E-ISSN : 2988-1986
https://ejournal.warunayama.org/kohesi

**Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek**
Volume 01, No. 02 Agustus 2023, pp. 20-30

# ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS BERDASARKAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN PADA RUAS JALAN TOL PANDAAN – MALANG

Maisatul Umami, Khofifah
Universitas Yudharta Pasuruan
Email : maisatulumami01@gmail.com

ABSTRAK

Kepadatan volume lalu lintas mengakibatkan akses jalan semakin sulit, berbagai aktivitas pengguna jalan tidak nyaman, sehingga secara tidak langsung menimbulkan resiko permasalahan lalu lintas, seperti kemacetan dan kecelakaan yang berdampak pada turunnya kinerja pelayanan jalan. Jalan tol sendiri sebagai jalan bebas hambatan memberikan perbedaan yang nyata dengan jalan biasa. Namun dengan statusnya yang bebas hambatan bukan berarti masalah kecelakaan lalu lintas bisa teratasi. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian adalah metode distribusi frekuensi, *Z-Score, Cummulative Summary (Cusum).*Dari hasil analisis menunjukkan bahwa ruas jalan yang teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan *(Black Site)* lalu lintas dengan kriteria rawan kecelakaan tinggi yaitu ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Lawang dengan jenis *entrance* (pintu masuk) dengan nilai *Z-Score* 102452,8889, daerah Singosari dengan jenis *entrance* (pintu masuk) ) dengan nilai *Z-Score* 301117,8889 dan *exit* (pintu keluar) dengan nilai *Z-Score* 329441,8889, dan ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Malang dengan jenis *entrance* (pintu masuk) dengan nilai *Z-Score* 104770,2889 dan *exit* (pintu keluar) dengan nilai *Z-Score* 119028,1889. Sedangkan ruas jalan tol yang teridentifikasi sebagai titik rawan kecelakaan (Black Spot) yaitu ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Pakis tepat pada tahun 2023 dengan nilai Cusum -2430882.

***Kata kunci : Kecelakaan Lalu Lintas, Black Spot, Z-Score.***

## PENDAHULUAN

Kepadatan volume lalu lintas mengakibatkan akses jalan semakin sulit, berbagai aktivitas pengguna jalan tidak nyaman, sehingga secara tidak langsung menimbulkan resiko permasalahan lalu lintas, seperti kemacetan dan kecelakaan yang berdampak pada turunnya kinerja pelayanan jalan. Jalan tol sebagai jalan bebas hambatan memberikan perbedaan yang nyata dengan jalan biasa. Namun dengan statusnya yang bebas hambatan bukan berarti masalah kecelakaan lalu lintas bisa teratasi. Masalah kecelakaan lalu lintas menjadi suatu hal yang vital sehingga diperlukan kajian terhadapnya, baik mengenai penyebab, akibat, dan penanganannya. Tol Pandan-Malang dibangun pada tahun 2019 dengan panjang 38,48 km yang menghubungkan daerah Pandaan, Kabupaten Pasuruan dengan Kota Malang, Jawa Timur. Dimana Jalan ini merupakan jalur cepat untuk mengakses dari daerah Pandaan menuju kota Malang, yang mana kota Malang sendiri terkenal sebagai salah satu tujuan utama wisata di Jawa Timur. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan yang terjadi maka

diperlukan cara untuk menanggulanginya, salah satunya yaitu mengidentifikasi lokasi/ daerah yang menjadi titik rawan kecelakaan *(black spot)* dan lokasi/ daerah yang menjadi daerah rawan kecelakaan. Dengan mengetahui lokasi tersebut maka dapat dilakukan penanggulangan khusus yang sesuai dan diharapkan dapat mencegah dan mengurangi tingkat kecelakaan yang terjadi.

## Tinjauan Pustaka

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kecelakaan lalu lintas jalan raya, seperti :

Asep Fahza dan Hera Widyastuti (2019), yang berjudul "Analisis daerah rawan kecelakaan lalu lintas pada ruas jalan tol Surabaya-Gempol" melakukan penelitian menggunakan uji hipotesis dengan metode one way-ANNOVA, analisis *Accident Rate*, perhitungan besaran biaya korban kecelakaan lalu lintas dengan metode *The Gross Output*, analisis lokasi *Black site*, analisis titik rawan kecelakaan *Black Spot.*

### 2.2 Karakteristik Kecelakaan

1) **Berdasarkan Tingkat Kecelakaan**
    a. Kecelakaan ringan, yaitu kecelakaan yang mana korban tidak membutuhkan peawatan khusus atau tidak perlu dibawa ke rumah sakit.
    b. Kecelakaan parah, yaitu kecelakaan yang mana korban membutuhkan perawatan khusus atau korban harus dibawa ke rumah sakit.
    c. Kecelakaan fatal, yaitu kecelakaan ini lebih parah dari kecelakaan ringan dan kecelakaan parah, yang mana jika tidak di bawa ke rumah sakit korban dari kecelakaan fatal ini bisa meninggal dunia.
2) **Berdasarkan Korban Kecelakaan**
    a. Korban mati *(fatal)*, yaitu korban dipastikan meninggal dalam jangka waktu 30 hari setelah terjadi kecelakaan lalu lintas tersebut.
    b. Korban luka berat *(hardly injured)*, yaitu korban yang karena luka-lukanya tersebut ia menderita cacat tetap atau harus dirawat dalam jangka waktu lebih dari 30 hari setelah kejadian kecelakaan lalu lintas. Sedangkan yang dimaksud dengan cacat tetap yaitu apabila anggota tubuh hilang pada saat kejadian kecelakaan atau anggota tubuh tidak bisa digunakan sama sekali dan tidak bisa pulih/sembuh selamanya.
    c. Korban luka ringan *(lightly injured)*, yaitu korban yang tidak termasuk dalam kategori korban mati atau korban luka berat.
3) **Berdasarkan Jenis dan Bentuk Kecelakaan**
    1) Kecelakaan Berdasarkan Lokasi Kejadian
    2) Kecelakaan Berdasarkan Waktu Terjadinya Kecelakaan
    3) Kecelakaan Berdasarkan Posisi Kecelakaan
    4) Kecelakaan Berdasarkan Jumlah Kendaraan yang Terlibat

## 2.3 Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan

Menurut Wells (1995) kecelakaan lalu lintas bisa disebabkan oleh banyak faktor, bukan hanya dari pengemudi yang buruk dan pejalan kaki yang tidak hati-hati. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas yaitu :

1) Faktor manusia *(human factor),*
2) Faktor kendaraan
3) Faktor cuaca
4) Faktor lingkungan jalan

## 2.4 Metode Penentuan *Blackspot*

### 1. Teknik Z-Score

*Z-Score* adalah bilangan Z atau bilangan standart atau bilangan baku. Nilai z dapat dicari dengan rumus :

$$Z_1 = \frac{X_I - X}{S}$$

Dimana :

$Z_1$ = Nilai *Z-score* kecelakaan pada lokasi i

$X_I$ = Jumlah data pada lokasi i

$S$ = Standart deviasi

$X$ = Nilai rata – rata

I = 1, 2, 3, ....n

### 2. Teknik Cusum (Cumulative Summary)

Teknik *Cusum (cumulative summary)* adalah suatu teknik prosedur yang dapat digunakan untuk mengidentifikasikan black spot.

a. Mencari Nilai *Mean* (W)

Perhitungan untuk mencari nilai *mean* dari data sekunder, yaitu sebagai berikut :

$$W = \frac{\Sigma X_1}{L \times T}$$

Dimana :

W = Nilai mean

$\Sigma X_1$ = Jumlah Kecelakaan Jumlah station

**Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek**
Volume 01, No. 02 Agustus 2023, pp. 20-30

L = Jumlah stasiun (sta)

T = Waktu/Periode

b. Mencari Nilai *Cusum* Kecelakaan Tahun Pertama

Perhitungan untuk mencari nilai *cusum* kecelakaan tahun pertama adalah dengan mengurangi jumlah kecelakaan tiap tahun dengan nilai mean, yaitu :$S_O = X_1 - W$

Dimana :

$S_O$ = Nilai cusum kecelakaan untuk tahun pertama

$X_1$ = jumlah kecelakaan tiap tahun

$W$ = Nilai *mean*

c. Mencari Nilai *Cusum* Tahun Selanjutnya

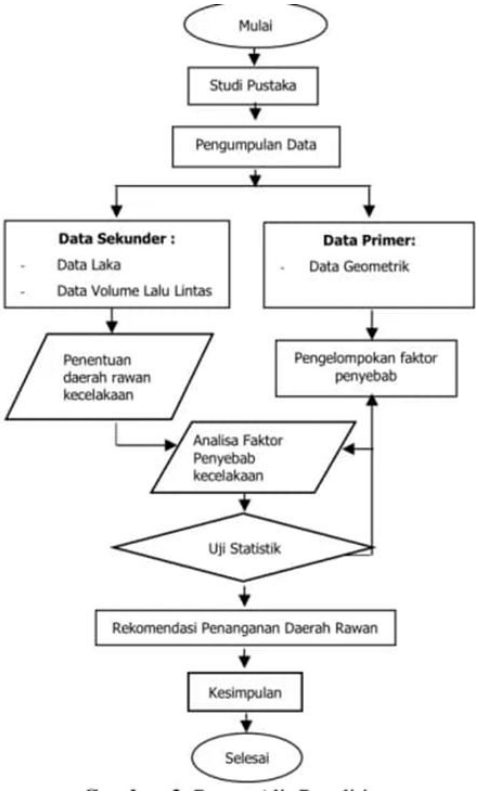
Untuk mencari nilai cusum selanjutnya ($S_1$) adalah dengan menjumlahkan nilai cusum tahun pertama dengan hasil pengurangan jumlah kecelakaan dan nilai mean pada tahun selanjutnya, yaitu :

$$S_1 = [S_O + (X_1 - W)]$$

Dimana :
$S_1$ = Nilai *cusum* kecelakaan
$S_O$ = nilai *cusum* kecelakaan untuk tahun pertama
$X_1$ = jumlah kecelakaan
$W$ = Nilai *mean*

# METODE PENELITIAN

## 3.1 Diagram Alir Penelitian




Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## 3.2 Lokasi Studi

Sesuai dengan judul penelitian, penelitian ini berada di ruas jalan Tol Pandaan – Malang, yang mana lokasi ini melintasi bagian dari beberapa desa di kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur.

Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

### 3.3 Metodologi Penelitian

Motode penelitian yang dilakukan adalah penelitian bersifat deskriptif dengan pendekatan kuantitatif bermaksud untuk mendapatkan gambaran faktor penyebab kecelakaan lalu lintas berdasarkan data sekunder yang bersumber dari laporan kasus dalam Berita Acara Pemeriksaan (BAP) kecelakaan lalu lintas di Jasamarga Tol Pandaan-Malang tahun 2020-2023.

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

**a. Metode Observasi Lapangan**

Observasi adalah cara dan teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang ada pada objek penelitian (Moh. Pabundu T., 2005: 44). Dalam penelitian ini tujuan dari observasi untuk melihat kondisi permasalahan di lapangan untuk diteliti, baik secara fisik maupun gambaran umum permasalahan yang ada di lapangan.

**b. Metode Dokumentasi**

Metode dokumentasi adalah cara dan teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan melalui pengambilan gambar kondisi di lapangan untuk dianalisis maupun diteliti (Moh. Pabundu T., 2005: 44). Data yang dimaksud maliputi jaringan jalan, karakteristik daerah rawan kecelakaan dan gambaran umum daerah penelitian baik daerah rawan kecelakaan maupun titik rawan kecelakaan.

**c. Studi Kepustakaan**

Studi kepustakaan adalah segala usaha yang dilakukan oleh peneliti dalam menghimpun informasi yang relevan dengan masalah yang akan atau sedang diteliti. Informasi tersebut dapat berupa buku – buku ilmiah, laporan penelitian, karangan – karangan ilmiah, tesis dan disertasi, peraturan – peraturan, ketetapan – ketetapan, buku tahunan, ensiclopedia, dan sumber – sumber tertulis lainnya baik cetak maupun elektronik.

### 3.5 TahapanPenelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan penelitian, meliputi tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan pembuatan laporan,

## BAB IV

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data yang menggambarkan terjadinya kecelakaan lalu lintas, maka data yang dikumpulkan adalah data laporan kecelakaan lalu lintas beserta informasi yang mencakup terjadinya kecelakaan, sehingga cukup untuk dijadikan penelitian.

### 4.2 Data Peristiwa Kecelakaan pada Setiap Daerah per Tahun

Data Berupa jumlah kejadian kecelakaan pada setiap daerah selama empat tahun pengamatan. Pada penelitian ini, tol Pandaan - Malang dibagi menjadi 5 daerah dari panjang jalan 38,48 km.

**Tabel 4.1 Jumlah Peristiwa Kecelakaan Tahun 2020**

| TAHUN | GERBANG TOL | JANUARI | FEBRUARI | MARET | APRIL | MEI | JUNI | JULI | AGUSTUS | SEPTEMBER | OKTOBER | NOVEMBER | DESEMBER | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Entrance | Purwodadi | 75.485 | 68.392 | 61.932 | 34.925 | 30.082 | 48.654 | 58.467 | 68.120 | 62.804 | 70.570 | 72.952 | 73.033 | 725.416 |
| | Lawang | 104.507 | 91.816 | 85.082 | 48.889 | 90.540 | 57.407 | 76.425 | 87.780 | 83.580 | 91.198 | 93.715 | 92.073 | 1.003.012 |
| | Singosari | 341.525 | 303.915 | 261.108 | 114.111 | 75.721 | 176.723 | 226.205 | 282.020 | 250.107 | 290.373 | 294.101 | 287.298 | 2.903.207 |
| | Pakis | 110.663 | 101.428 | 92.455 | 43.398 | 29.753 | 46.916 | 54.279 | 61.795 | 58.220 | 64.553 | 69.832 | 67.468 | 800.760 |
| | Malang | | | | 34.845 | 30.897 | 52.656 | 54.640 | 69.062 | 62.506 | 74.890 | 87.971 | 89.759 | 557.226 |
| TOTAL | | 632.180 | 565.551 | 500.577 | 276.168 | 256.993 | 382.356 | 470.016 | 568.777 | 517.217 | 591.584 | 618.571 | 609.631 | 5.989.621 |
| Exit | Purwodadi | 70.496 | 65.631 | 59.391 | 31.057 | 21.871 | 44.540 | 52.645 | 60.995 | 56.454 | 64.411 | 66.227 | 66.192 | 659.910 |
| | Lawang | 71.768 | 67.758 | 62.797 | 37.313 | 93.363 | 44.565 | 57.713 | 66.025 | 56.771 | 62.377 | 64.507 | 65.972 | 750.929 |
| | Singosari | 361.265 | 334.960 | 279.007 | 129.160 | 82.352 | 185.425 | 244.703 | 293.214 | 271.819 | 319.550 | 318.762 | 317.156 | 3.137.373 |
| | Pakis | 125.151 | 116.461 | 105.446 | 48.939 | 34.385 | 52.388 | 60.761 | 69.566 | 64.102 | 71.641 | 75.794 | 74.525 | 899.159 |
| | Malang | | | | 39.176 | 32.952 | 66.376 | 74.989 | 91.766 | 83.806 | 101.280 | 103.276 | 110.483 | 704.104 |
| TOTAL | | 628.680 | 584.810 | 506.641 | 285.645 | 264.923 | 393.294 | 490.811 | 581.566 | 532.952 | 619.259 | 628.566 | 634.328 | 6.151.475 |

**Tabel 4.2 Jumlah Peristiwa Kecelakaan Tahun 2021**

| TAHUN | GERBANG TOL | JANUARI | FEBRUARI | MARET | APRIL | MEI | JUNI | JULI | AGUSTUS | SEPTEMBER | OKTOBER | NOVEMBER | DESEMBER | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Entrance | Purwodadi | 64.299 | 62.545 | 75.168 | 73.032 | 63.516 | 74.304 | 43.856 | 57.121 | 67.488 | 81.775 | 77.577 | 84.583 | 825.264 |
| | Lawang | 79.992 | 77.798 | 94.561 | 95.834 | 82.312 | 95.339 | 57.400 | 68.196 | 82.106 | 104.358 | 102.065 | 111.248 | 1.051.209 |
| | Singosari | 233.510 | 236.242 | 288.880 | 277.182 | 248.893 | 296.291 | 125.451 | 222.184 | 284.901 | 335.976 | 313.823 | 352.880 | 3.216.213 |
| | Pakis | 57.783 | 55.118 | 63.634 | 62.755 | 57.695 | 66.247 | 35.512 | 44.319 | 56.230 | 69.274 | 69.630 | 75.749 | 713.946 |
| | Malang | 81.620 | 78.619 | 96.036 | 94.419 | 86.523 | 97.715 | 47.519 | 61.968 | 84.389 | 109.070 | 105.790 | 120.745 | 1.064.413 |
| TOTAL | | 517.204 | 510.322 | 618.279 | 603.222 | 538.939 | 629.896 | 309.738 | 453.788 | 575.114 | 700.453 | 668.885 | 745.205 | 6.871.045 |
| Exit | Purwodadi | 58.385 | 56.906 | 68.082 | 65.958 | 71.071 | 68.847 | 33.240 | 33.070 | 52.929 | 75.987 | 71.517 | 78.939 | 734.931 |
| | Lawang | 57.308 | 56.156 | 67.486 | 66.933 | 59.266 | 65.752 | 24.658 | 27.112 | 51.142 | 70.532 | 69.534 | 73.471 | 689.350 |
| | Singosari | 251.310 | 258.870 | 314.139 | 303.076 | 251.703 | 318.915 | 184.715 | 329.202 | 354.752 | 369.600 | 343.517 | 393.648 | 3.673.447 |
| | Pakis | 61.775 | 59.114 | 68.752 | 66.927 | 62.873 | 71.207 | 31.384 | 30.345 | 51.272 | 75.097 | 73.700 | 82.997 | 735.443 |
| | Malang | 96.125 | 95.967 | 115.027 | 115.027 | 99.081 | 115.364 | 38.932 | 30.914 | 74.176 | 126.468 | 122.066 | 142.484 | 1.171.631 |
| TOTAL | | 524.903 | 527.013 | 633.486 | 617.921 | 543.994 | 640.085 | 312.929 | 450.643 | 584.271 | 717.684 | 680.334 | 771.539 | 7.004.802 |

**Tabel 4.3 Jumlah Peristiwa Kecelakaan Tahun 2022**

| TAHUN | GERBANG TOL | JANUARI | FEBRUARI | MARET | APRIL | MEI | JUNI | JULI | AGUSTUS | SEPTEMBER | OKTOBER | NOVEMBER | DESEMBER | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Purwodadi | 84.944 | 71.383 | 90.099 | 75.604 | 105.800 | 87.648 | 100.335 | 86.668 | 84.862 | 89.436 | 85.943 | 99.600 | 1.062.322 |
| | Lawang | 107.166 | 91.432 | 116.095 | 100.899 | 124.579 | 108.202 | 121.268 | 108.663 | 106.174 | 113.399 | 113.056 | 122.731 | 1.333.664 |
| Entrance | Singosari | 346.359 | 278.103 | 338.490 | 287.636 | 437.866 | 351.976 | 409.518 | 344.462 | 328.319 | 358.486 | 338.239 | 405.884 | 4.225.338 |
| | Pakis | 74.715 | 63.023 | 76.486 | 70.484 | 93.964 | 78.237 | 87.584 | 76.380 | 76.281 | 83.266 | 81.895 | 88.109 | 950.424 |
| | Malang | 118.730 | 98.472 | 121.696 | 108.336 | 170.847 | 124.343 | 149.599 | 125.302 | 122.391 | 134.835 | 129.324 | 147.684 | 1.551.559 |
| TOTAL | | 731.914 | 602.413 | 742.866 | 642.959 | 933.056 | 750.406 | 868.304 | 741.475 | 718.027 | 779.422 | 748.457 | 864.008 | 9.123.307 |
| | Purwodadi | 78.973 | 65.575 | 84.799 | 70.158 | 99.963 | 81.022 | 91.601 | 79.283 | 75.454 | 83.633 | 81.991 | 91.660 | 984.112 |
| | Lawang | 73.074 | 62.136 | 77.570 | 70.694 | 94.836 | 78.108 | 88.237 | 76.572 | 76.630 | 81.113 | 79.689 | 89.252 | 947.911 |
| Exit | Singosari | 372.318 | 304.727 | 369.658 | 319.083 | 454.753 | 380.690 | 436.090 | 372.784 | 359.484 | 385.219 | 366.607 | 442.252 | 4.563.665 |
| | Pakis | 79.947 | 68.354 | 81.725 | 74.652 | 100.592 | 82.307 | 93.904 | 81.750 | 81.374 | 88.122 | 86.577 | 95.402 | 1.014.706 |
| | Malang | 135.303 | 112.684 | 138.380 | 126.918 | 180.336 | 139.557 | 169.785 | 140.617 | 136.152 | 150.536 | 144.825 | 173.941 | 1.759.034 |
| TOTAL | | 739.615 | 613.476 | 752.132 | 661.505 | 940.480 | 761.684 | 879.617 | 751.006 | 729.094 | 788.623 | 759.689 | 892.507 | 9.269.428 |

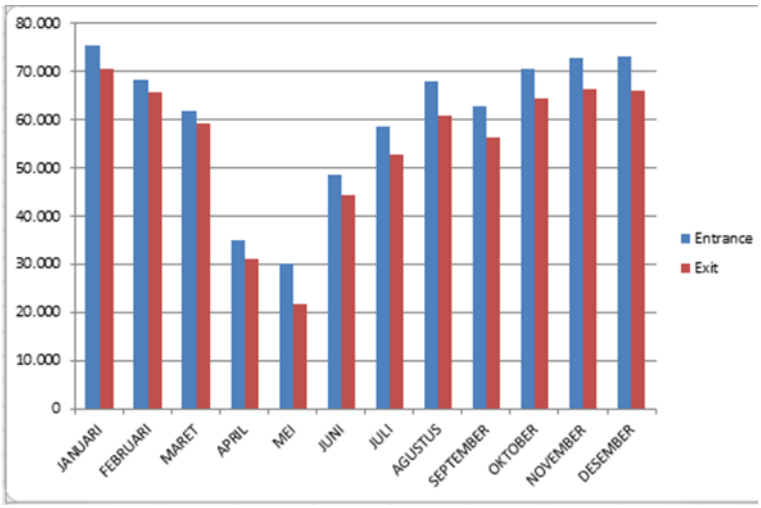
**Tabel 4.4 Jumlah Peristiwa Kecelakaan Tahun 2023**

| | TAHUN | GERBANG TOL | JANUARI | FEBRUARI | MARET | APRIL | MEI | JUNI | JULI | AGUSTUS | SEPTEMBER | OKTOBER | NOVEMBER | DESEMBER | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | | Purwodadi | 92.498 | 81.769 | 89.136 | 96.188 | 100.432 | 94.946 | 105.007 | | | | | | 659.976 |
| 3 | | Lawang | 110.703 | 100.753 | 112.419 | 113.783 | 116.163 | 109.337 | 123.511 | | | | | | 786.669 |
| 4 | Entrance | Singosari | 376.748 | 325.259 | 346.192 | 379.898 | 381.179 | 372.623 | 421.478 | | | | | | 2.603.377 |
| 5 | | Pakis | 84.134 | 75.683 | 80.632 | 85.034 | 88.191 | 81.803 | 91.560 | | | | | | 587.037 |
| 6 | | Malang | 140.793 | 123.989 | 135.095 | 164.804 | 151.524 | 140.070 | 161.383 | | | | | | 1.017.658 |
| 7 | TOTAL | | 804.876 | 707.453 | 763.474 | 839.707 | 837.489 | 798.779 | 902.939 | | | | | | 5.654.717 |
| 8 | | Purwodadi | 87.448 | 77.226 | 84.760 | 90.056 | 91.161 | 86.285 | 96.276 | | | | | | 613.212 |
| 9 | | Lawang | 81.858 | 73.794 | 81.057 | 89.263 | 87.251 | 81.274 | 90.830 | | | | | | 585.327 |
| 10 | Exit | Singosari | 393.829 | 351.351 | 377.132 | 402.522 | 412.122 | 409.821 | 444.772 | | | | | | 2.791.549 |
| 11 | | Pakis | 88.316 | 80.248 | 85.296 | 96.581 | 92.190 | 87.989 | 97.784 | | | | | | 628.404 |
| 12 | | Malang | 153.750 | 138.519 | 149.966 | 185.103 | 162.254 | 158.349 | 178.462 | | | | | | 1.126.403 |
| 13 | TOTAL | | 805.201 | 721.138 | 778.211 | 863.525 | 844.978 | 823.718 | 908.124 | | | | | | 5.744.895 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |

## 4.3 Analisa Data Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas per Daerah Setiap Tahun

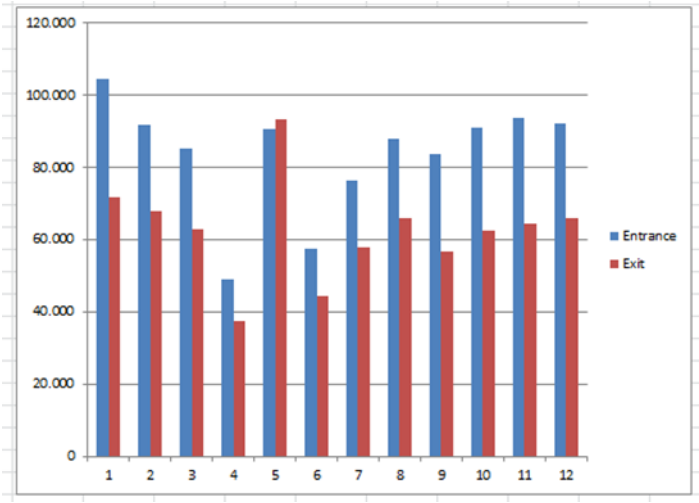
### 1. Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas tahun 2020

a.) Purwodadi



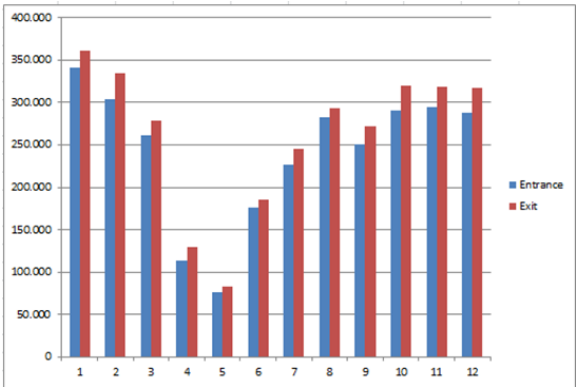

**Gambar 4.1 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2020 daerah Purwodadi**

b.) Lawang



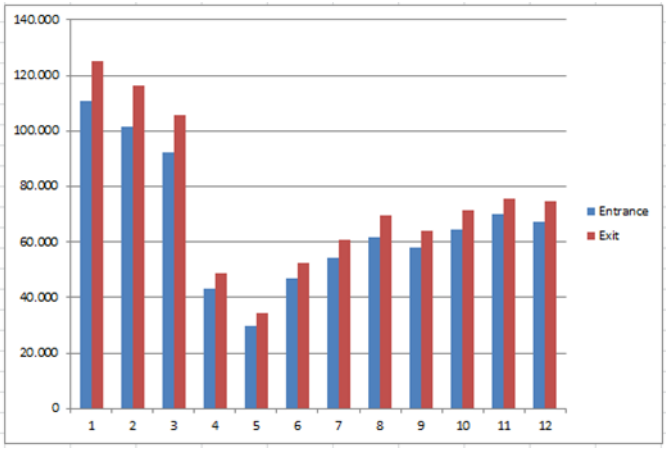

**Gambar 4.2 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2020 daerah Lawang**

c.) Singosari



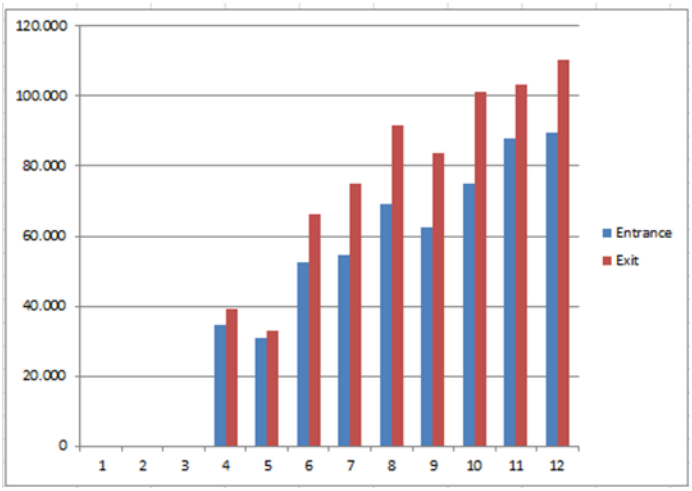

**Gambar 4.3 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2020 daerah Singosari**

d.) Pakis




**Gambar 4.4 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2020 daerah Pakis**

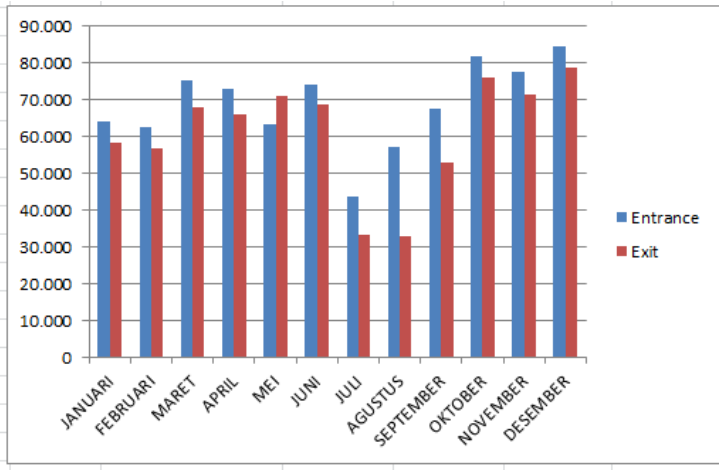
**e.) Malang**




**Gambar 4.5 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2020 daerah Malang**

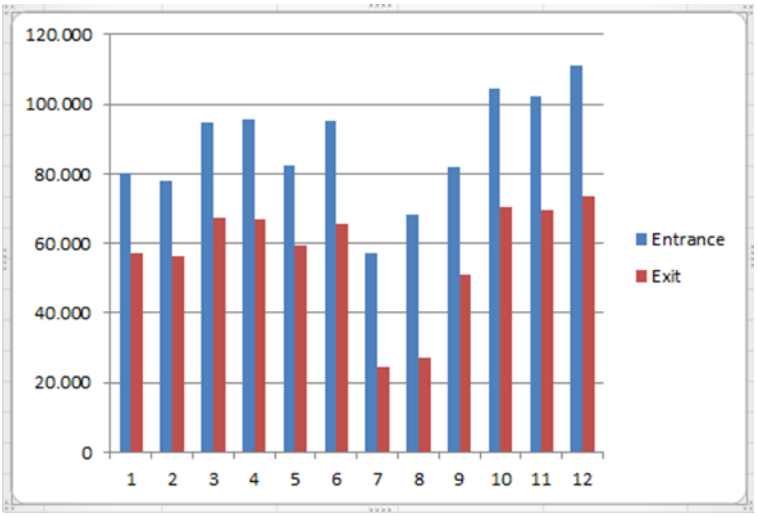
**2.) Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas tahun 2021**

a.) Purwodadi



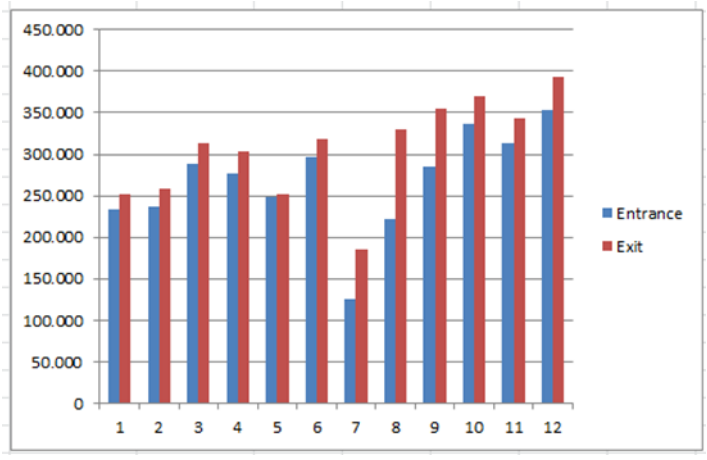

**Gambar 4.6 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2021 daerah Purwodadi**

**b.) Lawang**



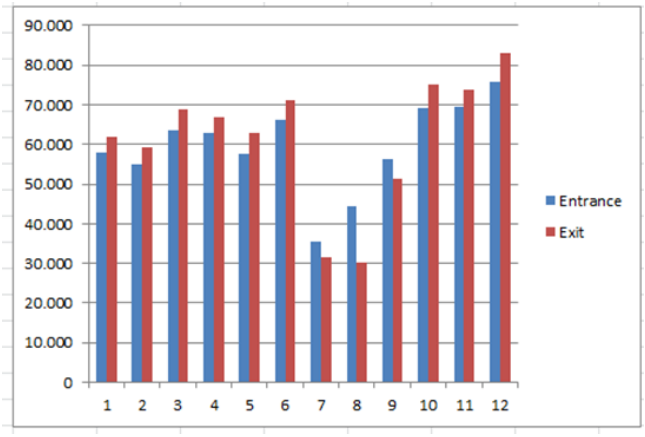

**Gambar 4.7 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2021 daerah Lawang**

**c.) Singosari**



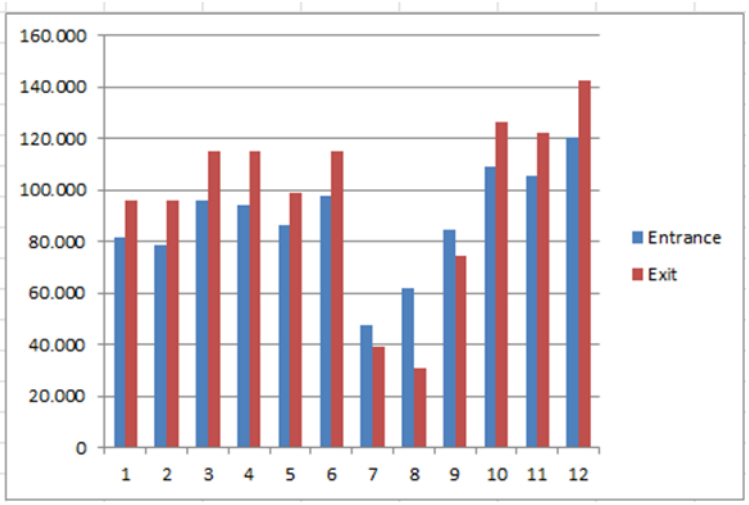
**Gambar 4.8 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2021 daerah Singosari**

**d.) Pakis**




**Gambar 4.9 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2021 daerah Pakis**

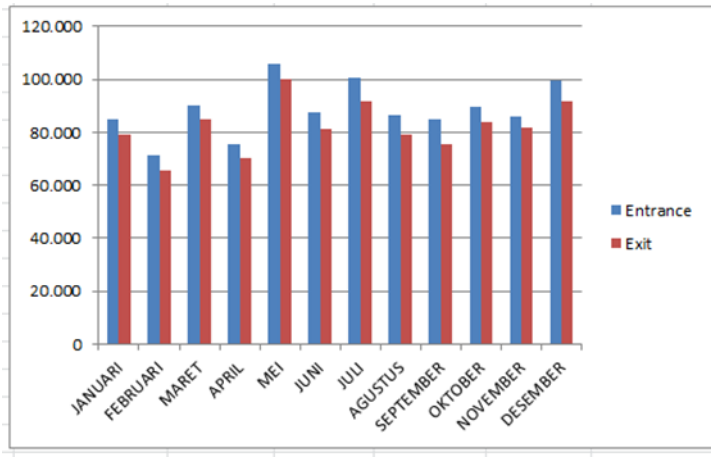
**e.) Malang**




**Gambar 4.10 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2021 daerah Malang**

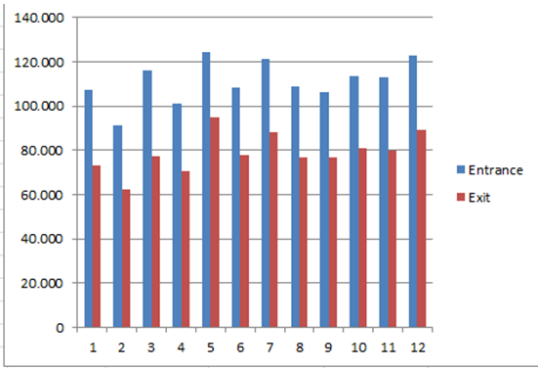
**3.) Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas tahun 2022**

a.) Purwodadi



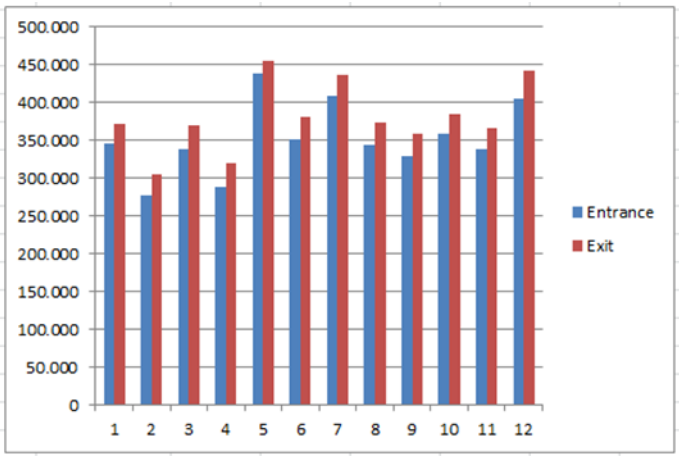

**Gambar 4.11 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2022 daerah Purwodadi**

**b.) Lawang**




**Gambar 4.12 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2022 daerah Lawang**

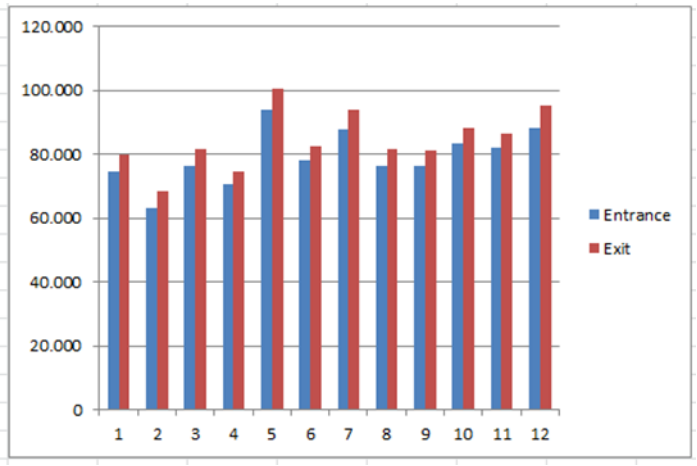
**c.) Singosari**




**Gambar 4.13 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2022 daerah Singosari**

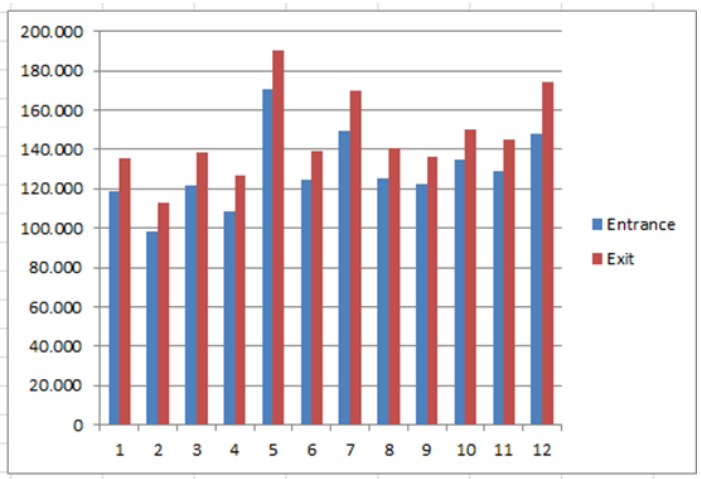
**d.) Pakis**

**Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek**
Volume 01, No. 02 Agustus 2023, pp. 20-30




**Gambar 4.14 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2022 daerah Pakis**

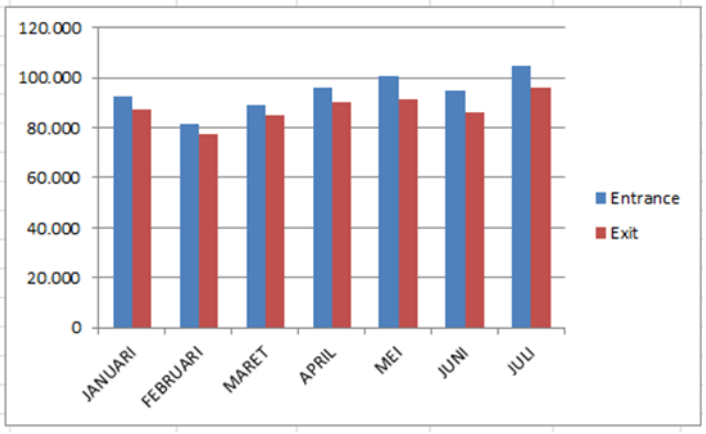
**e.) Malang**




**Gambar 4.15 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2022 daerah Malang**

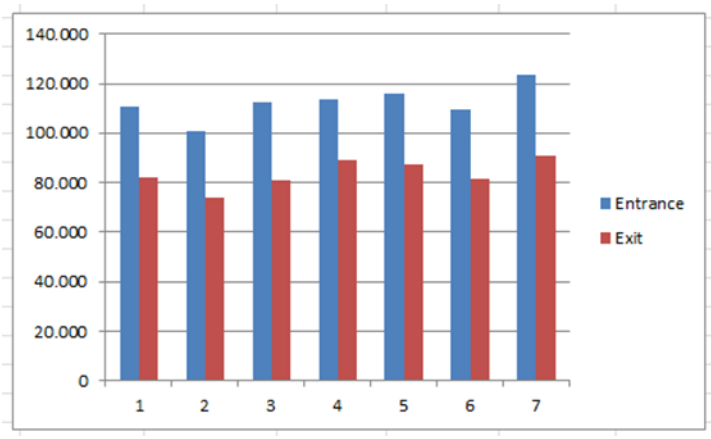
**4.) Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas tahun 2023**

a.) Purwodadi



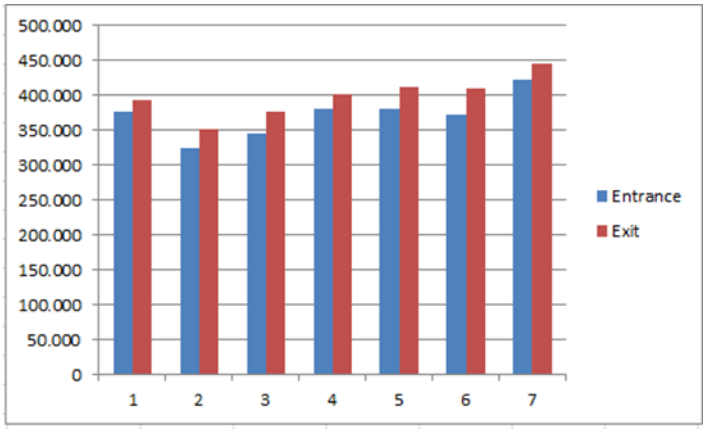
**Gambar 4.16 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2023 daerah Purwodadi**

**b.) Lawang**



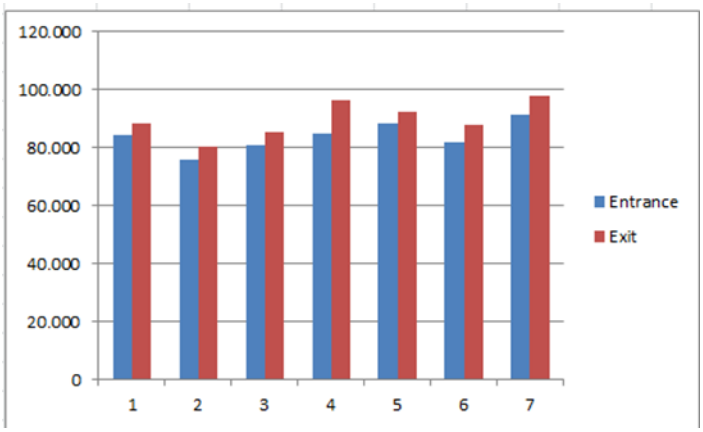

**Gambar 4.17 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2023 daerah Lawang**

**c.) Singosari**



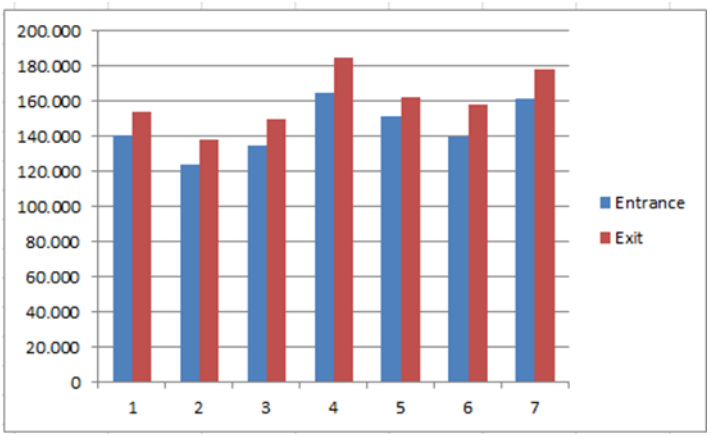

**Gambar 4.18 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2023 daerah Singosari**

**d.) Pakis**




**Gambar 4.19 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2023 daerah Pakis**

**e.) Malang**




**Gambar 4.20 Grafik kecelakaan lalu lintas tahun 2023 daerah Malang**

## 4.4 Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan

Faktor – faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas perlu dicari dengan tujuan agar selanjutnya bisa ditentukan solusi yang tepat untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.

a. Faktor manusia
b. Faktor kendaraan
c. Faktor cuaca
d. Faktor kondisi jalan

## 4.5 Analisa Daerah Rawan Kecelakaan

Untuk mencari daerah rawan kecelakaan menggunakan 2 teknik, yaitu teknik analisa menggunakan *Z-score* untuk mencari *Black Site* dan teknik *Cusum* untuk mencari *Black Spot.*

### 1.) Perhitungan Analisis Z-Score untuk identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan (Black Site)

Untuk menetukan daerah rawan kecelakaan *(black site)* menggunakan rumus Z-score. Dengan menggunakan rumus tersebut kita bisa mengetahui tingkat perkembangan rata-rata kejadian kecelakaan dan daerah rawan kecelakaan pada ruas jalan tol Pandaan-Malang.

a. Mencari Nilai Rata – Rata

$$\boldsymbol{X = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{11.161.858}{10} = 1.116.185,8}$$

Untuk mencari nilai rata – rata (X) yaitu jumlah rata – rata angka kecelakaan tahun 2020- 2023 kemudian dibagi jumlahnya data.

**Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek**
Volume 01, No. 02 Agustus 2023, pp. 20-30

b. Mencari Nilai Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(X-X')^2}{n}} = 120920{,}12$$

Untuk mencari nilai standart deviasi (S) yaitu akar dari jumlah kuadrat rata – rata angka kecelakaan pertahun dikurangi rata – rata angka kecelakaan kemudian dibagi dengan jumlah data.

c. Mencari Nilai Z

$$Z = \frac{X-X'}{S} = \frac{2.325.387-1.116.185{,}8}{120920{,}12} = 2325377{,}77$$

Untuk mencari nilai *Z-score* yaitu rata – rata angka kecelakaan pertahun dikurangi rata – rata angka kecelakaan kemudian dibagi dengan standart deviasi.

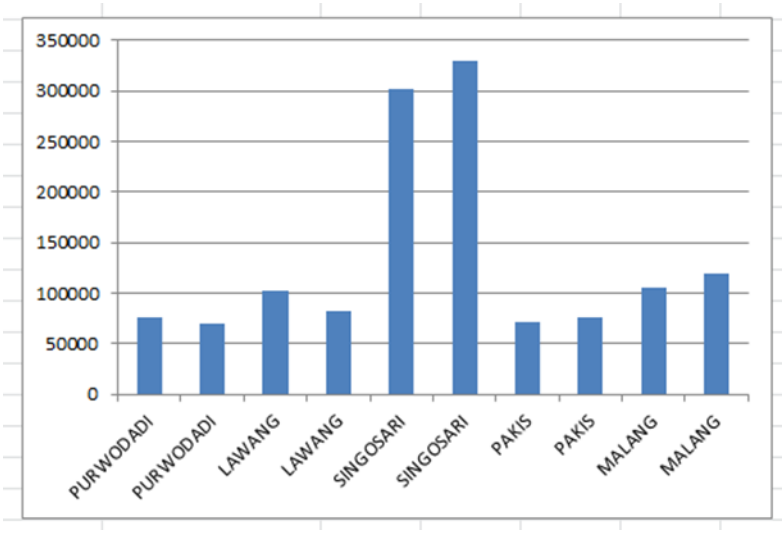
**Tabel 4.5 Hasil Analisis *Z-Score* untuk Daerah Rawan Kecelakaan *(Black Site)* Lalu Lintas**

Hasil Analisa Z-score untuk Daerah Rawan Kecelakaan (black site) Lalu Lintas

| NO | DAERAH | JENIS | X | Z | KRITERIA |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PURWODADI | entrance | 7611,6 | 76114,88889 | Rawan Kecelakaan Rendah |
| 2 | PURWODADI | exit | 6958,5 | 69583,88889 | Rawan Kecelakaan Rendah |
| 3 | LAWANG | entrance | 10245,4 | 102452,8889 | Rawan Kecelakaan Tinggi |
| 4 | LAWANG | exit | 8173,5 | 81733,88889 | Rawan Kecelakaan Rendah |
| 5 | SINGOSARI | entrance | 30111,9 | 301117,8889 | Rawan Kecelakaan Tinggi |
| 6 | SINGOSARI | exit | 32944,3 | 329441,8889 | Rawan Kecelakaan Tinggi |
| 7 | PAKIS | entrance | 7098,1 | 70979,88889 | Rawan Kecelakaan Rendah |
| 8 | PAKIS | exit | 7622,6 | 76224,88889 | Rawan Kecelakaan Rendah |
| 9 | MALANG | entrance | 10477,14 | 104770,2889 | Rawan Kecelakaan Tinggi |
| 10 | MALANG | exit | 11902,93 | 119028,1889 | Rawan Kecelakaan Tinggi |

**Ket :**

: Hasil analisis black site dengan kriteria rawan kecelakaan tinggi




**Gambar 4.21 Grafik Analisis *Black Site* pada ruas Jalan Tol Pandaan – Malang**

**2.) Perhitungan Analisis *Cusum* untuk identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan *(Black Spot)***

*Black Spot* adalah titik pada ruas jalan yang rawan kecelakaan. Untuk menentukan daerah rawan kecelakaan (*Black Spot)*menggunakan metode *Cusum.*

a. Mencari Nilai Mean

$$W = \frac{\Sigma X_i}{L\ x\ T} = \frac{9.301.548}{5\ x\ 4} = 465.077{,}4$$

Untuk mencari nilai mean (W) yaitu jumlah kecelakaan lalu lintas tahun 2020-2023 dibagi dengan jumlah stationing (sta) dikali waktu/periode (T).

b. Mencari Nilai *Cusum* Kecelakaan Tahun Pertama

$S_0 = (X_i - W) = (12.141.096 – 465.077{,}4) = 11.676.018{,}6$

Untuk mendapatkan nilai *Cusum* kecelakaan lalu lintas tahun pertama yaitu dengan mengurangi angka kecelakaan pada tahun pertama dengan nilai rata – rata.

c. Mencari Nilai Cusum Kecelakaan pada Tahun Berikutnya

$S = (S_0 + (X_i - W))$

$= 11.676.018{,}6 + (12.141.096 – 465.077{,}4))$

$= 23.352.037{,}2$

Untuk mencari nilai kecelakaan pada tahun berikutnya yaitu nilai cusum tahun pertama ditambah jumlah kecelakaan dikurangi nilai mean.

**Tabel 4.6 Hasil Analisis Cusum untuk Identifikasi Titik Rawan Kecelakaan (Black Spot) Lalu Lintas**

| Hasil Analisis Cusum untuk Identifikasi Titik Rawan Kecelakaan (Black Spot) Lalu Lintas | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO | DAERAH | STA | TAHUN | JUMLAH KECELAKAAN ($X_i$) | L | T | W | ($X_i$-W) ($S_o$) | $S_i$ |
| 1 | PURWODADI | 2 | 2020 | 1385326 | 2 | 4 | 2770652 | -1385326 | -2770652 |
| | | | 2021 | 1560195 | 2 | 4 | 3120390 | -1560195 | -3120390 |
| | | | 2022 | 2046434 | 2 | 4 | 4092868 | -2046434 | -4092868 |
| | | | 2023 | 1273188 | 2 | 4 | 2546376 | -1273188 | -2546376 |
| 2 | LAWANG | 2 | 2020 | 1753941 | 2 | 4 | 3507882 | -1753941 | -3507882 |
| | | | 2021 | 1740559 | 2 | 4 | 3481118 | -1740559 | -3481118 |
| | | | 2022 | 2281575 | 2 | 4 | 4563150 | -2281575 | -4563150 |
| | | | 2023 | 1371996 | 2 | 4 | 2743992 | -1371996 | -2743992 |
| 3 | SINGOSARI | 2 | 2020 | 6040580 | 2 | 4 | 12081160 | -6040580 | -12081160 |
| | | | 2021 | 6889660 | 2 | 4 | 13779320 | -6889660 | -13779320 |
| | | | 2022 | 8789003 | 2 | 4 | 17578006 | -8789003 | -17578006 |
| | | | 2023 | 5394926 | 2 | 4 | 10789852 | -5394926 | -10789852 |
| 4 | PAKIS | 2 | 2020 | 1699919 | 2 | 4 | 3399838 | -1699919 | -3399838 |
| | | | 2021 | 1449389 | 2 | 4 | 2898778 | -1449389 | -2898778 |
| | | | 2022 | 1965130 | 2 | 4 | 3930260 | -1965130 | -3930260 |
| | | | 2023 | 1215441 | 2 | 4 | 2430882 | -1215441 | -2430882 |
| 5 | MALANG | 2 | 2020 | 1261330 | 2 | 4 | 2522660 | -1261330 | -2522660 |
| | | | 2021 | 2236044 | 2 | 4 | 4472088 | -2236044 | -4472088 |
| | | | 2022 | 3310593 | 2 | 4 | 6621186 | -3310593 | -6621186 |
| | | | 2023 | 2144061 | 2 | 4 | 4288122 | -2144061 | -4288122 |

**Ket :**

: Hasil analisis black site dengan kriteria rawan kecelakaan tinggi

### 4.6 Analisis Pencegahan dan Penanggulangan Kecelakaan

Selain perbaikan fisik seperti, perbaikan jalan, pembangunan sarana tambahan, pemasangan rambu – rambu peringatan, dll. Hal yang perlu dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan lalu lintas yaitu juga psikis pengguna jalan agar jiwa melanggar peraturan lalu lintas berkurang.

## BAB V

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Ruas jalan yang teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan *(Black Site)* lalu lintas dengan kriteria rawan kecelakaan tinggi yaitu : ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Lawang dengan jenis *entrance* (pintu masuk), ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Singosari dengan jenis *entrance* (pintu masuk) dan *exit* (pintu keluar), ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Malang dengan jenis *entrance* (pintu masuk) dan *exit* (pintu keluar). Sedangkan ruas jalan tol yang teridentifikasi sebagai titik rawan kecelakaan *(Black Spot)* yaitu ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Pakis tepat pada tahun 2023. Hal yang perlu dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan lalu lintas yaitu juga psikis pengguna jalan agar jiwa melanggar peraturan lalu lintas berkurang.

## DAFTAR PUSTAKA

Asep dan Widyastut,i Hera. 2019. Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol Surabaya-Gempol. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 8, No. 1, 2019.pp.54 - 59.

Fadylah, Nunung. 2017. Analisis Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Nasional di Kota Surabaya. *Rekayasa Teknik Sipil.* Vol 01 No. 01,2017.pp.365 - 370.

F. D. (Frederick D. Hobbs, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas.* 1995.

H. Oblesby, C, Teknik Jalan Raya. 1982.

Undang – undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.