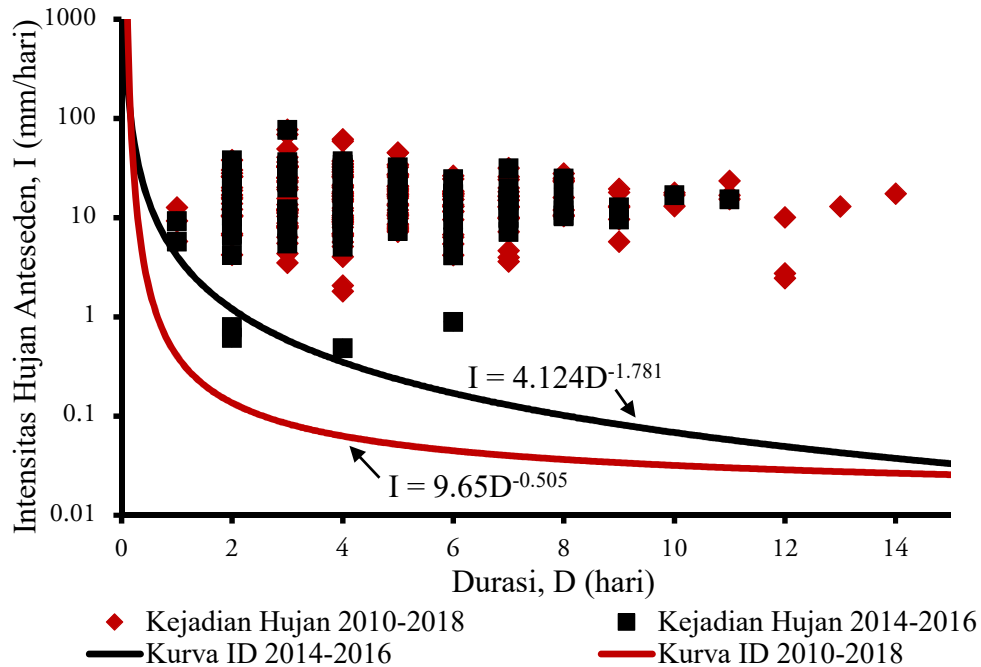


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Kurva ID anteseden menampilkan model ambang hujan dan persamaan empirik yang disajikan pada Gambar 4.1. Model ambang hujan pada penelitian yang dilakukan oleh Rohmaniah (2017) menggunakan 100 data lokasi kejadian longsor tahun 2014-2016 didapatkan persamaan empirik $I = 4.124D^{-1.781}$. Lalu, persamaan empirik dikembangkan dengan menambahkan data lokasi kejadian longsor menjadi 220 data pada interval waktu 2010-2018 dan diperoleh persamaan empirik $I = 9.65D^{-0.505}$. Ambang hujan menghasilkan persamaan empirik yang berbeda, ambang hujan (2010-2018) menghasilkan persamaan empirik yang lebih tinggi dibandingkan dengan ambang hujan (2014-2016). Model ambang hujan yang dianalisis adalah persamaan empirik dengan 220 data kejadian longsor.



Gambar 4. 1 Kurva ambang hujan anteseden

Berdasarkan 220 lokasi kejadian longsor yang tersebar di wilayah Indonesia, diperoleh 5468 kejadian hujan yang diambil dalam kurun waktu 30 hari. Seluruh kejadian hujan dievaluasi menggunakan analisis ROC dan diperoleh jumlah kejadian hujan yang menyebabkan longsor (TP), tidak longsor (TN), *Error Type I* (FP) dan *Error Type II* (FN). Jumlah kejadian tersebut disajikan pada Tabel 4.1 dan hasil indek statistik untuk ambang hujan disajikan pada Tabel 4.2 yang menyajikan perbandingan hasil antara ambang hujan $I = 9.65D^{-0.505}$ dengan $I = 4.124D^{-1.781}$.

Tabel 4. 1 Jumlah kejadian TP, TN, FP dan FN

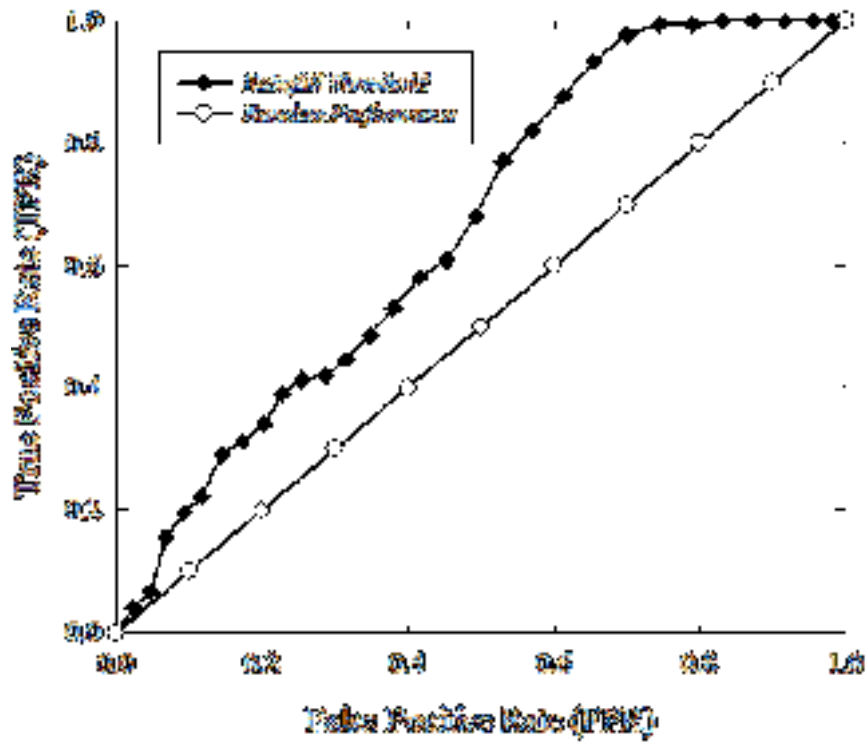
Kejadian	Jumlah kejadian	
	$I = 9.65D^{-0.505}$	$I = 4.124D^{-1.781}$
<i>True Positive</i> (TP)	179	192
<i>True Negative</i> (TN)	2063	1452
<i>False Positive</i> (FP)	3185	3796
<i>False Negative</i> (FN)	41	28

Tabel 4. 2 Indek statistik berdasarkan analisis ROC

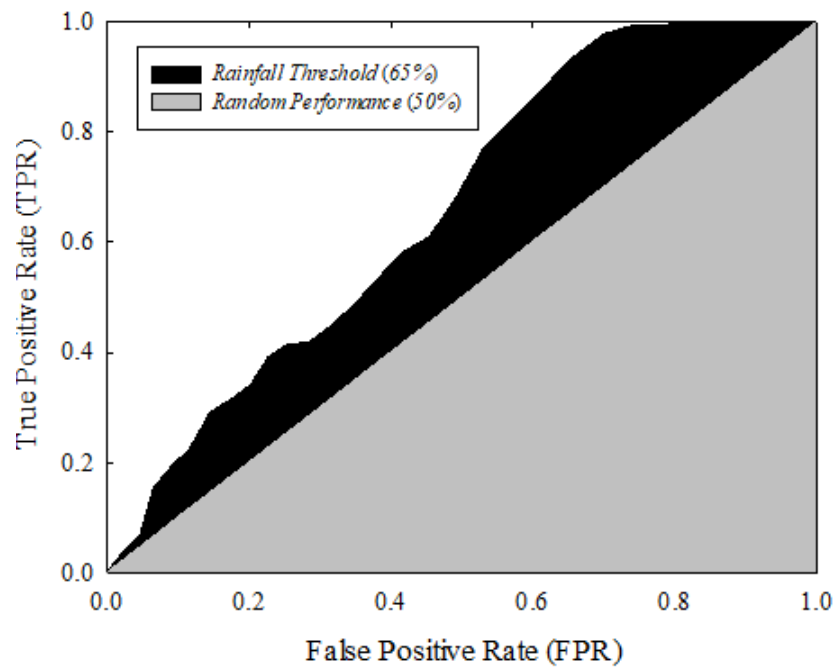
Indek statistik	Hasil keakuratan	
	$I = 9.65D^{-0.505}$	$I = 4.124D^{-1.781}$
<i>True Positive Rate</i> (TPR)	81 %	87 %
<i>False Positive Rate</i> (FPR)	61 %	72 %
<i>True Negative Rate</i> (TNR)	39 %	28 %
<i>False Negative Rate</i> (TPR)	19 %	13 %
<i>Positive Prediction Power</i> (PPP)	5 %	4.8 %
<i>Negative Prediction Power</i> (NPP)	98 %	98 %
<i>True Skill Statistic</i> (TSS)	21 %	15 %

Hasil analisis ROC juga disajikan dalam bentuk kurva ROC untuk persamaan empirik $I = 9.65D^{-0.505}$ pada Gambar 4.2. Batas bawah kurva (*Area Under Curve*) dari ambang hujan menunjukkan tingkat keakuratan dalam mendeteksi kejadian hujan yang memicu longsor dan tidak longsor sebesar 65 %. Garis diagonal merupakan nilai *Random Performance* sebesar 50 % dengan asumsi sumbu $y = x$. Gambar 4.3 menunjukkan luasan dari Batas bawah kurva (*Area Under Curve*) dan

ambang hujan menghasilkan tingkat keakuratan yang cukup bagus dikarenakan hasil yang didapatkan melebihi nilai *Random Performance*.



Gambar 4. 2 Kurva ROC



Gambar 4. 3 Hasil *area under curve* pada model ambang hujan

4.2. Pembahasan

Persamaan empirik $I = 9.65D^{-0.505}$ (2010 – 2018) dan $I = 4.124D^{-1.781}$ (2014 – 2016) dari kurva ID ambang hujan anteseden menghasilkan intensitas hujan prediksi yang semakin rendah bahkan mendekati nol dengan interval waktu 1 – 30 hari. Hal ini terjadi dikarenakan persamaan didapatkan berdasarkan *Power law decay* yang memberikan prediksi curah hujan kurang dari 1 mm/hari atau mendekati nol jika lama waktu hujan sangat panjang (Muntohar 2009).

True Positive Rate menghasilkan tingkat persentase yang tinggi dalam mengidentifikasi kejadian hujan yang memicu longsor, sehingga nilai *False Negative Rate* rendah. Nilai persentase *True Negative Rate* biasanya $> 90 \%$, yang menyatakan bahwa ambang hujan sangat bagus menghindari kesalahan alarm pada sistem peringatan dini (Rosi et al., 2017) Akan tetapi, *True Negative Rate* pada ambang ini menghasilkan tingkat persentase yang rendah dalam mengidentifikasi kejadian hujan yang tidak memicu longsor, yang dapat menyebabkan tingkat kesalahan alarm yang besar pada sistem peringatan. Rendahnya nilai TNR disebabkan karena jumlah kejadian *False Positive* yang lebih besar dari pada *True Negative*, Sehingga menyebabkan nilai FPR menjadi besar dan membuat ambang hujan tidak cocok digunakan sistem peringatan untuk kejadian hujan yang tidak memicu longsor. Hal ini dapat terjadi dikarenakan ambang hujan yang ditetapkan, dipengaruhi oleh nilai intensitas hujan prediksi yang tidak pasti sehingga menyebabkan muncul kondisi *False Positive* (Guzzetti et al., 2007)

Nilai PPP yang didapatkan pada ambang hujan sangat rendah. Hal ini menyebabkan peluang ambang hujan mengklasifikasi dengan tepat kejadian hujan yang benar-benar dapat memicu longsor masih sangatlah kecil. Oleh karena itu, masih ada kemungkinan besar bahwa ambang hujan salah dalam mengklasifikasi kejadian hujan yang dapat memicu longsor meskipun nilai TPR tinggi. Nilai NPP pada umumnya $> 90 \%$ dapat dikatakan ambang memiliki probabilitas yang sangat bagus untuk kejadian hujan yang tidak memicu longsor (Rosi et al., 2017). Nilai NPP yang diperoleh pada penelitian ini sangatlah bagus bahkan mendekati 100 %, sehingga peluang ambang hujan dalam mengklasifikasi kejadian hujan yang benar-benar tidak memicu longsor sangat tinggi. Meskipun nilai TNR rendah, tetapi memiliki peluang benar-benar tidak terjadi longsor sangat tepat.

Indek TSS dinyatakan dalam angka interval $[0,1]$, jika $TSS = 0$ maka $TPR = FPR$ dan $TSS = 1$ untuk tingkat prediksi yang sempurna apabila $TPR = 1$ dan $FPR = 0$ (Peres dan Cancelliere, 2014). Karena nilai *False Positive Rate* tinggi, menyebabkan nilai *True Skill Statistic* (TSS) rendah. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini didapatkan nilai TSS sebesar 0.21 yang artinya ambang hujan masih memiliki tingkat prediksi yang rendah.

Apabila nilai akurasi yang didapatkan $> 50\%$ dapat dikatakan bahwa ambang hujan dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini (Mathew et al., 2014). Berdasarkan *Area Under Curve* yang diperoleh dari kurva ROC, ambang hujan memiliki keakuratan yang cukup bagus dan dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini tanah longsor meskipun masih memiliki tingkat kesalahan yang cukup besar.

Hasil perbandingan indeks statistik memperlihatkan bahwa ambang hujan $I = 9.65D^{-0.505}$ memiliki akurasi yang lebih baik dari pada persamaan $I = 4.124D^{-1.781}$. Meskipun nilai TPR untuk persamaan $I = 4.124D^{-1.781}$ lebih besar dari $I = 9.65D^{-0.505}$, tetapi tingkat kesalahan yang dihasilkan terutama pada nilai FPR lebih besar 11 %, yang menyebabkan rasio perbandingan (TSS) yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa ambang hujan yang dihasilkan pada penelitian ini jauh lebih baik dari ambang hujan sebelumnya dalam memprediksi kejadian hujan pemicu longsor dikarenakan tingkat kesalahan yang terjadi lebih rendah.