

## ABSTRAK

Ide dasar dari regresi nonparametrik adalah mempersilakan data menentukan sendiri fungsi regresi terbaik tanpa dipaksa untuk mengikuti bentuk khusus tertentu. Dengan demikian, metode regresi nonparametrik adalah secara umum lebih fleksibel, dan tidak untuk menangani struktur data yang diabaikan atau data hilang. Dalam kasus riil, sering ditemukan permasalahan yang melibatkan dua atau lebih variabel respon yang diamati pada beberapa nilai dari variabel prediktor, dan terdapat korelasi antar variabel respon. Model regresi nonparametrik multirespon memiliki kemampuan untuk memodelkan fungsi yang menggambarkan pola hubungan dari variabel-variabel tersebut.

Permasalahan utama dalam model regresi nonparametrik multirespon adalah menentukan estimator fungsi regresi. Estimator *smoothing spline* memiliki kemampuan yang fleksibel dalam pengestimasian fungsi regresi dalam model ini. Oleh karena itu, tujuan dari penulisan disertasi ini adalah mengkaji metode baru untuk: mengestimasi fungsi regresi berdasarkan estimator *smoothing spline*, mengestimasi matriks kovariansi, memilih parameter penghalus optimal, dan menentukan sifat asimtotik estimator spline dalam model regresi nonparametrik multirespon. Selain itu, dikaji pula metode untuk prediksi tekanan darah yang dipengaruhi oleh *body mass index* (BMI) berdasarkan estimator *smoothing spline* dan estimator *truncated spline*.

Hasil pengkajian menunjukkan bahwa estimasi fungsi regresi dalam model regresi nonparametrik multirespon berdasarkan estimator *smoothing spline* merupakan fungsi linier dalam observasi, estimasi matriks kovariansi merupakan matriks diagonal, parameter penghalus optimal diperoleh berdasarkan nilai minimum dari *generalized cross validation* (GCV), dan estimator *smoothing spline* untuk mengestimasi fungsi regresi merupakan estimator konsisten. Dari studi simulasi telah ditunjukkan bahwa pemilihan parameter penghalus ( $\lambda$ ) dapat mempengaruhi hasil estimasi model, yakni  $\lambda$  kecil memberikan hasil estimasi yang terlalu kasar,  $\lambda$  besar memberikan hasil estimasi yang terlalu mulus, dan  $\lambda$  optimal memberikan hasil estimasi terbaik. Diperoleh pula plot kurva estimasi dan nilai prediksi tekanan darah systole dan diastole berdasarkan estimator *smoothing spline*. Lebih lanjut berdasarkan estimator *truncated spline* diperoleh estimasi tekanan darah systole berupa spline orde satu dengan dua titik knot, yakni 19 dan 28,5; serta diperoleh estimasi tekanan darah diastole berupa spline orde satu dengan satu titik knot, yakni 19. Selanjutnya, berdasarkan nilai *mean squared error* (MSE), diperoleh bahwa MSE pendekatan regresi nonparametrik adalah 155,1437 yang lebih kecil dari pada MSE pendekatan regresi parametrik yakni 173,8793. Ini berarti bahwa pendekatan regresi nonparametrik adalah lebih baik dari pada pendekatan regresi parametrik untuk kasus data yang diteliti. Pendekatan regresi nonparametrik multirespon berdasarkan estimator *smoothing spline* adalah lebih baik dari pada pendekatan regresi nonparametrik multirespon berdasarkan estimator *truncated spline* untuk data tekanan darah dan BMI. Untuk keperluan prediksi, estimator *smoothing spline* adalah lebih baik dari pada estimator *truncated spline*, sedangkan untuk keperluan interpretasi, estimator *truncated spline* adalah lebih baik dari pada estimator *smoothing spline*.

**Kata Kunci :** BMI, Estimator Smoothing Spline, Estimator Truncated Spline, Regresi Nonparametrik Multirespon, Sifat Asimtotik, Tekanan Darah.

## ABSTRACT

The basic idea of nonparametric regression is to let the data decide which regression function fits the best without imposing any specific form on it. Consequently, nonparametric regression methods are in general more flexible. They can uncover structure in the data that might otherwise be missed. In the real cases, we are frequently faced the problem in which two or more response variables are observed at several values of the predictor variables, and there are correlations between responses. Multiresponse nonparametric regression model provides powerful tools for modeling the functions which represent association of these variables.

Estimating of regression function is the main problem in multiresponse nonparametric regression model. Smoothing spline estimator has powerful and flexible properties for estimating the regression function. Therefore, goals of this dissertation are provide new methods for estimating regression function based on smoothing spline estimator, estimating covariance matrix, selecting optimal smoothing parameter, and determining asymptotic properties of spline estimator in multiresponse nonparametric regression model. Also, we provide methods for predicting blood pressures affected by body mass index (BMI) based on both smoothing spline and truncated spline estimators.

The results show that the estimated regression function based on smoothing spline estimator is a linear function in observation, the estimated covariance matrix is a diagonal matrix, the optimal smoothing parameter is obtained based on minimum value of generalized cross validation (GCV), and smoothing spline estimator for estimating regression function is a consistent estimator. Simulation study results that selection smoothing parameter ( $\lambda$ ) affects on estimated model, i.e., small  $\lambda$  gives very rough estimation result, large  $\lambda$  gives very smooth estimation result, and optimal  $\lambda$  gives the best estimation result. Also, we obtain plot of estimated curve and prediction values of systolic and diastolic blood pressures based on smoothing spline. Further, based on *truncated spline* we get estimated systolic blood pressure that is one order of spline with two knots, i.e., 19 and 28.5 and get estimated diastolic blood pressure that is one order of spline with a knot, i.e., 19. Next, we obtained MSE value of nonparametric regression approach of 155.1437 that is less than that parametric regression approach of 173,8793. It means that nonparametric regression approach is better than parametric regression approach for this interested data. Multiresponse nonparametric regression approach based on smoothing spline estimator is better than that based on truncated spline estimator. For predicting use, smoothing spline estimator is better than truncated spline estimator, while for interpreting use, truncated spline estimator is better than smoothing spline estimator. In addition, we obtained prediction values of systolic and diastolic blood pressures by using smoothing spline and truncated spline estimators. Further, based on mean squared error (MSE) values, we have shown that nonparametric regression approach is better than parametric regression approach for the real case data we have. Also, we have shown that multiresponse nonparametric regression approach based on smoothing spline estimator is better than that based on truncated spline for the real case data we have.

**Key Word** : Asymptotic Properties, BMI, Blood Pressures, Multiresponse Nonparametric Regression, Smoothing Spline Estimator, Truncated Spline Estimator.