

Space Time Permutation Scan Statistics untuk Mendeteksi *Hotspot* Kriminalitas di Kota Padang, Sumatera Barat

Puteri Bulqis Azhari ^{1*}, Hazmira Yoza ², Dodi Devianto ³

^{1,2,3}Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Andalas
Kampus UNAND Limau Manis, Padang, Indonesia.
e-mail: puteribulqisazhari@gmail.com

Diajukan: 28 Juli 2021, Diperbaiki: 10 Juni 2022, Diterima: 3 Agustus 2022

Abstrak

Space time permutation scan statistics merupakan metode yang digunakan dalam mengidentifikasi kelompok daerah yang memiliki risiko tinggi (*hotspot*) atau rendah (*coldspot*) dari suatu kejadian luar biasa berdasarkan aspek ruang dan waktu. Metode ini hanya membutuhkan data kasus yaitu waktu dan lokasi untuk mendeteksi suatu kejadian tanpa membutuhkan data populasi. Pada penelitian ini, akan ditentukan *hotspot* kasus pencurian motor di Kota Padang, Sumatera Barat dalam periode Desember 2019 sampai dengan November 2020 dengan menggunakan data kasus harian curanmor yang bersumber dari Kepolisian Resort Kota Padang. Penelitian ini juga menggunakan data spasial dari masing-masing tempat kejadian dengan bantuan dari data satelit *Goggle Earth Pro*. Daerah yang signifikan secara statistik yang berpotensi menjadi *hotspot* diambil berdasarkan *Likelihood Ratio Test* (LRT) dan ditetapkan berdasarkan *scanning window* yang memiliki nilai LRT tertinggi dengan nilai $p < 0.05$. Berdasarkan hasil analisis yang didapat dengan bantuan *software* SaTScan, dari 5 calon kandidat *hotspot*, didapat 2 *hotspot* yang berpusat di Padang Timur yang meliputi Padang Timur, Padang Selatan dan Lubuk Begalung dan Pauh yang meliputi Pauh, Koto Tengah dan Lubuk Kilangan.

Kata Kunci: *Space Time Permutation Scan Statistics, Hotspot, Likelihood Ratio Test* (LRT), *Scanning Window, klaster(kelompok)*

Abstract

Space time permutation scan statistics is a method to detect clusters with high risk potensial (*hotspot*) or low risk potensial (*coldspot*) of a disease outbreak based on space and time. This method requiring only individual case data such as time and location with unneeded of population at risk data. In this research, to find *hotspot* for motorcycle thefts cases in Padang City, West Sumatra, will be used daily cases from Police Resort of Padang City with period from December 2019 to November 2020. This research also uses spatial data for each location from *Goggle Earth Pro* Satellite. Statistically significant areas that have the potensial to become *hotspot* are taken based on the *Likelihood Ratio Test* (LRT) and to find the *scanning window* which has the highest LRT value with p -value < 0.05 . Based on the results of the analysis by SaTScan software, from 5 candidates potensial to be *hotspots*, just 2 *hotspots* that significant in statistic become *hotspots* are most likely cluster obtains centered in East Padang there are East Padang, South Padang, and Lubuk Begalung and secondary cluster obtains centered in Pauh there are Pauh, Koto Tengah, and Lubuk Kilangan.

Keywords: *Space Time Permutation Scan Statistics, Hotspot, Likelihood Ratio Test* (LRT), *Scanning Window, Cluster*

1 Pendahuluan

Kejahatan merupakan salah satu bentuk penyimpangan yang melanggar norma-norma kehidupan yang ada dalam masyarakat. Perkembangan kejahatan bila dilihat dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Namun, selama periode tahun 2017-2019, jumlah kejahatan atau tindak kriminalitas di Indonesia secara umum cenderung menurun [1]. Menurut pendataan dari Potensi Desa yang dilakukan BPS tiap tiga tahun, dalam periode tahun 2011-2018, jenis kejahatan pencurian merupakan kejahatan yang paling banyak terjadi di desa/kelurahan di Indonesia, dimana persentasinya pada tahun 2011 adalah 36,78 %, pada tahun 2014 angka tersebut naik sebesar 41,05 %, dan tahun 2018 menjadi 45,01 % [2]. Meskipun begitu, kejadian kejahatan pencurian tetap menjadi jenis kejahatan yang paling banyak jumlahnya setiap tahun dan didominasi oleh kejahatan pencurian biasa dan pencurian kendaraan bermotor.

Kelompok daerah yang memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kejadian disebut *hotspot*. Dalam statistika, salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kelompok daerah yang memiliki risiko lebih tinggi mengalami suatu kejadian adalah *scan statistics*. *Scan statistics* adalah suatu metode untuk mendeteksi klaster (kelompok) berdasarkan lokasi klaster dalam ruang atau waktu [3]. *Space time permutation scan statistics* merupakan pengembangan dari metode *scan statistics* yang dikembangkan tahun 1997 oleh Martin Kulldorf. Keunggulan dari metode *space time permutation scan statistics* yaitu metode ini dapat mendeteksi *hotspot* dengan melakukan pemindaian statistik hanya dengan menggunakan data kasus dari setiap wilayah tanpa membutuhkan data populasi [4].

Pada umumnya, penggunaan metode ini banyak diaplikasikan dalam dunia kesehatan, namun jarang diterapkan dalam disiplin ilmu lain. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan metode ini untuk menentukan *hotspot* dalam mendeteksi kejadian gempa bumi di Sulawesi Tengah yang dilakukan oleh Hasnul Yakin pada tahun 2020, Yunho Yeom juga menggunakan metode ini untuk mendeteksi klaster dari perilaku kejahatan di Korea Selatan tahun 2018. Banyak peneliti yang melakukan analisis kenapa terjadinya kasus pencurian motor, namun masih sedikit yang melakukan pengklasteran daerah berdasarkan kasus pencurian kendaraan bermotor sehingga dapat diidentifikasi daerah mana yang rawan akan kasus pencurian kendaraan bermotor tersebut.

2 Metode Penelitian

2.1 Kriminologi dan Statistik Kriminologi

Kriminologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang kejahatan. Istilah kriminologi pertama kali dinyatakan oleh P. Topinard (1830-1911) seorang ahli antropologi Perancis [5]. Statistik kriminal adalah data tentang kriminalitas yang disusun menurut bentuk kejahatan, frekuensi kejadian dari masing-masing bentuk kejahatan, wilayah kejadian dan tahun kejadian. Dalam statistika, statistik kriminal masuk ke dalam ruang lingkup statistik deskriptif [5].

2.2 Aproksimasi Distribusi Hipergeometrik-Binomial-Poisson

Teorema 1 [6] *Jika $X \sim HYP(N, n, k)$, maka untuk setiap nilai $x = 0, 1, 2, \dots, n$ dan jika $N \rightarrow \infty$ dan $k \rightarrow \infty$ dengan $\frac{k}{n} \rightarrow p$ suatu konstanta positif*

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\binom{k}{x} \binom{N-k}{n-x}}{\binom{N}{n}} = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}.$$

Teorema 2 [6] *Jika $X \sim BIN(n, p)$, maka untuk setiap nilai $x = 0, 1, 2, \dots$, dan jika $p \rightarrow 0$ dengan $np \rightarrow \mu$ yang konstan, maka*

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ p \rightarrow 0}} \binom{n}{x} p^x q^{n-x} = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!}.$$

2.3 Distribusi Poisson

Definisi 1 [7] *Distribusi peluang bagi peubah acak Poisson X , yang menyatakan banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama suatu selang waktu atau daerah tertentu, adalah*

$$p(x; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!},$$

sedangkan dalam hal ini, μ adalah rata-rata banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama waktu atau dalam daerah yang dinyatakan dan $e=2,71828\dots$.

2.4 Maximum Likelihood Estimators (MLE)

Maximum Likelihood Estimators adalah salah satu metode untuk menentukan estimasi dari maksimum *likelihood* untuk menemukan parameter-parameter yang memaksimalkan kemungkinan bersama dari sebuah data.

Definisi 2 [6] *Fungsi kepekatan peluang bersama dari n contoh acak X_1, X_2, \dots, X_n yang dievaluasi pada x_1, x_2, \dots, x_n , misalkan $f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$, dirujuk sebagai fungsi *likelihood*. Fungsi *likelihood* pada x_1, x_2, \dots, x_n adalah fungsi dari θ yang dilambangkan dengan $L(\theta)$. Jika X_1, X_2, \dots, X_n merupakan contoh acak dari $f(x; \theta)$, maka*

$$L(\theta) = f(x_1; \theta) f(x_2; \theta) \dots f(x_n; \theta).$$

Definisi 3 [8] $\hat{\theta} = \hat{\theta}(X_1, X_2, \dots, X_n)$ adalah *maximum likelihood estimator (MLE)* dari θ jika
$$\hat{\theta} = \text{Argmax } L(\theta).$$

Notasi *Argmax* menyatakan bahwa nilai $\hat{\theta}$ yang menyebabkan $L(\theta)$ mencapai maksimum.

2.5 Generalized Likelihood Ratio (GLR)

Dalam statistika inferensia, selain melakukan estimasi parameter, pengujian hipotesis merupakan salah satu bagian yang penting dalam teori sebaran.

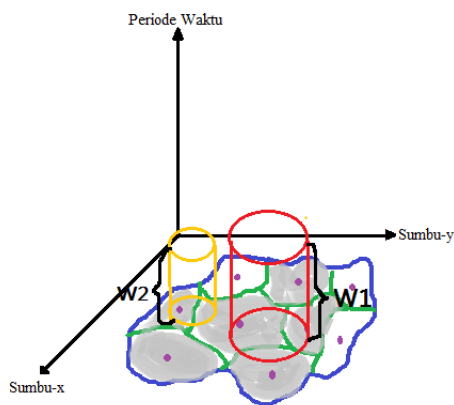
Definisi 4 [6] Misalkan $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, mempunyai fkp bersama $f(\mathbf{x}; \theta)$ untuk $\theta \in \Omega$, dan misalkan hipotesis awal $H_0: \theta \in \Omega_0$ dan hipotesis alternatif $H_1: \theta \in \Omega - \Omega_0$. Rasio kemungkinan diperumum (GLR) didefinisikan sebagai

$$\lambda(\mathbf{x}) = \frac{\max_{\theta \in \Omega_0} f(\mathbf{x}; \theta)}{\max_{\theta \in \Omega} f(\mathbf{x}; \theta)} = \frac{f(\mathbf{x}; \hat{\theta}_0)}{f(\mathbf{x}; \hat{\theta})},$$

dimana $\hat{\theta}$ didefinisikan sebagai MLE dari θ pada Ω dan $\hat{\theta}_0$ didefinisikan sebagai MLE di bawah hipotesis H_0 benar.

2.6 Space Time Permutation Scan Statistics (STPSS)

Dalam menentukan *hotspot* suatu kejadian, maka hal pertama yang dilakukan adalah membentuk *scanning window*. *Scanning window* adalah kumpulan daerah pada waktu interval waktu tertentu yang berpotensi menjadi *most likely cluster*. *Scanning window* yang digunakan dalam STPSS adalah *cylindric window* [9].



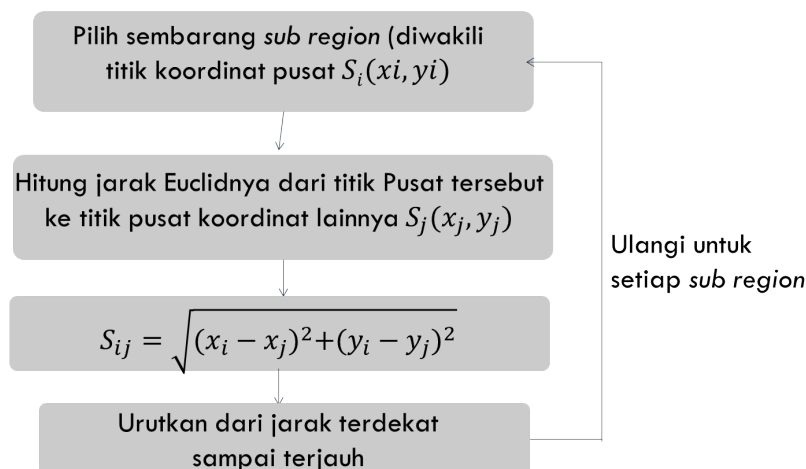
Gambar 1. *Scanning Window* dengan *cylindric window*

Keterangan gambar:

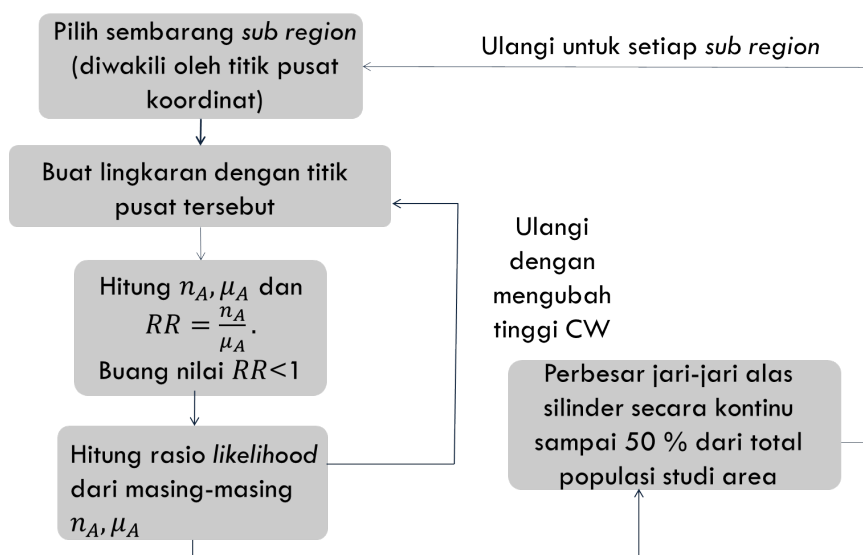
- : batas *study area* (G) — : *Cylindric window* dengan tinggi W1
- : batas *sub region* (x) — : *Cylindric window* dengan tinggi W2
- : daerah kejadian (k) ● : titik pusat koordinat dari *sub region*

Space time permutation scan statistics merupakan pengembangan dari *spatial scan statistics*. Dalam metode ini, hal yang membedakannya dengan metode *scan statistics* yaitu dalam metode ini dapat diaplikasikan pada data yang hanya memiliki data kasus tanpa menggunakan data

populasi dengan informasi tentang lokasi spasial dan waktu untuk setiap kasus. Langkah-langkah menentukan *cylindric window* yaitu [3]:



Gambar 2. Langkah pertama yaitu menentukan jarak antar *sub region*



Gambar 3. Langkah kedua yaitu membuat *cylindric window*

2.7 Langkah-Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis pada metode ini adalah:

1. mengkaji *scan statistics* untuk model *space time permutation scan statistics*;
 - a. mengkaji model Poisson untuk STPSS
 - b. mengkaji LRT untuk STPSS
2. menerapkan STPSS untuk menentukan *hotspot* dari kasus curanmor di Padang;
 - a. menguji data apakah Poisson atau tidak
 - b. menentukan daerah yang akan diteliti
 - c. membuat *cylindric window*

3. melakukan uji hipotesis;
 - a. menentukan hipotesis H_0 dan H_1
 - b. menentukan statistik uji dengan LRT dengan langkah-langkah
 - menentukan fungsi *likelihood* untuk masing-masing ruang parameter
 - mentransformasi bentuk fungsi *likelihood* ke dalam bentuk logaritma naturalnya
 - mencari nilai statistik uji dengan bentuk umum dari LRT
 - c. menentukan nilai- p dari LRT dengan pengujian hipotesis Monte Carlo
 - d. mengambil kesimpulan kandidat calon *hotspot*
4. menentukan *hotspot* dengan bantuan *software* SaTScan;
5. menginterpretasikan output data dan tarik kesimpulan.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Scan statistics dengan Model Space Time Permutation Scan Statistic

Pada model space time permutation scan statistics, hal yang perlu dikaji adalah model peluangnya. Misalkan C_A adalah jumlah kasus pencurian motor dalam *scanning window* yang berbentuk silinder. Pada awalnya, C_A diasumsikan terdistribusi menurut distribusi hipergeometrik dengan fkp nya adalah [3]

$$f(C_A) = \frac{\binom{\sum_{i \in A} C_{it}}{C_A} \binom{C - \sum_{i \in A} C_{it}}{\sum_{t \in A} C_{it} - C_A}}{\binom{C}{\sum_{t \in A} C_{it}}} \quad (1)$$

Karena $\sum_{t \in A} C_{it}$ dan $\sum_{i \in A} C_{it}$ relatif lebih kecil dibanding jumlah populasinya yaitu C , berdasar teorema (1), distribusi ini bisa didekati dengan distribusi Binomial, dengan $p = \frac{\sum_{i \in A} C_{it}}{C}$. Selanjutnya, karena $\sum_{t \in A} C_{it}$ cukup besar dan peluang $p \rightarrow 0$, berdasarkan teorema (2), maka distribusi Binomial bisa didekati dengan distribusi Poisson, dengan $\mu = \mu_A$. Fungsi kepekatan peluang dari peubah acak Poisson adalah

$$f(C_{it}) = \begin{cases} \frac{e^{-p\mu_{it}(x_{it})} (p\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}}}{C_{it}!}, & x_{it} \in A \\ \frac{e^{-q\mu_{it}(x_{it})} (q\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}}}{C_{it}!}, & x_{it} \notin A \end{cases} \quad (2)$$

Hipotesis yang digunakan adalah $H_0: p = q$ dan $H_1: p > q$. Hipotesis awal $H_0: p = q$ artinya peluang kasus pencurian motor yang berada di dalam *scanning window* sama dengan peluang kasus pencurian motor di luar *scanning window* atau dengan kata lain tidak ada pengelompokkan kasus pencurian motor yang terjadi. Hipotesis alternatifnya $H_1: p > q$ artinya peluang kejadian pencurian motor di dalam *scanning window* lebih tinggi dibanding yang berada di luar *scanning window*. Dengan hipotesis ini, maka ruang parameter keseluruhan yaitu $\Omega =$

$\{(p, q), 0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1\}$, sedangkan ruang parameter $\Omega_0 = \{(p, q), p = q, 0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1\}$. Untuk ruang parameter Ω , maka fungsi *likelihood*-nya adalah

$$\begin{aligned} L(\Omega) &= L(p, q|G) \\ &= L(p|A) L(q|A^c) \\ &= \frac{e^{-p\mu_A - q(C - \mu_A)} p^{C_A} q^{C - C_A} \prod_{x_{it} \in G} (\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}}}{\prod_{x_{it} \in G} C_{it}!}. \end{aligned} \quad (3)$$

Lalu akan dicari logaritma natural dari $L(\Omega)$, sehingga menjadi

$$\begin{aligned} \ln L(\Omega) &= \ln \left(\frac{e^{-p\mu_A - q(C - \mu_A)} p^{C_A} q^{C - C_A} \prod_{x_{it} \in G} (\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}}}{\prod_{x_{it} \in G} C_{it}!} \right) \\ &= -p\mu_A - q(C - \mu_A) \\ &\quad + C_A \ln p + (C - C_A) \ln q + \sum_{x_{it} \in G} \ln(\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}} \\ &\quad - \sum_{x_{it} \in G} \ln C_{it}! \end{aligned} \quad (4)$$

Untuk mencari nilai p dan q yang memaksimumkan nilai $\ln L(\Omega)$, maka nilai p dan q didapat dengan mencari solusi dari $\frac{\partial \ln L(\Omega)}{\partial p} = 0$ dan $\frac{\partial \ln L(\Omega)}{\partial q} = 0$, sehingga didapat $\hat{p} = \frac{C_A}{\mu_A}$ dan $\hat{q} = \frac{C - C_A}{C - \mu_A}$. Untuk menguji apakah \hat{p} dan \hat{q} memaksimumkan fungsi $\ln L(\Omega)$, maka akan dicari turunan kedua dari fungsi $\ln L(\Omega)$ dan jika didapatkan hasil turunan keduanya negatif, maka \hat{p} dan \hat{q} adalah parameter yang memaksimumkan fungsi $\ln L(\Omega)$. Hal yang sama juga dilakukan untuk ruang parameter Ω_0 , sehingga fungsi *likelihood*-nya menjadi

$$L(\Omega_0) = \frac{e^{-g\mu_G} g^C \prod_{x_{it} \in G} (\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}}}{\prod_{x_{it} \in G} C_{it}!} \quad (5)$$

Lalu, akan ditransformasikan ke bentuk logaritma natural, sehingga persamaan (5) menjadi

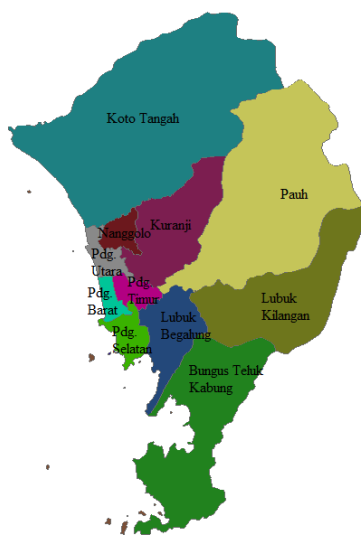
$$\begin{aligned} \ln L(\Omega_0) &= \ln \left(\frac{e^{-g\mu_G} g^C \prod_{x_{it} \in G} (\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}}}{\prod_{x_{it} \in G} C_{it}!} \right) \\ &= -g\mu_G + C \ln g + \sum_{x_{it} \in G} \ln(\mu_{it}(x_{it}))^{C_{it}} - \sum_{x_{it} \in G} \ln C_{it}! \end{aligned} \quad (6)$$

Untuk mencari nilai g yang memaksimumkan nilai $\ln L(\Omega_0)$, maka nilai g didapat dengan mencari solusi dari $\frac{\partial \ln L(\Omega_0)}{\partial g} = 0$, sehingga didapat $\hat{g} = \frac{C}{\mu_G}$. Untuk menguji apakah \hat{g} memaksimumkan fungsi $\ln L(\Omega_0)$, maka akan dicari turunan kedua dari fungsi $\ln L(\Omega_0)$ dan jika didapatkan hasil turunan keduanya negatif, maka \hat{g} memaksimumkan fungsi $\ln L(\Omega_0)$. Setelah dicari turunan kedua dari $L(\Omega)$ dan $L(\Omega_0)$ dan didapatkan nilainya negatif, maka \hat{p} dan \hat{q} adalah parameter yang memaksimumkan fungsi $L(\Omega)$ dan \hat{g} adalah parameter yang memaksimumkan fungsi $L(\Omega_0)$. Sehingga, nilai statistik ujinya menjadi

$$\begin{aligned} \lambda(x) &= \frac{\max_{(p,q) \in \Omega} L(p, q|A)}{\max_{(p,q) \in \Omega_0} L(p, q|A)} \\ &= \frac{e^{-c\left(\frac{c_A}{\mu_A}\right)^{c_A} \left(\frac{c-c_A}{c-\mu_A}\right)^{c-c_A}}}{e^{-c\left(\frac{c}{\mu_G}\right)^c}} \end{aligned} \tag{7}$$

3.2 Daerah *Hotspot* Kasus Curanmor di Kota Padang

Pengolahan data pada penelitian kali ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi SaTScan versi 9.7. Data yang digunakan adalah data kasus harian pencurian motor di kota Padang dengan periode waktu dari 10 Desember 2019 sampai 24 November 2020. Pada penelitian kali ini, pengelompokan data dilakukan berdasarkan kecamatan yang ada di kota Padang yang berjumlah 11 kecamatan yang ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 4. Peta Kota Padang

Untuk menentukan apakah data yang digunakan dalam metode STPSS ini sudah menyebar Poisson atau belum, maka akan diuji data terlebih dahulu. Pada data kasus pencurian motor dengan taraf uji $\alpha = 0,05$, akan diuji kecocokan distribusi Poisson dengan hipotesis yaitu H_0 : data berdistribusi Poisson dan H_1 : data tidak berdistribusi Poisson. Dengan bantuan aplikasi SPSS, diperoleh Asymp.Sig atau *nilai - p* = $0,299 > \alpha = 0,05$. Oleh karena itu, maka tidak tolak H_0 dan data berdistribusi Poisson.

Dengan menggunakan aplikasi SaTScan, didapat calon kandidat *hotspot* seperti pada gambar dan tabel dibawah ini.

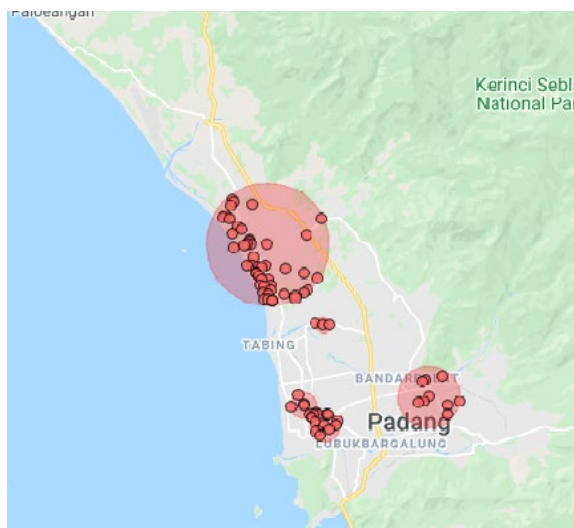
Tabel 1. *Hotspot* yang Terdekteksi dari *Output SaTScan*

Scanning Window	Nama Daerah	Posisi (0LS/0BT)	Time Frame	Radius Cluster	Jumlah Kasus
1	Padang Timur Padang Selatan Lubuk Begalung	-0.949217/ 100.373702	25/8 20 sampai 24/9 20	0,91 km	7

Scanning Window	Nama Daerah	Posisi (0LS/0BT)	Time Frame	Radius Cluster	Jumlah Kasus
2	Pauh Koto Tengah Lubuk Kilangan	-0.934134/ 100.427771	25/1 20 sampai 24/3 20	1,79 km	7
3	Koto Tengah Lubuk Begalung Padang Utara	-0.854749/ 100.344451	25/4 20 sampai 24/5 20	3,54 km	21
4	Nanggolo	-0.896752/ 100.37318	25/8 20 sampai 24/9 20	0,44 km	3
5	Padang Timur Padang Barat	-0.938659/ 100.362916	25/6 20 sampai 24/7 20	0,77 km	4

Keterangan :

Kata yang dicetak tebal pada kolom nama daerah merupakan pusat *scanning window*.



Gambar 5. Peta Kota Padang yang Menjadi *Hotspot* dengan Titik Kejadian

Kandidat hotspot pertama berpusat di kecamatan Padang Timur dengan titik koordinat 0.949217^0LS , 100.373702^0BT , dengan jari-jari 0,91 km yang meliputi kecamatan Padang Timur, Padang Selatan, dan Lubuk Begalung dengan memiliki 7 kasus. Kandidat *hotspot* kedua berlokasi di kecamatan Pauh, Koto Tengah, dan Lubuk Kilangan dengan berpusat di kecamatan Pauh dengan titik koordinat pusatnya yaitu 0.934134^0LS , 100.427771^0BT . Pada scanning window kedua ini mempunyai jari-jari 1,79 km dari titik pusatnya yang mencakup 7 kasus.

Scanning window ketiga yang berpotensi menjadi *hotspot* terpusat di kecamatan Koto Tengah, dengan titik pusat koordinatnya -0.854749^0LS , 100.344451^0BT , dan jarak antara titik pusat *scanning window* dengan *cylindric window* yang terbentuk adalah sejauh 3,54 km, yang meliputi kecamatan Koto Tengah, Lubuk Begalung, dan Padang Utara yang memiliki jumlah kasus sebanyak 21 kasus.

Scanning window selanjutnya yaitu berpusat di kecamatan Nanggolo dengan koordinat titik pusatnya yaitu $-0,896752^{\circ}\text{LS}$, $100.373185^{\circ}\text{BT}$ yang berjari-jari 0,44 km dari titik pusatnya. Pada kandidat *hotspot* keempat ini memiliki jumlah kasus sebanyak 3 kasus. *Scanning window* terakhir yang berpotensi menjadi *hotspot* berpusat di kecamatan Padang Timur dengan titik pusatnya $-0.938659^{\circ}\text{LS}$, $100.362916^{\circ}\text{BT}$. *Scanning window* ini berpusat 0,77 km dari titik pusatnya yang mencakup kecamatan Padang Timur dan Padang Barat. Jumlah kasus yang terjadi pada daerah calon *hotspot* ini berjumlah 4 kasus.

Dari kelima *scanning window* tersebut, akan diuji manakah dari calon kandidat *hotspot* tersebut yang menjadi *hotspot* kasus pencurian motor atau tidak. Pengujian dilakukan dengan pendekatan Monte Carlo dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : p = q$ (*scanning window* bukan merupakan hotspot kasus pencurian motor di Kota Padang),

$H_0 : p > q$ (*scanning window* merupakan hotspot kasus pencurian motor di Kota Padang).

Hasil pengujian hipotesis bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Proses *Scanning Window*

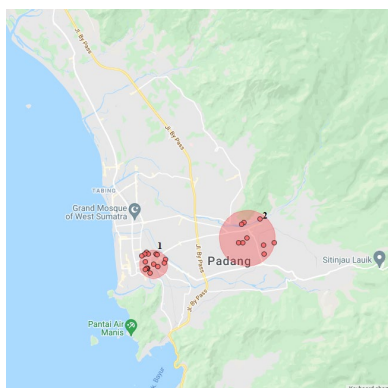
Scanning Window	Nama Daerah	Nilai - p
1	Padang Timur Padang Selatan Lubuk Begalung	0,024
2	Pauh Koto Tangah Lubuk Kilangan	0,038
3	Koto Tangah Lubuk Begalung Padang Utara	0,781
4	Nanggolo	0,857
5	Padang Timur Padang Barat	0,965

Suatu kandidat *hotspot* dikatakan signifikan menjadi sebuah *hotspot* jika memilih nilai- $p < \alpha = 0,05$. Dari Tabel 2, diperoleh nilai- p untuk *scanning window* pertama yaitu $0,024 < \alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa kecamatan Padang Timur, Padang Selatan, dan Lubuk Begalung merupakan *hotspot* kasus pencurian motor di Kota Padang. Kesimpulan yang sama diperoleh untuk calon *hotspot* kedua, yang meliputi kecamatan Pauh, Koto Tangah, dan Lubuk Kilangan. Dengan demikian, *hotspot* pencurian motor di Kota Padang adalah

Tabel 3. Daerah yang Menjadi *Hotpots* Kasus Curanmor

Scanning Window	Nama Daerah	LLR	RR
1	Padang Timur Padang Selatan Lubuk Begalung	8,336627	7,80

Scanning Window	Nama Daerah	LLR	RR
2	Pauh Koto Tengah Lubuk Kilangan	7,988261	7,36



Gambar 6. Hotspot kasus curanmor

Nilai LLR yang paling tinggi dari *hotspot* disebut *most likely cluster* (MLC) atau *hotspot* utama dan semua klaster selain MLC disebut *secondary cluster* atau klaster sekunder. Pada *hotspot* yang terbentuk, MLC adalah *scanning window* 1 dan klaster sekundernya adalah *scanning window* 2. Pada pembahasan ini, digunakan standar nilai kritis Monte Carlo dan yang digunakan adalah α yaitu **0,05** atau senilai dengan 7,621293. Nilai kritis Monte Carlo ini berbeda-beda tergantung tingkat signifikannya. Berdasarkan Tabel 3, nilai LLR dari *scanning window* 1 dan 2 masing-masing $> 7,621293$ sehingga bisa dikatakan bahwa *hotspot* daerah pencurian motor di Kota Padang yaitu berada pada *scanning window* 1 dan 2, dimana *hotspot* utamanya adalah kecamatan Padang Timur, Padang Selatan, dan Lubuk Begalung dengan pusatnya di Padang Timur dan klaster sekunder yaitu kecamatan Pauh, Koto Tengah, dan Lubuk Kilangan dengan pusat di kecamatan Pauh.

4 Simpulan

- Pembentukan *hotspot* dengan menggunakan metode *space time permutation scan statistic* menggunakan pendekatan distribusi Poisson dimana langkah awal yang dilakukan yaitu membentuk *scanning window* yang berbentuk *cylindric window*. Setelah *scanning window* dibentuk, maka akan ditentukan daerah mana dari *scanning window* yang merupakan kasus pencurian motor di Kota Padang dengan menggunakan statistik uji yaitu

$$\lambda(x) = \begin{cases} \left(\frac{C_A}{\mu_A}\right)^{C_A} \left(\frac{C - C_A}{C - \mu_A}\right)^{C - C_A} & , \text{jika } \left(\frac{C_A}{\mu_A}\right) > \left(\frac{C - C_A}{C - \mu_A}\right), \\ 1, & \text{selainnya.} \end{cases}$$

- Dari hasil *space time permutation scan statistic*, didapatkanlah untuk *hotspot* kasus pencurian motor di Kota Padang terdiri dari 2 daerah, dimana daerah pertama dinamakan *most likely cluster* atau *hotspot* utama yaitu mencakup kecamatan Padang Timur, Padang Selatan, dan Lubuk Begalung, sedangkan untuk daerah kedua yaitu *secondary cluster* atau klaster sekunder dimana daerah yang mencakup yaitu kecamatan Pauh, Koto Tangah, dan Lubuk Kilangan.

5 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Syafrizal Sy, Ibu Maisyastri, dan Bapak Budi Rudianto yang telah memberikan masukan dan saran sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

6 Daftar Pustaka

- [1] W. . Mubarak, *Buku Ajar Kebutuhan Dasar Manusia : Teori dan Aplikasi dalam Praktik*. Jakarta: EGC, 2007.
- [2] Badan Pusat Statistik, “Statistik Kriminal 2020,” 2020.
- [3] M. Kulldorf, “SaTScanTM User Guide, for version 9.6,” 2021
- [4] M. . Peneira, “Space Time Clustering Analysis Performance of an Agregated Dataset: The Case of Wildfires in Portugal,” *Elsevier*, vol. 72, pp. 239–249, 2015.
- [5] N. Sambas and Dian A, *Kriminologi: Perspektif Hukum Pidana*. Jakarta: Sinar Grafika, 2019.
- [6] L. J. Bain and M. Engerhardt, *Introduction to Probability and Mathematical Science. Second Edition*, 2nd ed. California: Duxbury Press, 1992.
- [7] R. E. Walpole, *Pengantar Statistika*, 3rd ed. Jakarta: Erlangga, 1995.
- [8] R. V Hogg, J.W.McKean, and A. T.Craig, *Introduction to Mathematical Statistics*, 2019th ed. Boston: Pearson Education Inc, 2019.
- [9] R. M. Arifin, “Space Time Permutation Scan Statistics,” Universitas Indonesia, 2007.