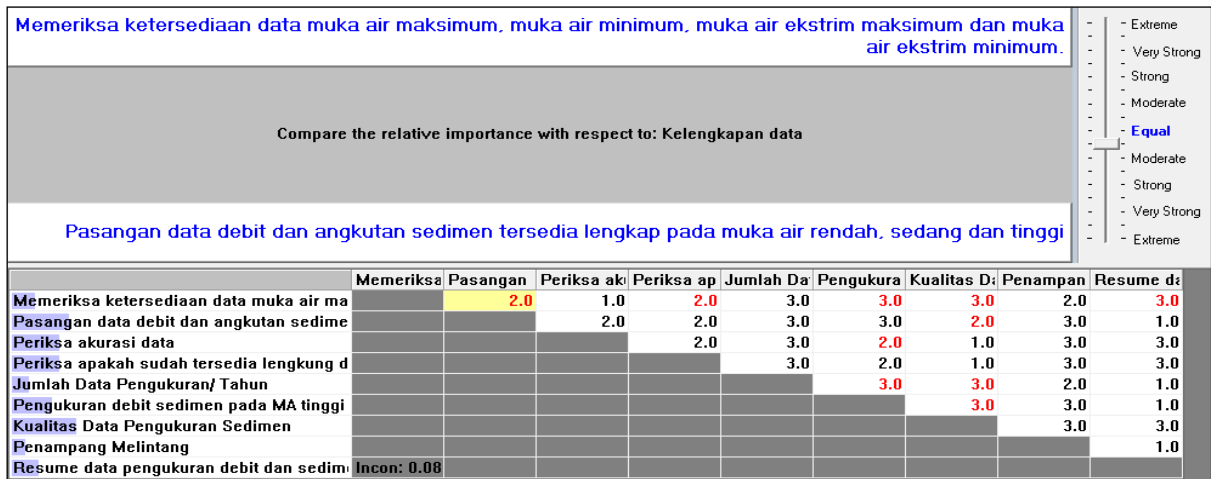
Pada penilaian kriteria metode pembuatan lengkung sedimen terbagi menjadi beberapa subkriteria yaitu hasil plotting data, metode analisis yang digunakan, hasil analisis lengkung sedimen, dan korelasi antara data debit pengukuran dengan data debit sedimen. Lengkung sedimen yang baik dapat dilihat dari hasil plotting antara data debit pengukuran dan data debit yang dihasilkan mempunyai korelasi mendekati 1. Lengkung debit yang diterima atau dapat digunakan dengan batasan nilai $R^2 > 0,70$.



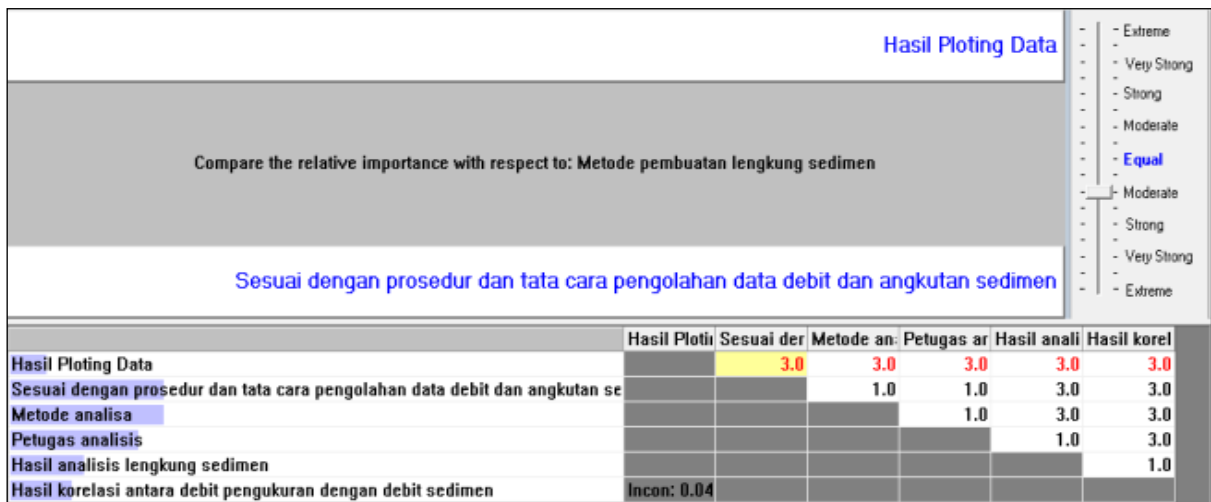
Gambar 13 Pembobotan subkriteria kelengkapan data sedimen



Gambar 14 Pembobotan subkriteria metode pembuatan lengkung sedimen



Gambar 15 Penentuan tingkat kepentingan subkriteria kelengkapan data

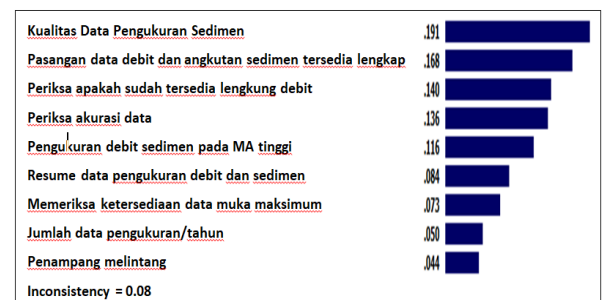


Gambar 16 Penentuan tingkat kepentingan subkriteria metode pembuatan lengkung sedimen

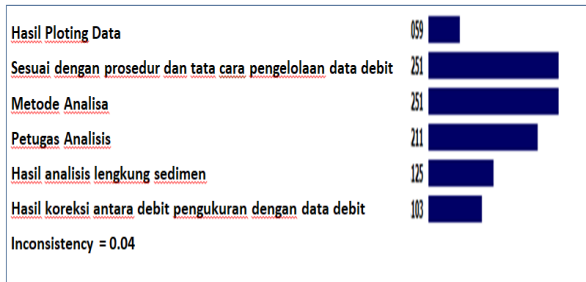
Seperti halnya pada penyusunan kendali mutu tahap 1, setelah penyusunan hirarki untuk masing-masing kriteria terbentuk, maka tahap selanjutnya adalah penentuan tingkat kepentingan untuk masing-masing subkriteria yang telah dibentuk. Gambar 15 dan 16 adalah hasil penilaian tingkat kepentingan subkriteria kelengkapan data dan subkriteria metode pembuatan lengkung sedimen yang dilakukan menggunakan perangkat lunak expert choice AHP.

Berdasarkan proses penentuan tingkat kepentingan subkriteria kelengkapan data seperti pada Gambar 15, maka dihasilkan nilai bobot untuk masing-masing subkriteria seperti pada Gambar 17. Proses penentuan tingkat kepentingan subkriteria metode pembuatan lengkung sedimen Gambar 16, maka dihasilkan nilai bobot untuk masing-masing subkriteria seperti pada Gambar 18. Nilai bobot pada Gambar 17 dan 18 tersebut akan digunakan dalam perhitungan untuk

mengetahui kategori penilaian Baik, Kurang Baik atau Jelek.



Gambar 17 Pembobotan subkriteria kelengkapan data sedimen



Gambar 18 Pembobotan subkriteria pada metode pembuatan lengkung sedimen

Model Kendali Mutu Data Sedimen $QC_{SS-Akhir}$

Pada kendali mutu data sedimen tahap 3 ini harus tersedia data debit hasil analisis kendali mutu dengan tahun yang sama dengan data debit sedimen. Kendali mutu data sedimen pada tahap 3 ini akan memperhitungkan hasil penilaian kendali mutu data debit ($QC_{Q-Akhir}$) dan hasil penilaian lengkung sedimen (QC_{SS-2}) dengan bobot sama, yaitu masing-masing 0,50.

Hasil Uji Coba dan Penerapan Kendali Mutu Data Sedimen

Uji coba dan penerapan model kendali mutu data sedimen dilakukan di pos duga air S. Tabo Tabo – Mangilu dan S. Maros – Lekopancing, di provinsi Sulawesi Selatan dengan melibatkan pengelola di BBWS Pongpengan Jeneberang. Uji coba dan penerapan kendali mutu data debit dan data sedimen kedua pos tersebut dilakukan untuk data tahun 2017. Resume hasil penilaian kedua pos duga air seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pada analisis kendali mutu data sedimen tahap 1 (QC_{SS-1}) sebaiknya juga dilakukan

penilaian kendali mutu data debit (QC_{Q-1}). Pada penilaian kendali mutu data sedimen tahap pertama, dilakukan pengukuran debit dan pengambilan sedimen, untuk menilai tingkat kebenaran/ kesesuaian dengan standar yang ada dan metode yang digunakan para pengelola. Penilaian kendali mutu data sedimen tahap pertama menggunakan form penilaian kendali mutu data debit dan sedimen.

Pos duga air S. Tabo Tabo – Mangilu bertipe konsol dengan alat otomatis, tetapi pada saat survei identifikasi dilakukan, alat otomatis dalam kondisi rusak dan kondisi peilskal bagian bawah tertimbun oleh sedimen. Pada musim kemarau, data fluktuasi muka air tidak dapat tercapat dengan baik karena alat tertimbun sedimen dan aliran air tidak melewati alat tersebut. Hal ini perlu dilakukan perbaikan agar pembacaan muka air dapat dilakukan dengan benar. Gambar 19 adalah foto-foto hasil identifikasi kondisi kinerja pos duga air S. Tabo Tabo – Mangilu dan aktifitas pengukuran debit serta pengambilan sampel sedimen melayang.

Hasil analisis kendali mutu data sedimen QC_{SS-1} sebesar 2,86 masuk dalam kategori Baik dan kendali mutu data debit QC_{Q-1} sebesar 2,194 masuk dalam kategori Kurang Baik. Hasil selengkapnya seperti pada Tabel 1.

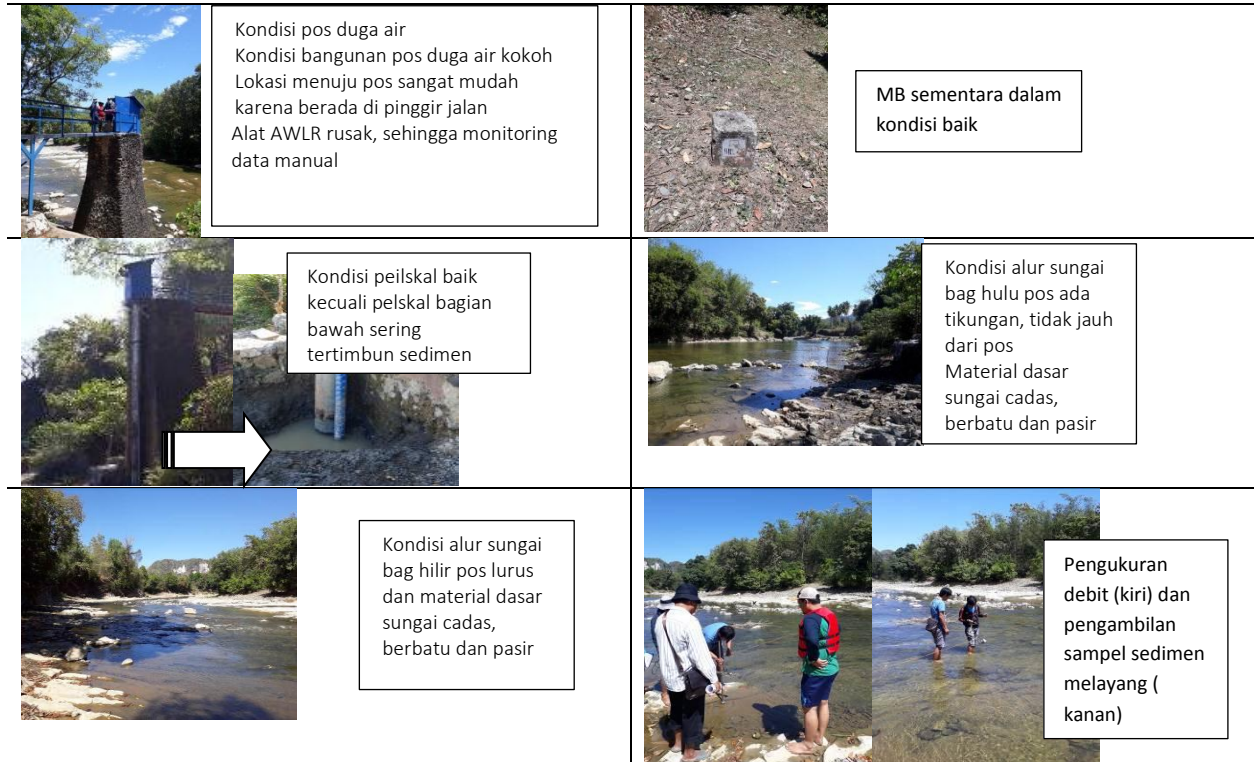
Adapun hasil analisis kendali mutu data sedimen dan data debit di pos duga air S. Maros- Lekopancing seperti pada Tabel 2. Hasil analisis kendali mutu data sedimen QC_{SS-1} sebesar 2,91 masuk dalam kategori Baik dan kendali mutu data debit QC_{Q-1} sebesar 2,61 masuk dalam kategori Baik juga.

Tabel 1 Resume hasil analisis kendali mutu data debit dan sedimen S. Tabo-Tabo – Mangilu Tahun 2017

No.	Kendali Mutu Data Debit	Nilai	Kategori	Kendali Mutu Data Sedimen	Nilai	Kategori
1.	QC_{Q-1}	2,194	Kurang Baik	QC_{SS-1}	2,862	Baik
2.	QC_{Q-2WL}	1,910	Kurang Baik	QC_{SS-2}	2,128	Kurang Baik
3.	QC_{Q-2RC}	2,7	Baik			
4.	QC_{Q-3}	2,278	Kurang Baik			
5.	$QC_{Q-akhir}$	2,296	Kurang Baik	$QC_{SS-akhir}$	2,212	Kurang Baik

Tabel 2 Resume hasil analisis kendali mutu data debit dan sedimen S. Maros – Lekopancing Tahun 2017

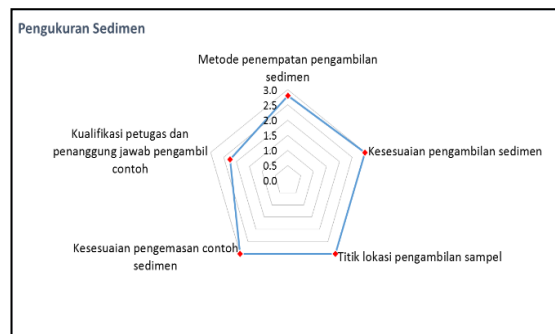
No.	Kendali Mutu Data Debit	Nilai	Kategori	Kendali Mutu Data Sedimen	Nilai	Kategori
1.	QC_{Q-1}	2,610	Baik	QC_{SS-1}	2,915	Baik
2.	QC_{Q-2WL}	2,814	Baik	QC_{SS-2}	2,289	Kurang Baik
3.	QC_{Q-2RC}	2,017	Kurang Baik			
4.	QC_{Q-3}	2,278	Kurang Baik			
5.	$QC_{Q-akhir}$	2,369	Kurang Baik	$QC_{SS-Akhir}$	2,306	Kurang Baik



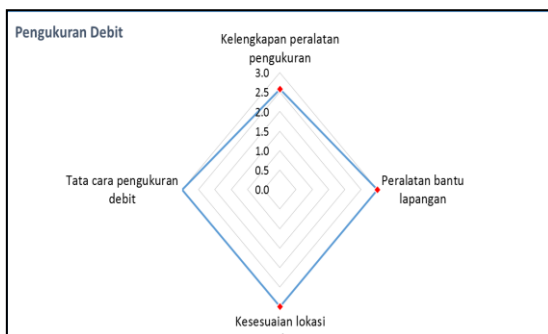
Gambar 19 Foto Kondisi Kinerja Pos Duga Air Tabo Tabo – Mangilu

Berdasarkan diagram radar hasil penilaian pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen melayang QC_{SS-1}, Gambar 20 dan 21, maka dapat disampaikan beberapa rekomendasi sebagai berikut:

- 1 Perlu peningkatan kualifikasi petugas dan penanggung jawab pengambilan sampel sedimen sedimen melayang dengan cara pelatihan atau pendampingan pengukuran langsung oleh tenaga ahli dibidangnya.
- 2 Perlu peningkatan akurasi alat ukur debit dengan cara mengkalibrasi secara rutin.



Gambar 21 Diagram Radar QC_{SS-1} Kriteria Pengukuran Sedimen Melayang di Pos. Tabo Tabo, Mangilu



Gambar 20 Diagram Radar QC_{SS-1} Kriteria Pengukuran Debit di pos Tabo Tabo, Mangilu

Analisis Kendali Mutu Data Sedimen Tahap 2 (QC_{SS-2})

Analisis kendali mutu data sedimen tahap 2 dilakukan dengan melihat kondisi pasangan data pengukuran sedimen melayang dan data pengukuran debit, serta proses dan hasil pembuatan lengkung sedimen. Data debit hasil analisis pada tahap yang sama diperlukan sebagai bahan pertimbangan dalam penilaian kendali mutu data sedimen tahap 2.

Hasil analisis di Sungai Tabo Tabo

Berdasarkan hasil analisis kendali mutu sedimen QC_{SS-2} di Tabo Tabo – Mangilu, lengkung

sedimen masuk kategori Kurang Baik (2,13) karena hasil *ploting* relatif banyak data yang menyebar dan data Q_s belum mencapai Q_w besar. Analisis lengkung sedimen menggunakan data sedimen tahun 1980 – 2017 dengan panjang data sebanyak 99 data sedimen. Gambar 22 menunjukkan bahwa beberapa data menyebar dengan R^2 0,6794, padahal standar yang ditentukan nilai $R^2 \geq 0,70$; sehingga perlu dicek kebenaran datanya.

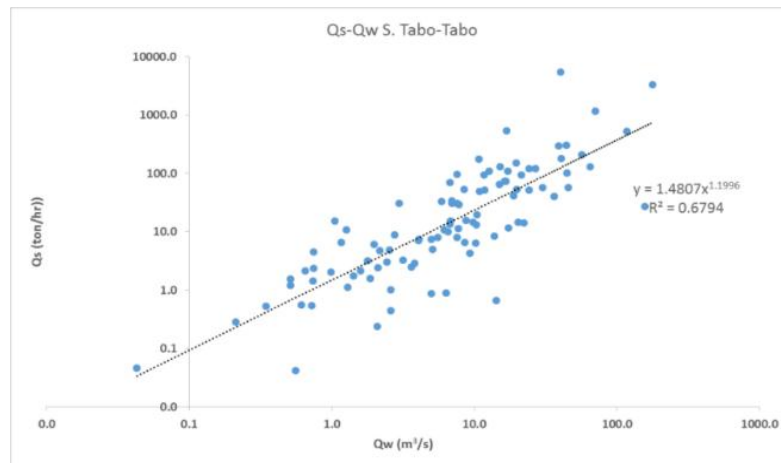
Rekomendasi teknis untuk peningkatan kualitas lengkung sedimen berdasarkan diagram Radar Gambar 23 dan 24, maka perlu dilakukan perbaikan terhadap:

- 1 semua subkriteria pada kelengkapan data kecuali pemeriksaan data TMA ekstrim
- 2 Lengkung sedimen baru dapat dibuat pada TMA tertentu (antara 40% - 60 % dari TMA tertinggi yang terjadi). Perlu pengukuran debit pada TMA sedang sampai tinggi

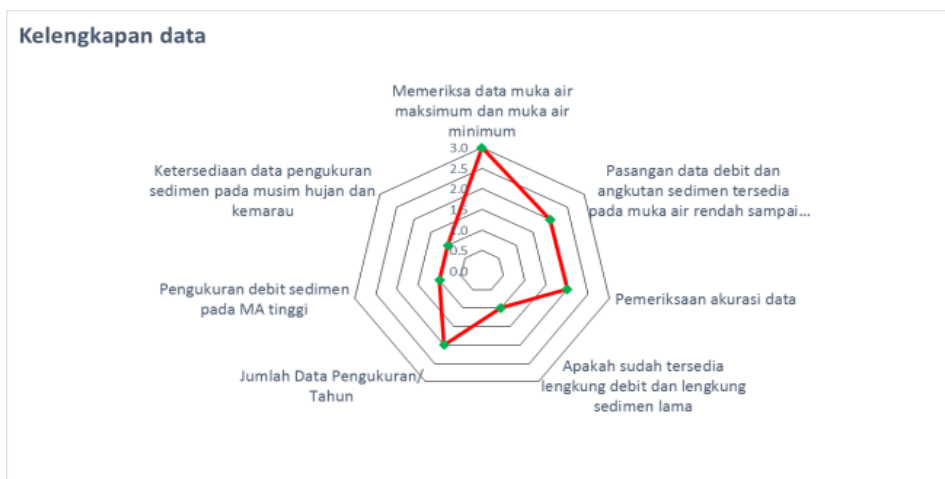
menggunakan alat seperti ADCP, current meter menggunakan perahu, metode slope area.

- 3 Nilai korelasi antara Q_s dan Q_w dengan melakukan identifikasi data yang menyimpang jauh dari garis lengkung. Nilai korelasi tersebut dapat ditingkatkan dengan cara melakukan beberapa perbaikan seperti pembacaan muka air yang benar, pengukuran debit pada TMA sedang sampai tinggi dengan alat seperti ADCP, current meter yang telah dikalibrasi, dan pengambilan sampel sedimen melayang secara benar.

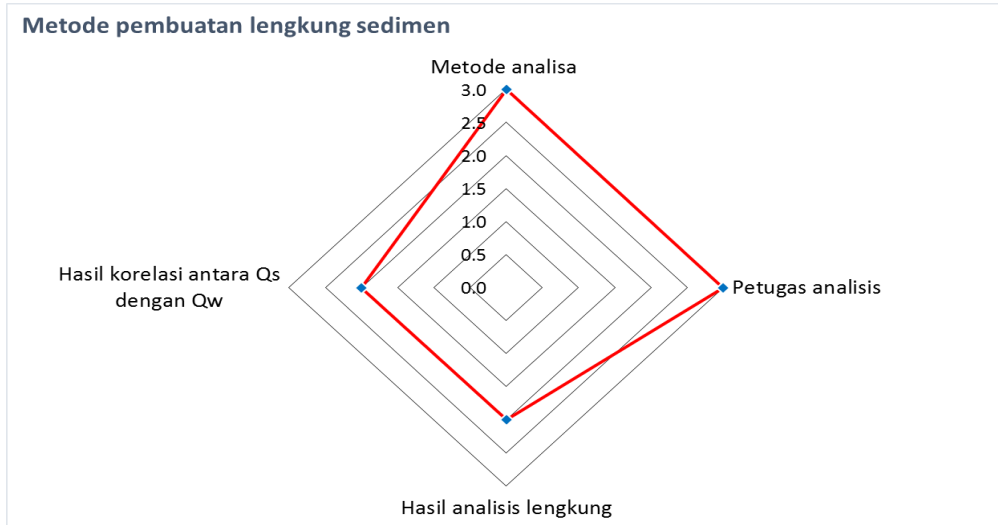
Sedangkan hasil analisis kendali mutu data debit diketahui bahwa QC_{Q-2WL} masuk kategori Kurang Baik karena data TMA manual seperti pada Gambar 25, dan QC_{Q-2RC} masuk dalam kategori Baik karena lengkung dapat dibuat sampai TMA tinggi dan hasil *ploting* relatif tidak menyebar seperti pada Gambar 26.



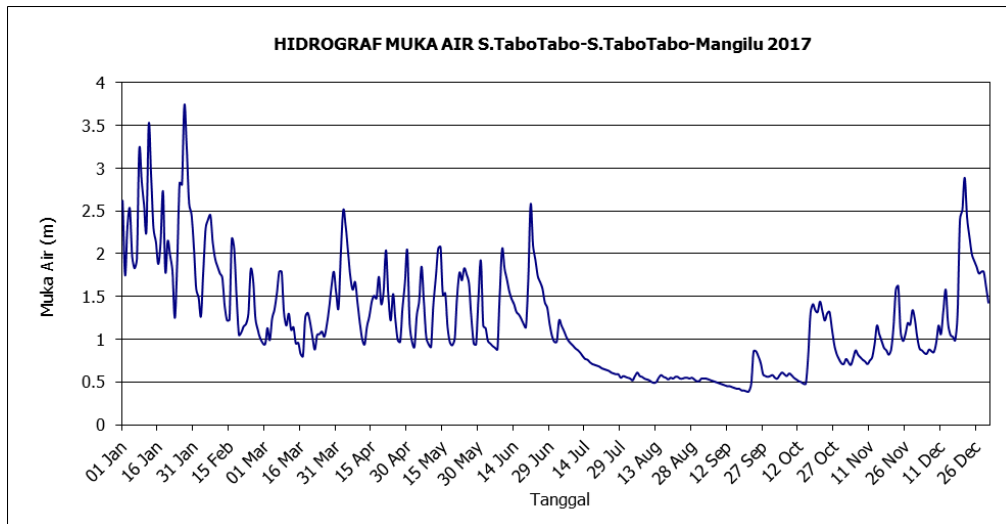
Gambar 22 Lengkung sedimen pos duga air S. Tabo Tabo – Mangilu



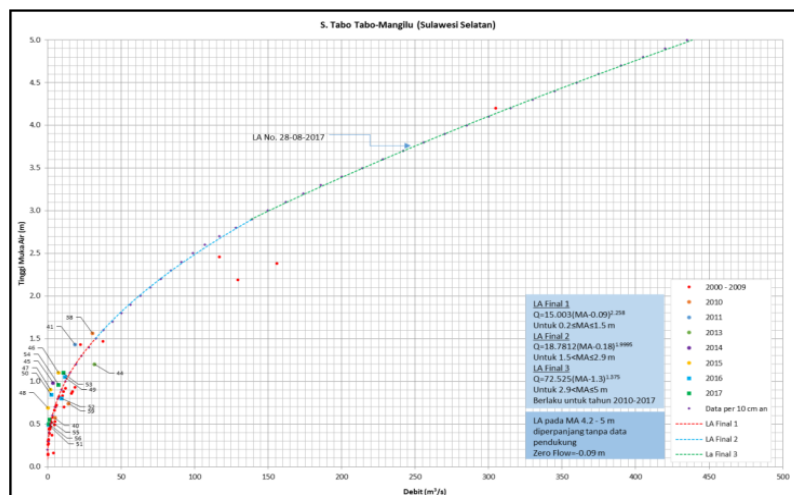
Gambar 23 Diagram Radar SubKriteria Kelengkapan Data pada Analisis QC_{S-2} S. Tabo Tabo – Mangilu



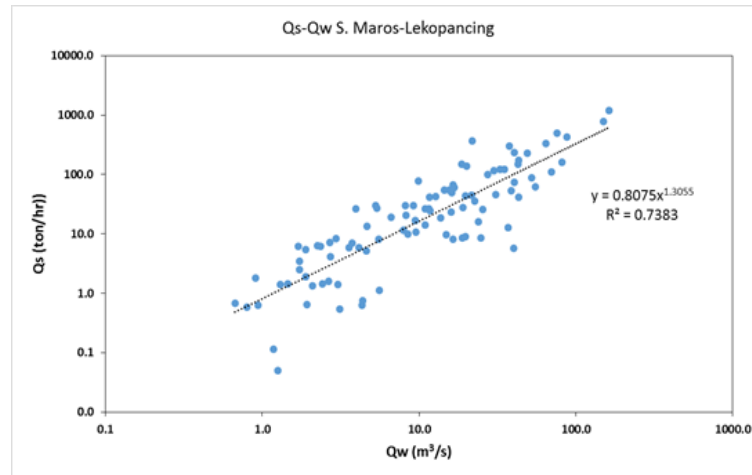
Gambar 24 Diagram Radar Subkriteria Metode Pembuatan Lengkung Sedimen pada Analisis QC_{SS-2} S. Tabo Tabo – Mangilu



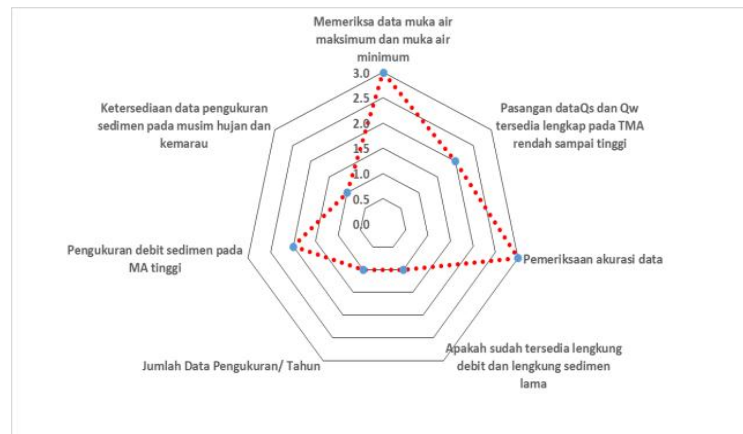
Gambar 25 Grafik Hidrograf Tahun 2017



Gambar 26 Lengkung Debit pos duga air S. Tabo Tabo – Mangilu



Gambar 27 Lengkung sedimen di Sungai. Maros-Lekopancing



Gambar 28 Diagram Radar SubKriteria Kelengkapan Data pada Analisis QC_{SS-2} di Sungai. Maros-Lekopancing

Hasil Analisis Sungai Maros

Hasil analisis kendali mutu sedimen QC_{SS-2} di Maros-Lekopancing menunjukkan bahwa lengkung sedimen masuk kategori Kurang Baik (2,30), padahal hasil *ploting* data relatif tidak menyebar hanya data Qs belum mencapai TMA tinggi. Analisis lengkung sedimen menggunakan data sedimen tahun 1980 – 2017 dengan panjang data sebanyak 99 data sedimen. Gambar 27 menunjukkan bahwa hanya sedikit data yang menyebar dengan R² 0,7383, sebetulnya sudah memenuhi standar yang ditentukan nilai R² ≥ 0,70. Rekomendasi teknis untuk peningkatan kualitas lengkung sedimen berdasarkan diagram Radar Gambar 28 dan 29, maka perlu dilakukan perbaikan terhadap:

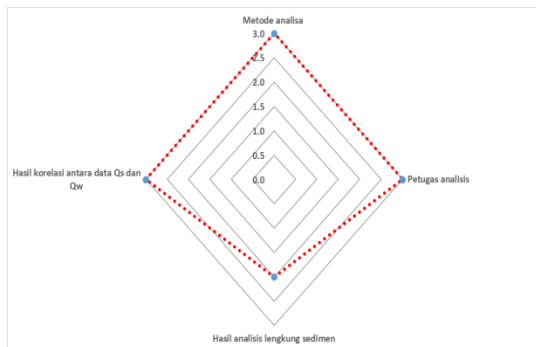
- 1 Pengukuran debit sedimen pada TMA sedang sampai tinggi perlu dilakukan dengan alat seperti ADCP, *current meter* yang telah dikalibrasi dengan perahu;
- 2 Jumlah pasangan data Qw dan Qs tiap tahun harus bisa lebih dari 5 data, dengan cara peningkatan periode pengukuran.

Analisis Kendali Mutu Data Sedimen Tahap Akhir (QC_{SS-Akhir})

Analisis kendali mutu data sedimen melayang tahap akhir (QC_{SS-akhir}) dilakukan dengan cara mengkombinasikan penilaian antara QC_{Q-akhir} pada kendali mutu data debit dengan QC_{SS-2} kendali mutu data sedimen melayang dengan bobot sama, yaitu masing-masing 0,50. Hasil analisis QC_{SS-akhir} di sungai Tabo Tabo – Mangilu seperti pada Tabel 1 menunjukkan bahwa QC_{SS-akhir} masuk dalam kategori Kurang Baik dengan nilai 2,21. Sedangkan hasil analisis QC_{SS-akhir} di sungai Maros - Lekopancing seperti pada Tabel 2 menunjukkan bahwa QC_{SS-akhir} masuk dalam kategori Kurang Baik dengan nilai 2,31.

Model kendali mutu data sedimen ini diharapkan dapat memberikan masukan serta menjadi acuan bagi pengelola hidrologi di daerah guna meningkatkan pengelolaan data lapangan, kontinuitas dan kualitas data, sehingga pengguna data dapat memperoleh data hidrologi khususnya

data sedimen secara cepat mudah, lengkap dan akurat.



Gambar 29 Diagram Radar Subkriteria Metode Pembuatan Lengkung Sedimen di Sungai. Maros-Lekopancing

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan model, uji coba dan penerapan, serta sosialisasi kendali mutu data sedimen dapat disimpulkan bahwa model kendali mutu data sedimen ini sudah melalui diskusi secara intensif dengan para ahli, ujicoba dan penerapan di lapangan, sosialisasi dengan pengelola, serta *Focus Group Discussion* maka sudah layak digunakan oleh para pengelola.

Model kendali mutu data sedimen ini dapat diterapkan secara mudah, efektif dan efisien karena kriteria dan sub kriteria yang ada mudah dipahami, sederhana, dan obyektif. Keunggulan dari model ini antara lain penerapan kendali mutu mudah dilakukan karena formulir penilaian telah dilengkapi dengan keterangan yang jelas dan mudah dipahami, analisis kendali mutu dengan mudah dapat dilakukan karena nilai otomatis muncul pada aplikasi yang telah tersedia dengan perangkat lunak Excel, peningkatan atau perbaikan dapat dengan mudah dilakukan dan tepat sasaran berdasarkan rekomendasi teknis yang digambarkan dengan Diagram RADAR.

Hasil uji coba dan penerapan kendali mutu data sedimen di pos duga air Tabo Tabo - Mangilu dan Maros - Lekopancing menunjukkan bahwa kondisi kualitas data sedimen di Maros-Lekopancing sedikit lebih baik dibandingkan dengan Tabo Tabo-Mangilu. Kondisi kualitas data masing-masing pos adalah hasil analisis kendali mutu di pos TaboTabo - Mangilu tahap 1 (QC_{SS-1}), tahap 2 (QC_{SS-2}), dan tahap akhir ($QC_{SS-akhir}$) berturut-turut mempunyai nilai 2,86 (Baik), 2,13 (Kurang Baik), dan 2,21 (Kurang Baik), serta hasil analisis kendali mutu di pos Maros - Lekopancing tahap 1 (QC_{SS-1}), tahap 2 (QC_{SS-2}), dan tahap akhir ($QC_{SS-akhir}$) berturut-turut mempunyai nilai 2,91

(Baik), 2,29 (Kurang Baik), dan 2,31 (Kurang Baik).

Berdasarkan rekomendasi teknis yang digambarkan dalam diagram Radar kedua pos tersebut, maka rekomendasi perbaikan atau peningkatan yang perlu dilakukan perlu peningkatan kualifikasi petugas dan penanggung jawab pengambilan sampel sedimen melayang dengan cara pelatihan atau pendampingan pengukuran langsung oleh tenaga ahli dibidangnya, perlu peningkatan akurasi alat ukur debit dengan cara mengkalibrasi secara rutin, perlu pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen melayang pada TMA sedang sampai tinggi dengan alat ADCP atau *Current Meter* dengan sarana bantu perahu, melakukan pengambilan sampel sedimen melayang dengan benar sesuai dengan acuan normatif. Hal ini akan menghasilkan data debit sedimen melayang yang valid, dan perlu peningkatan jumlah pengukuran debit dan pengambilan sampel sedimen melayang (sesuai SNI SNI 3414:2008 minimal 6 kali dalam setahun).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Ir. Irfan Sudono, MT yang memberikan kesempatan untuk dapat melakukan penelitian dan saran-saran perbaikan, Mirwan Rofiq G dan dan Asep Ferdiansyah yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeloye, et al, 2009, *water supply reservoirs model*, Enviromental Modelling and Software.
- Hamilton,S. 2012. *The 5 Essential Elements of a Hydrological Monitoring Programme*, Bulletin Vol. 61 (1)
- Mirwan Rofiq G dan S.M Yuningsih, 2017. Penerapan Model Kendali Mutu Data Hidrologi Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Data, Jurnal Sumber Daya Air Vol.13 No. 2 November 2017: 131 –146
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. 2014. Model Sistem *Kendali Mutu Data Hidrologi*. Pusat penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum. Desember 2014.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. 2015. *Naskah Ilmiah Kendali Mutu Data Hidrologi*. Pusat penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum. Desember 2015.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. 2016. *Konsep Pedoman Kendali Mutu Data Debit*. Pusat penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum. Desember 2016.

Republik Indonesia. 2008. *UU No. 14/2008 tentang Keterbukaan Informasi Publik*. Sekretariat Negara. Jakarta.

Saaty, T. 2004, *The Analytic Hierarchy Process (AHP)*, Geoff Coyle: *Practical Strategy. Open Access Material*

World Meteorological Organization (WMO). 2010. *Manual on Stream Gauging.*, No.1044, Vol I. Geneva: World Meteorological Organization

World Meteorological Organization (WMO). 2008. *The Guide to Hydrological Practices.*, No.168, Vol 1. Geneva: World Meteorological Organization

World Meteorological Organization (WMO). 2004. *Guidelines on Quality Control Procedures for Data from Automatic Weather Stations*. Geneva: World Meteorological Organization

World Meteorological Organization (WMO), No. 1001, Vol. 1, 2011, *Guide to the Quality Management System for the Provision of Meteorological Service for International Air Navigation*. Geneva: World Meteorological Organization

Zahumensky, I. 2004. *Guidelines on Quality Control Procedures fro Data from Automatic Weather stations*. WMO Expert team on requirements for data from Automatic Weather Stations. Third Session.

LAMPIRAN 1

1. Hasil Analisis Kendali Mutu Data Debit di Pos Duga Air Tabo Tabo-Mangilu

QC _{Q-1} Kondisi Pos Duga Air			
Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Kesesuaian lokasi pos	0,129	2,358	0,304
Kondisi pos dan bangunan	0,074	2,434	0,180
Kinerja alat	0,549	1,790	0,983
Kinerja Pengamat	0,248	2,932	0,727
			2,194
			Kurang Baik
QC _{Q-2W1} Data Muka Air			
Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Kondisi Pos	0,185	2,300	0,426
Kinerja Alat	0,532	1,502	0,799
Kinerja Pengamat	0,185	2,874	0,532
Analisis MA	0,097	1,581	0,153
			1,910
			Kurang Baik
QC _{Q-2RC} Lengkung Debit			
Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Analisis data pengukuran debit	0,25	2,221	0,555
Pembuatan lengkung debit	0,75	2,860	2,145
			2,700
			Baik
QC _{Q-3} Konversi Data TMA ke Qrata-rata			
Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Informasi pos	0,105	3,000	0,315
Aliran maksimum	0,258	2,750	0,710
Kondisi data debit	0,637	1,967	1,253
			2,278
			Kurang Baik

2. Hasil Analisis Kendali Mutu Data Sedimen Pos Duga Air Tabo Tabo-Mangilu

QC _{SS-1} Pengukuran Debit dan Sedimen			
Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Pengukuran Debit	0,6	2,83	1,698
Pengukuran Sedimen	0,4	2,91	1,164
			2,862
			Baik

QC_{SS-2} Pembuatan Lengkung Sedimen

Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Kelengkapan data	0,6	1,836	1,102
Metode pembuatan lengkung sedimen	0,4	2,567	1,027
			2,128
			Meragukan

Lampiran 2

1. Hasil Analisis Kendali Mutu Data Debit Pos Duga Air Maros-Lekopancing

QC_{Q-1} Kondisi Pos Duga Air

Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Kesesuaian lokasi pos	0,129	2,333	0,301
Kondisi pos dan bangunan	0,074	3,000	0,222
Kinerja alat	0,549	2,446	1,343
Kinerja Pengamat	0,248	3,000	0,744
			2,610
			Baik

QC_{Q-2WL} Data Muka Air

Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Kondisi Pos	0,185	3,000	0,555
Kinerja Alat	0,532	2,669	1,420
Kinerja Pengamat	0,185	3,000	0,555
Analisis MA	0,097	2,926	0,284
			2,814
			Baik

QC_{Q-2RC} Lengkung Debit

Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Analisis data pengukuran debit	0,25	2,062	0,516
Pembuatan lengkung debit	0,75	2,002	1,502
			2,017
			Kurang Baik

QC_{Q-3} Konversi Data TMA ke Qrata-rata

Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Informasi pos	0,105	3,000	0,315
Aliran maksimum	0,258	2,750	0,710
Kondisi data debit	0,637	1,967	1,253
			2,278
			Kurang Baik

2. Hasil Analisis Kendali Mutu Data Sedimen Pos Duga Air Maros-Lekopancing

QC_{SS-1} Pengukuran Debit dan Sedimen

Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Pengukuran Debit	0,6	2,937	1,762
Pengukuran Sedimen	0,4	2,881	1,152
			2,915
			Baik

QC_{SS-2} Pembuatan Lengkung Sedimen

Kriteria	Bobot	Hasil (Bobot x AHP)	Total penilaian
Kelengkapan data	0,6	1,998	1,199
Metode pembuatan lengkung sedimen	0,4	2,725	1,090
			2,289
			Kurang Baik