

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan	iv
PRAKATA	v
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Tinjauan Pustaka	3
1.5 Metode Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
II DASAR TEORI	7
2.1 Machine Learning	7
2.2 Analisis Klasifikasi	7
2.3 <i>Weak Learner</i>	8
2.4 <i>Sampling</i>	8
2.5 <i>Resampling</i>	9
2.6 Ensemble Learning	9
2.6.1 Bagging	10
2.6.2 Boosting	11
2.7 <i>Hyperparameter Tuning</i>	12
2.8 Fungsi Softmax	12
2.9 Greedy Target Statistics	13
2.10 Robust Scaler	13
2.11 Metrik Evaluasi	13

2.12	Cross Validation	16
2.12.1	Stratified K-Fold	18
2.13	SHAP Values	18
2.14	Tutupan Hutan	18

III IMPLEMENTASI CATBOOST PADA DATA MULTIKELAS TIDAK SE- IMBANG

21

3.1	Pra-pemrosesan Data	21
3.2	Stratified Sampling	21
3.3	Penanganan Data Multikelas Tidak Seimbang	22
3.3.1	Pendekatan Tingkat Data dengan <i>Resampling</i>	22
3.3.2	Pendekatan Tingkat Algoritma dengan <i>Boosting</i>	23
3.4	Random Undersampling	23
3.5	Decision Tree	24
3.5.1	Algoritma Decision Tree	25
3.5.2	Decision Tree dalam Python	26
3.6	Gradient Boosting	26
3.6.1	Gradient Boosting dalam Python	27
3.7	CatBoost	28
3.7.1	Ordered Target Encoding	28
3.7.2	Ordered Boosting	29
3.7.3	Algoritma CatBoost	30
3.7.4	Simulasi CaBoost	31
3.7.5	CatBoost dalam Python	45
3.8	Diagram Alur Pemodelan dalam Penelitian	45

IV STUDI KASUS KLASIFIKASI TUTUPAN HUTAN

50

4.1	Deskripsi Data	50
4.2	Eksplorasi Data	51
4.3	Pra-pemrosesan Data	53
4.4	Penanganan dengan Decision Tree	54
4.4.1	Analisis Klasifikasi Decision Tree	55
4.4.2	Performa Decision Tree	57
4.5	Penanganan dengan Gradient Boosting	64
4.5.1	<i>Tuning</i> Parameter Gradient Boosting	64
4.5.2	Analisis Klasifikasi Gradient Boosting	64

4.5.3	Performa Gradient Boosting	68
4.6	Penanganan dengan CatBoost	74
4.6.1	<i>Tuning</i> Parameter CatBoost	75
4.6.2	Analisis Klasifikasi CatBoost	75
4.6.3	Performa CatBoost	81
4.7	Penanganan dengan Undersampling untuk Decision Tree	87
4.7.1	Analisis Klasifikasi Kombinasi Undersampling dan Decision Tree	87
4.7.2	Performa Kombinasi Undersampling dan Decision Tree	90
4.8	Komparasi Performa Model	96
4.9	Interpretasi Model Terbaik	97
4.10	Pemanfaatan Model	101
V	PENUTUP	102
5.1	Kesimpulan	102
5.2	Saran	102
	Daftar Pustaka	103
	Lampiran	106
1	Data Covertime	107
2	Eksplorasi Data	108
3	Model Decision Tree	113
4	Model Gradient Boosting	115
5	Model CatBoost	119
6	Model Kombinasi Undersampling dan Decision Tree	124