



INTISARI

Estimasi *Maximum Likelihood* pada Model Hazard Aditif

Oleh

Ghea Zahwa Ramadhania

23/525610/PPA/06610

Tesis ini membahas terkait pengembangan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang sesuai untuk model hazard aditif sebagai alternatif terhadap estimasi *Ordinary Least Squares* (OLS) yang memiliki keterbatasan, seperti tidak optimal dalam memanfaatkan informasi data tersensor dan berpotensi menghasilkan estimasi hazard negatif. Formulasi dilakukan dengan membangun struktur fungsi *log-likelihood* berdasarkan asumsi bahwa hazard merupakan kombinasi linier dari kovariat dengan koefisien regresi yang bervariasi seiring waktu. Pendekatan ini memanfaatkan sifat separabilitas *likelihood* pada titik-titik waktu kejadian, sehingga estimasi dapat difokuskan pada individu yang mengalami peristiwa. Untuk menjaga argumen logaritma tetap valid dan hazard tetap non-negatif, diterapkan pembatasan eksplisit pada ruang parameter. Hasil simulasi menunjukkan MLE menghasilkan varian, galat, dan waktu komputasi yang lebih rendah bila dibandingkan OLS. Penerapan pada data survival pasien kanker payudara juga menunjukkan metode MLE memiliki kurva estimasi koefisien regresi kumulatif yang cenderung lebih halus dan stabil serta kurva survival yang lebih realistis sesuai dengan dinamika hazard dalam konteks klinis dibandingkan OLS. Pendekatan ini mampu menangkap variasi efek faktor klinis seperti usia saat diagnosis, stadium penyakit, dan jenis pengobatan yang berubah terhadap waktu. Temuan ini mendukung keunggulan MLE dalam hal varian, galat, efisiensi waktu, dan interpretasi dibanding OLS.



ABSTRACT

Maximum Likelihood Estimation in The Additive Hazards Model

By

Ghea Zahwa Ramadhania

23/525610/PPA/06610

This thesis discusses the development of a Maximum Likelihood Estimation (MLE) approach for the additive hazard model as an alternative to the Ordinary Least Squares (OLS) estimation method, which has certain limitations, such as sub-optimal use of censored data and the potential to produce negative hazard estimates. The formulation is constructed by developing the log-likelihood function under the assumption that the hazard is expressed as a linear combination of covariates with regression coefficients that vary over time. This approach leverages the separability property of the likelihood at event times, allowing estimation to focus on those individuals who experience the event. To ensure that the logarithmic argument remains valid and the hazard remains non-negative, an explicit constraint is applied to the parameter space. Simulation results show that MLE yields lower variance, error, and computational time compared to OLS. Application to survival data of breast cancer patients also demonstrates that the MLE method produces smoother and more stable estimates of the cumulative regression coefficients, as well as more realistic survival curves that better reflect the clinical hazard dynamics, in comparison to OLS. This approach captures the varying effects of clinical factors such as age at diagnosis, disease stage, and type of treatment over time. These findings clearly support the superior performance of MLE in terms of variance, estimation error, computational efficiency, and practical interpretability when compared to OLS.