

PEMODELAN PERUBAHAN DISSOLVED OXYGEN PADA POLUTAN DAN SEDIMENTASI DI PERTEMUAN DUA SUNGAI MELALUI PENDEKATAN SEM

Uswatun Hasanah¹, Susilahudin Putrawangsa²

¹STMIK Bumigora Mataram, Jalan Ismail Marzuki Mataram

²Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Mataram, Jalan Gajah Mada No 100 Mataram

¹uswatun@stmikbumigora.ac.id, ²susputrawangsa@gmail.com

ABSTRACT

Confirmatory analysis on *SEM* has been done involving some indicators of latent variable measure. Latent variable measure indicators of pollutant are *DO*, *COD*, *BOD*, temperature, and pH. While latent variable measure indicators of pollutant and sedimentation are *TSS*, *TDS*, *COD*, *BOD* and *DO*. The data are collected in a confluence of two rivers therefore it directly relates to river hydrodynamic elements such as water debit, water velocity, and river deepness. *DO* is served as the condition for food availability at water ecosystem and the limit factor or the main regulator for water organisms' health and sustainability. Through the classic test, multicollinearity condition and confirmatory analysis at SEM with the assistent of LISREL result that the estimation of *DO* concentration is significant and has a positive relationship toward the pollutant with loading factor $\lambda = 0.6$ and $t_{hit} = 14.38$. Meanwhile, *DO* concentration in pollutant and sedimentation is not significant which means *DO* indicator is not valid to measure pollutant and sedimentation in the confluence of two rivers which loading factor $\lambda = - 0.015$ and $t_{hit} = - 0.23$. Therefore, it can be concluded that sedimentation influences the change of *DO*.

Keywords: *DO*, SEM, Pollutant, Sedimentation

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi memberikan dukungan untuk penelitian-penelitian yang berkaitan dengan air. Hal ini disebabkan karena air adalah sumber kehidupan yang harus dijaga kualitasnya. Oleh sebab itu, pemerintah menetapkan peraturan dalam PP No. 82 Tahun 2001 Pasal 8 Ayat 1 menyatakan kriteria mutu air [1]. Namun pada kenyataannya, ada beberapa sungai yang sudah tercemar kualitasnya yang disebabkan secara alami maupun tidak. Secara alami disebabkan karena alam seperti banjir, tanah longsor, dan erupsi vulkanik gunung meletus. Adapun pencemaran secara tidak alami disebabkan oleh pembuangan limbah domestik, limbah industri dan tambang emas, penggunaan pestisida yang berlebihan menyebabkan sumber penyakit seperti yang terjadi di kali Kenjeran Surabaya yaitu kasus gejala idiot pada anak-anak. Hal ini disebabkan karena masyarakat di sekitar kali Kenjeran memiliki ASI yang mengandung merkuri dan timbal [2].

Beberapa indikator pengukur kualitas air sungai adalah *Total Suspended Solid (TSS)*, *Total Dissolve Solid (TDS)*, *Dissolved Oxygen (DO)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biological Oxygen Demand (BOD)*, timbal, lemak, protein dan lain-lain yang merupakan material-material biologis dan kimiawi. Salah satu indikator yang perlu diperhatikan yaitu indikator *DO*. *DO* mencerminkan kemampuan badan air dalam menyesuaikan diri kehadiran beban

pencemar sehingga *DO* dijadikan sebagai syarat bagi ketersediaan pangan dalam ekosistem perairan dan faktor pembatas atau pengatur utama bagi kesehatan dan keberlangsungan hidup organisme perairan [3]. Oksigen terlarut dalam suatu perairan yang dapat dinyatakan sebagai jumlah oksigen dalam jumlah air tertentu yang akan dimanfaatkan oleh organisme air untuk pernapasan, reproduksi dan kesuburan. Kadar *DO* memberikan tanda bahwa air tersebut masih segar atau tidak untuk memenuhi kebutuhan. Kadar *DO* biasanya berasal dari hasil penguraian zat-zat organik dalam air yaitu dibebaskannya gas-gas berbau busuk yang dapat membahayakan kesehatan. Kadar *DO* di perairan Indonesia berkisar 4,5 – 7,0 miligram/liter.

Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu korelasi hidrodinamika dengan penyebaran polutan pada pertemuan dua sungai. Penelitian ini menghasilkan bahwa konsentrasi *Dissolved Oxygen (DO)* signifikan dan mempunyai hubungan positif pada polutan, artinya konsentrasi *DO* mempengaruhi tingkat pencemaran sungai atau polutan. Hasil estimasi sebanyak 35 kali secara model structural sebesar 0.6 dan nilai-t secara analisis konfirmatori sebesar 14.38. Indikator *DO* valid untuk mengukur kualitas air berdasarkan model pengukuran yang menunjukkan hasil estimasi muatan faktor antara variabel *DO* terhadap variabel kualitas air yaitu $x = 0.60$, $\xi, \lambda (SE) = 0.042$ dan $t_{hitung} = 14.38$ [4].

Berbeda dengan penelitian lainnya menjelaskan bahwa konsentrasi DO dalam air permukaan (0 m) sungai Layang dan Sungai Antan berkisar antara 3.54 – 4.08 ml lebih tinggi dibandingkan dengan di kedalaman dekat dasar (2.97 – 3.30 ml). Penurunan kadar oksigen diperoleh pada kedalaman 5 meter sampai kedalaman dekat dasar. Menurunnya kadar oksigen terlarut pada kedalaman yang semakin dekat ke dasar perairan. Pada umumnya dipengaruhi oleh sedimentasi yang tinggi dari aliran sungai Layang dan Sungai Antan sehingga mengakibatkan terjadinya kekeruhan yang dapat menghalangi kelancaran proses fotosintesis dan proses difusi udara [5]. Oleh sebab itu, TSS dan Kedalaman memiliki hubungan secara fungsional terhadap perubahan konsentrasi DO di suatu perairan [6].

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan pemodelan perubahan oksigen (DO) pada polutan dan sedimentasi di pertemuan dua sungai. Hal ini dilakukan karena sedimentasi sebagai indikator kondisi yang terjadi di daerah aliran sungai akibat penggerusan secara terus menerus. Oleh sebab itu, diperlukan monitoring sungai terhadap sedimentasi karena akibatnya dapat merugikan kehidupan organisme air dan menimbulkan beberapa penyakit. Kegiatan pemodelan ini dapat memberikan gambaran dari suatu keadaan, obyek dan kejadian. Model yang digunakan adalah model parametrik, artinya model ini umumnya digunakan untuk mendapatkan pernyataan matematik yang mengungkapkan fungsi dari suatu kejadian [7]. Model parametrik DO dapat dianalisis berdasarkan hasil simulasi dari LISREL. LISREL merupakan salah satu *software* untuk aplikasi *structural equation modelling* yang dikembangkan oleh Karl Joreskog dan Dag Sorbom pada tahun 1970. Dalam kajiannya, *software* ini mampu mengolah data yang memiliki pola hubungan yang rumit dan kompleks, menguji kausalitas dalam teori dan *confirmatory technique* untuk menguji teori [8].

2. Metodologi

Analisis faktor konfirmatori pada *Structural Equation Modelling* (SEM) digunakan untuk menalisa model struktural dan pengukuran yang dibantu dengan perangkat lunak *Lisrel*. Analisis faktor konfirmatori pada pengujian model pengukuran untuk mengevaluasi model analisis polutan, dan model analisis polutan dan sedimentasi pada pertemuan dua sungai.

2. 1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada pertemuan dua sungai seperti terlihat pada gambar di bawah ini:

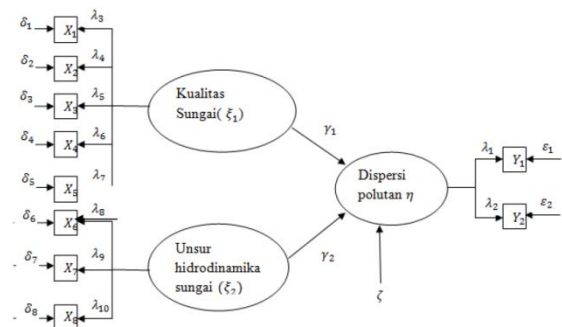


Gambar 1. Lokasi Pengambilan Data

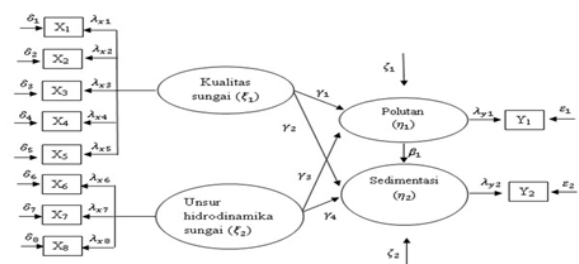
Gambar 1 menunjukkan bahwa bentuk sungai seperti huruf Y dimana anak sungai masuk ke induk sungai dan akan mempengaruhi kualitas air induk sungai. Sungai ini terletak di Mojokerto dengan sungai Surabaya sebagai induk sungai dan sungai Marmoyo sebagai anak sungai. Hal ini diperlukan untuk menganalisis model polutan dan sedimentasi pada pertemuan dua sungai.

2. 2 Diagram Lintasan Model Penelitian

Konseptualisasi model dilakukan pertama kali di dalam merumuskan model masalah secara struktural. Hal ini dilakukan untuk pengembangan hipotesis dalam menghubungkan antar variabel laten dan indikator-indikatornya. Hubungan tersebut digambarkan pada diagram-diagram alur berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alur Pengukur Polutan



Gambar 3. Diagram Alur Pengukur Polutan dan Sedimentasi

2. 3 Indikator Model Pengukuran

Ada dua model pengukuran yang akan dianalisis dan merupakan dua hal yang berkelanjutan dimana polutan akan membentuk suatu sedimentasi di daerah aliran sungai. Adapun parameter kualitas air untuk mengukur polutan adalah *Dissolved Oxygen* (DO), *Chemycal Oxygen Demand* (COD, *Biologycal Oxygen Demand* (BOD)), suhu dan pH. Sedangkan parameter kualitas air untuk mengukur polutan dan sedimentasi yaitu *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolve Solid* (TDS), *Chemycal Oxygen Demand* (COD), dan *Biologycal Oxygen Demand* (BOD), dan *Dissolved Oxygen* (DO) [9]. Adapun dua parameter tersebut dikaitkan dengan unsur hidrodinamika sungai yaitu debit, kecepatan dan kedalaman air. Hal ini disebabkan karena parameter-parameter tersebut berhubungan langsung dengan unsur-unsur hidrodinamika sungai.

Parameter DO adalah salah satu parameter yang digunakan untuk menguji dua model pengukuran yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini.

2. 4 Model *Linier Structural Relationship* (LISREL)

Metode *Structural Equation Modelling* (SEM) dibantu dengan perangkat lunak LISREL yang memiliki model persamaan sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \eta &= B\eta + \gamma\xi + \zeta \\ Y &= \lambda_y\eta + \varepsilon \\ X &= \lambda_x\xi + \delta \end{aligned} \right\} \quad 1$$

Notasi pada persamaan (1) dapat diartikan bahwa η adalah variabel laten endogen dengan loading faktor antar variabel laten endogen dan eksogen yaitu B dan γ serta error ζ . Sedangkan Y dan X adalah variabel indikator untuk variabel endogen dan eksogen yang memiliki error ε dan δ .

3. Pembahasan

3.1. Asumsi dalam SEM

a. Uji Normalitas Indikator

Terdapat lima indikator pengukur kualitas air untuk menguji polutan dan menguji polutan dan sedimentasi dengan melibatkan beberapa unsur hidrodinamika sungai seperti debit, kecepatan dan kedalaman sungai. Asumsi yang harus dipenuhi pada SEM adalah uji normalitas data. Adapun data dari indikator pengukur polutan adalah berdistribusi normal berdasarkan uji statistik diperoleh $\chi^2_{hitung} = 46.77$ lebih kecil dari $\chi^2_{tabel} = 77.9$. Sedangkan untuk data indikator pengukur polutan dan sedimentasi berdasarkan uji statistik diperoleh nilai $p > 0.05$ pada Skewness maupun Kurtosis sehingga data tersebut berdistribusi normal.

Jadi dapat disimpulkan bahwa data sampel untuk menguji polutan maupun polutan dan sedimentasi memenuhi asumsi normalitas.

b. Analisis Multikolinieritas Indikator

Uji multikolinieritas bertujuan untuk menguji hubungan antar variabel bebas yaitu semua indikator pengukur. Adapun hasil uji multikolinier data sampel dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Uji Multikoliniertitas Indikator Kualitas Air pada Polutan

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,918	0,842	0,829	0,05023

Tabel 2. Hasil Uji Multikoliniertitas Indikator Kualitas Air pada Polutan dan Sedimentasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,869	0,748	0,728	1,35187

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 terlihat bahwa semua variabel independen telah bisa mengukur variabel dependen.

3.2. Analisis Faktor Konfirmatori (CFA)

LISREL menyediakan uji CFA digunakan untuk menguji validitas dan reliabilitas suatu indikator pengukur variabel dependen. Berdasarkan hasil uji konfirmatori dari indikator Kualitas Air pada Polutan di pertemuan dua sungai diperoleh:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 0.60 \times \xi_1, t_h = 14.38 \\ x_2 &= 5.56 \times \xi_1, t_h = 13.32 \\ x_3 &= 1.74 \times \xi_1, t_h = 13.71 \\ x_4 &= 1.39 \times \xi_1, t_h = 13.07 \\ x_5 &= 0.22 \times \xi_1, t_h = 13.71 \\ x_6 &= 3.19 \times \xi_2, t_h = 14.42 \\ x_7 &= -0.018 \times \xi_2, t_h = -13.54 \\ x_8 &= -0.25 \times \xi_2, t_h = -10.59 \end{aligned} \right\} \quad 2$$

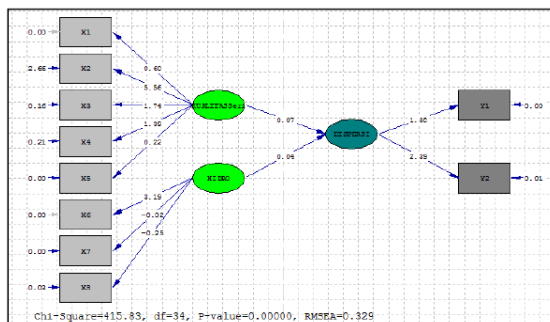
Sedangkan hasil uji konfirmatori dari indikator Kualitas Air pada Polutan dan Sedimentasi pada pertemuan dua sungai diperoleh:

$$\left. \begin{aligned}
 x_1 &= 216.65 \times \xi_1, t_h = 9.50 \\
 x_2 &= -12.56 \times \xi_1, t_h = -3.57 \\
 x_3 &= 1.58 \times \xi_1, t_h = 7.11 \\
 x_4 &= 11.17 \times \xi_1, t_h = 12.73 \\
 x_5 &= -0.015 \times \xi_1, t_h = -0.23 \\
 x_6 &= 33.52 \times \xi_2, t_h = 10.60 \\
 x_7 &= 0.57 \times \xi_2, t_h = 5.82 \\
 x_8 &= 0.032 \times \xi_2, t_h = 4.26
 \end{aligned} \right\} 3$$

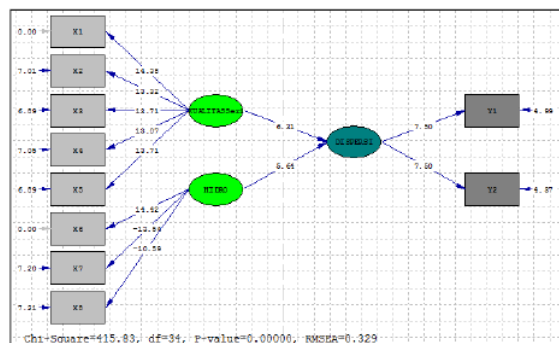
Persamaan (2) dan (3) menunjukkan besarnya nilai loading factor dari setiap indikator pengukur yang akan terlihat valid dengan besaran t_{hitung} . Artinya, nilai $|t_{hitung}|$ yang lebih besar dari 2.00 menunjukkan bahwa setiap indikator valid untuk mengukur variabel laten.

3.3. Model Struktural Indikator Pengukur Polutan

Untuk mengevaluasi setiap indikator pengukur polutan diperlukan analisis model struktural dan berdasarkan persamaan (2) diperoleh diagram alir sebagai berikut:



Gambar 4. Model Dasar Estimasi Pengukur Polutan



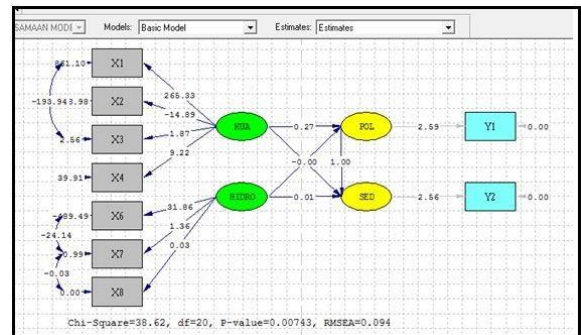
Gambar 5. Model Dasar t-value Pengukur Polutan

Persamaan (2) dan Gambar 5 menunjukkan bahwa setiap indikator pengukur yaitu DO, COD, BOD, Suhu, pH, Debit, Kecepatan dan Kedalaman air adalah signifikan untuk mengukur polutan sehingga dengan kata lain variabel DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan salah satu indikator yang valid

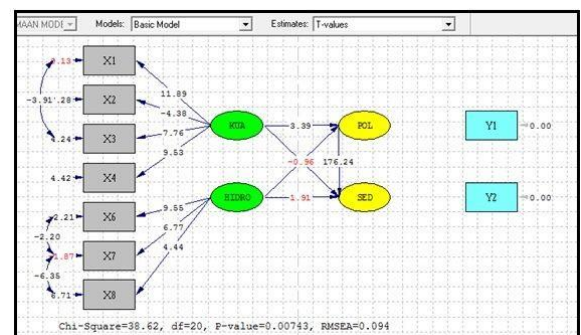
untuk mengukur tingkat kualitas air sungai yang berkaitan dengan polutan.

3.4. Model Struktural Indikator Pengukur Polutan dan Sedimentasi

Adapun diagram alir hasil estimasi Lisrel seperti yang terlihat pada persamaan (3) yaitu:



Gambar 6. Model Dasar Estimasi Pengukur Polutan dan Sedimentasi



Gambar 7. Model Dasar t-value Pengukur Polutan dan Sedimentasi

Persamaan (3) menunjukkan bahwa *loading factor* indikator DO sebesar -0.015 dengan $t_{hitung} = -0.23$ sehingga DO tidak signifikan untuk mengukur polutan dan sedimentasi sehingga indikator DO tidak digunakan untuk menganalisis tingkat kualitas air sungai yang berkaitan dengan polutan dan sedimentasi. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7, indikator DO tidak dapat dianalisis lanjut karena tidak valid.

4. Simpulan

Dari uraian yang telah dijelaskan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa model analisis faktor konfirmatori variabel DO untuk mengukur polutan dan sedimentasi di pertemuan dua sungai adalah $DO = -0.015$ Kualitas air, $t_h = -0.23$ sehingga variabel DO tidak digunakan (tidak valid) untuk mengukur polutan dan sedimentasi. Artinya, DO dipengaruhi oleh polutan dan sedimentasi yang menyebabkan penyebaran oksigen semakin berkurang akibat sedimen pada dasar air.

Daftar Pustaka

- [1] Saifi Khairil Amin. 2014. *Kajian Penentuan Status Mutu Air Di Kali Kloang Kabupaten Pamekasan (Metode Storet, Metode Indeks Pencemaran, Metode CCME WQI, dan Metode OWQI)*. Jurnal Ilmiah Universitas Brawijaya.
- [2] Arisandi, Prigi. (2004), “*Kali Surabaya Sudah Mati*”, Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah. Surabaya.
- [3] Butts, T.A., Schnepfer, D.H., and Evans, R.L., 1970. *Dissolved Oxygen Resources and Waste Assimilative Capacity of the La Grange Pool, Illinois River*, Report of Investigation 64, State of Illinois, Department of Registration and Education.
- [4] Suryanti, S. (2013), *Korelasi Hidrodinamika Dengan Penyebaran Polutan Pada Pertemuan Dua Sungai*, Penelitian Tesis, Pasca Sarjana Matematika, FMIPA-ITS, Surabaya
- [5] Marojahan Simanjuntak. 2007. Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Juni 2007. Vol. 12 (2): 59 – 66.
- [6] Mukti Ali Imran. 2014. *Penggunaan Model Regresi Linier untuk Menyatakan Hubungan Fungsional Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut terhadap Parameter Fisika-kimia Air Sungai Secang Kulon Progo*. Berkala MIPA 24(2). Hal 206 -218. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [7] Budi Harsoyo. 2010. *Review Modeling Hidrologi DAS di Indonesia*. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 11 No 1, hal 41-47.
- [8] Marini. 2012. *Kajian Penggunaan Software AMOS/LISREL Berdasarkan Pendekatan TAM. Studi Kasus Penggunaan Software pada Pemodelan Persamaan Structural (SEM) di perguruan Tinggi*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012 (SNATI 2012) ISSN:1907-5022.