

## ANALISIS LAJU KOROSI ATMOSFER PADA PIPA BESI DAN BAJA KONSTRUKSI DI KOTA SEMARANG

Norman Iskandar\*, Romualdus Satrio Senoaji, Kharisma Rizki Septareza, Sri Nugroho, dan Deni Fajar Fitriyana

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang 50275.

\*Email: norman.undip@gmail.com

### Abstrak

Korosi adalah proses kerusakan atau penurunan kualitas logam akibat adanya reaksi bahan logam dengan lingkungannya. Korosi atmosferik sangat dipengaruhi oleh air hujan, kabut/embun akibat kelembaban relatif tinggi. Data laju korosi penting sebagai acuan pemilihan bahan konstruksi, teknik pelapisan serta untuk standar keamanan dan umur pakai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lokasi geografis terhadap laju korosi atmosferik material di kota Semarang. Pembagian lokasi berdasar ketinggian dataran terhadap permukaan air laut. Daerah Semarang atas pada 90 – 359 m dpl, daerah Semarang tengah pada 0,75 – 3,5 m dpl, dan daerah Semarang Pesisir yang berjarak 4 – 6 km dari batas pantai. Pipa besi dan baja konstruksi sebagai spesimen uji. Spesimen diletakkan di Sembilan lokasi berbeda selama tiga bulan dengan pengambilan spesimen tiap satu bulan. Laju korosi dihitung dengan metode kehilangan berat. Pembersihan spesimen menggunakan standar ASTM G-1. Hasil penelitian menunjukkan laju korosi atmosferik bervariasi dari 1,74 mpy sampai 7,48 mpy. Laju korosi tertinggi terjadi di lokasi G (Genuk) pada pipa besi sebesar 7,48 mpy atau 189,80  $\mu$ mpy setara dengan tingkat C5 (80 – 200  $\mu$ mpy) kategori korosi sangat tinggi. Semakin mendekati daerah pesisir laju korosi semakin tinggi.

**Kata kunci :** ASTM-G1, korosi atmosferik, kota Semarang, laju korosi, weight loss

### 1. PENDAHULUAN

Logam merupakan salah satu unsur yang sangat penting bagi kehidupan manusia, logam juga merupakan bahan/material yang banyak digunakan berbagai bidang. Hampir semua benda yang ada saat ini memiliki unsur logam di dalamnya. Di bidang keteknikan, logam dapat dijumpai dimana – mana, seperti pembangunan gedung, pembangunan struktur bangunan, dan pembuatan *workshop*/gudang yang memakai kerangka baja.

Pemanfaatan logam sangat diperlukan untuk kemajuan peradaban, logam telah dimanfaatkan untuk berbagai macam kebutuhan seperti bahan baku kerangka kendaraan, untuk senjata, untuk pembuatan pipa saluran minyak, bahan utama pembuatan kapal, bahan penopang bangunan, serta masih banyak penggunaan logam lainnya. Namun demikian, logam akan menimbulkan masalah apabila terjadi korosi.

Korosi atau pengkaratan adalah peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas logam akibat adanya reaksi logam dengan lingkungannya. Lingkungan yang dimaksud dapat berupa kadar air, suhu maupun udara disekitar logam. Sebagai contoh, adanya air yang berasal dari hujan, kabut, atau pengembunan akibat kelembaban relatif tinggi menjadi penyebab adanya korosi (Fontana, 1986). Sebuah survei mengenai bangunan di Inggris pada periode 1947 – 1978 memperlihatkan bahwa penyebab langsung dari kegagalan/ambuknya delapan struktur yang berusia 12 – 40 tahun adalah adanya korosi pada baja penguatnya (Pierre, 2000). Jadi adanya korosi yang terjadi pada struktur bangunan jelas hal yang merugikan.

Kota Semarang adalah salah satu kota di Indonesia yang memiliki kelembaban relatif dan suhu yang tinggi. Kota Semarang merupakan kota pesisir yang wilayahnya terbagi dengan bagian yang berada di dataran rendah dan bagian yang berada di dataran yang lebih tinggi, hal ini menimbulkan perbedaan kondisi atmosfer di kota Semarang. Perbedaan kondisi atmosfer meliputi suhu, kelembaban kritis dan pencemaran udara seperti asap dan debu menjadi faktor pemacu korosi atmosferik (Widharto, 2001)

Banyak konstruksi bangunan maupun saluran saluran air terdapat di kota Semarang seperti saluran air PDAM, tiang papan *reklame* hingga wahana permainan. Dengan adanya bermacam struktur bangunan dengan material berupa logam maka potensi korosi atmosferik bisa sangat mudah terjadi seiring berjalannya waktu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi atmosfer yang terjadi di Kota Semarang, agar dapat dilakukan pencegahan guna menanggulangi permasalahan korosi yang terjadi.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini berupaya untuk mengetahui laju korosivitas beberapa jenis material di daerah Kota Semarang. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan memaparkan spesimen dibawah sinar matahari, dengan mempertimbangkan aspek curah hujan, suhu maupun kecepatan angin dan analisis laju korosi dengan menggunakan metode *Weight Loss Analysis*. Pengujian dilakukan pada beberapa spesimen dengan menggunakan baja karbon yang tersedia di pasaran.

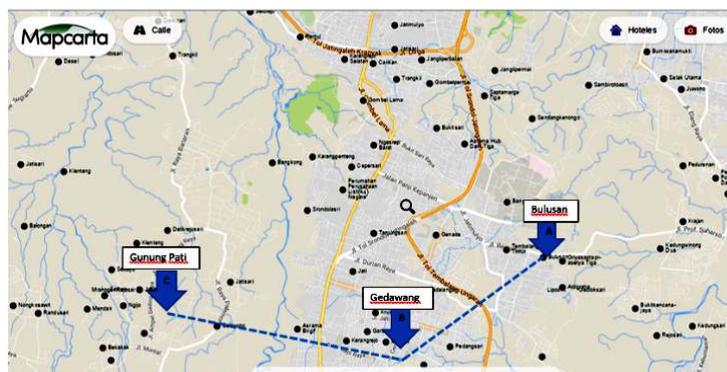
Lokasi yang dipilih ada tiga zona dengan masing-masing zona akan dipilih lagi tiga tempat. Zona penempatan material meliputi zona pesisir, zona daratan rendah dan zona daratan yang lebih tinggi. Spesimen diletakkan di atas atap dengan menggunakan papan yang diatur sehingga tidak ada air yang menggenang. Peletakan spesimen uji dilakukan selama 3 bulan dimana pada setiap satu bulan akan diambil satu spesimen untuk dibersihkan dan diukur tingkat laju korosinya.

### 2.1 Alat dan Bahan

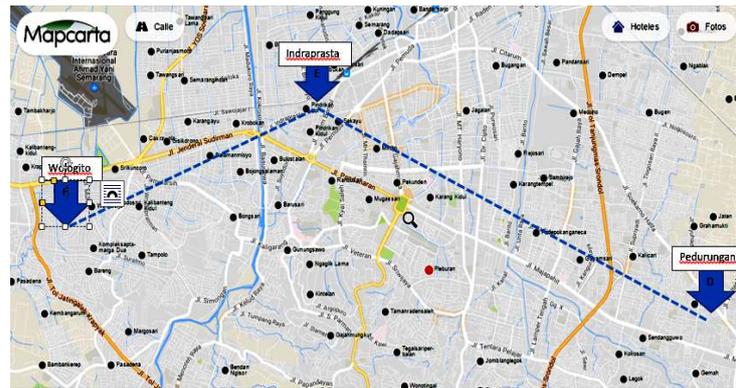
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 macam material yang berbeda yaitu pipa besi, dan baja konstruksi. Pipa besi sering digunakan sebagai konstruksi wahana taman bermain anak-anak dan juga sebagai tiang untuk papan di jalan. Pipa besi yang digunakan memiliki tebal 1,2 mm, panjang 50 mm, dan luas permukaan 9303,2 mm<sup>2</sup> serta densitas 7,51 gr/cm<sup>2</sup>. Baja konstruksi merupakan yang digunakan sebagai tulangan pada pengecoran pilar bangunan. Material yang digunakan memiliki panjang 5,5 cm dan diameter 1 cm. Bahan lain yang digunakan untuk proses pembersihan adalah Asam klorida (HCl). Asam klorida ini digunakan untuk menghilangkan karat yang berada di permukaan spesimen baja karbon dengan memakai metode dari ASTM G1 tahun 1999.

### 2.2 Peletakan spesimen

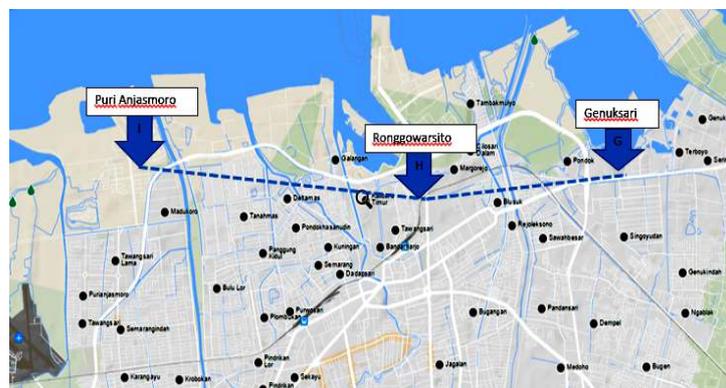
Peletakan spesimen dilakukan di sembilan tempat di kota Semarang, pemilihan tempat ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi di daerah pesisir, daerah tengah kota Semarang, dan daerah atas kota Semarang seperti tembalang dan Gunungpati. Untuk memudahkan peletakan spesimen maka setiap tempat diberi kode tertentu seperti terlihat pada Gambar 1 - 3.



Gambar 1. Lokasi penempatan spesimen di Semarang atas :(A) Bulusan, (B) Gedawang, (C) Gunungpati



Gambar 2. Lokasi penempatan spesimen di Semarang tengah : (D) Pedurungan, (E) Jl. Indraprasta, (F) Wologito



Gambar 3. Lokasi penempatan spesimen di daerah pesisir : (G) Genuksari, (H) Jl. Ronggowarsito, (I) Puri Anjasmoro.

### 2.3 Laju Korosi

Laju korosi dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.1 berikut ini :

$$mpy = \frac{K.W}{D.t.A_s} \tag{2.1}$$

Dimana *mpy* adalah *mils penetration per year*, *K* adalah konstantan faktor korosi senilai  $8,76 \times 10^7$  untuk  $\mu\text{m/year}$  dan  $3,45 \times 10^6$  untuk *mpy*. *W* adalah pengurangan massa akibat korosi (gr), *D* adalah massa jenis material ( $\text{gr/cm}^3$ ), *t* adalah lama waktu pengujian (jam) dimana proses berlangsung selama 720 jam, 1440 jam dan 2160 jam, dan *A<sub>s</sub>* adalah luas permukaan spesimen ( $\text{cm}^2$ )

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Pengujian

Hasil pengujian korosi dapat dilihat pada Gambar 4 sedangkan hasil uji kekerasan dan komposisi kimia dapat dilihat pada Tabel 1-2.

Tabel 1. Nilai Hasil Uji Kekerasan Material

| Material       | Hasil uji Kekerasan (HRB) |    |    |
|----------------|---------------------------|----|----|
| Pipa Besi      | 40                        | 37 | 39 |
| Baja Kontruksi | 78                        | 75 | 81 |

**Tabel 2. Nilai Hasil Uji Komposisi Material**

| Material               | % Kandungan Unsur |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | Fe                | C      | Si     | Mn     | P      | S      | Cr     |
| <b>Pipa Besi</b>       | 99,4208           | 0,0250 | 0,0124 | 0,2002 | 0,0146 | 0,0143 | 0,0293 |
| <b>Baja Konstruksi</b> | 97,9526           | 0,422  | 0,2060 | 0,5147 | 0,0324 | 0,0372 | 0,1394 |

Dari hasil uji komposisi kimia ini terlihat bahwa material pipa besi mendekati nilai material AISI 1005, dan baja konstruksi mendekati nilai material AISI 1044. Berdasarkan data nilai kekerasan material baja konstruksi mendekati nilai kekerasan material AISI 1044 yang bernilai 84 HRB.

**Gambar 4. Spesimen yang telah terkorosi.**

### 3.2. Parameter Cuaca

Parameter cuaca yang dipantau karena berpengaruh besar terhadap laju korosi atmosfer adalah Suhu rata-rata, kelembaban udara tingkat curah hujan dan lama penyinaran matahari. Data parameter cuaca dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Data Kondisi lingkungan pada bulan Mei-Agustus 2017 di Kota Semarang**

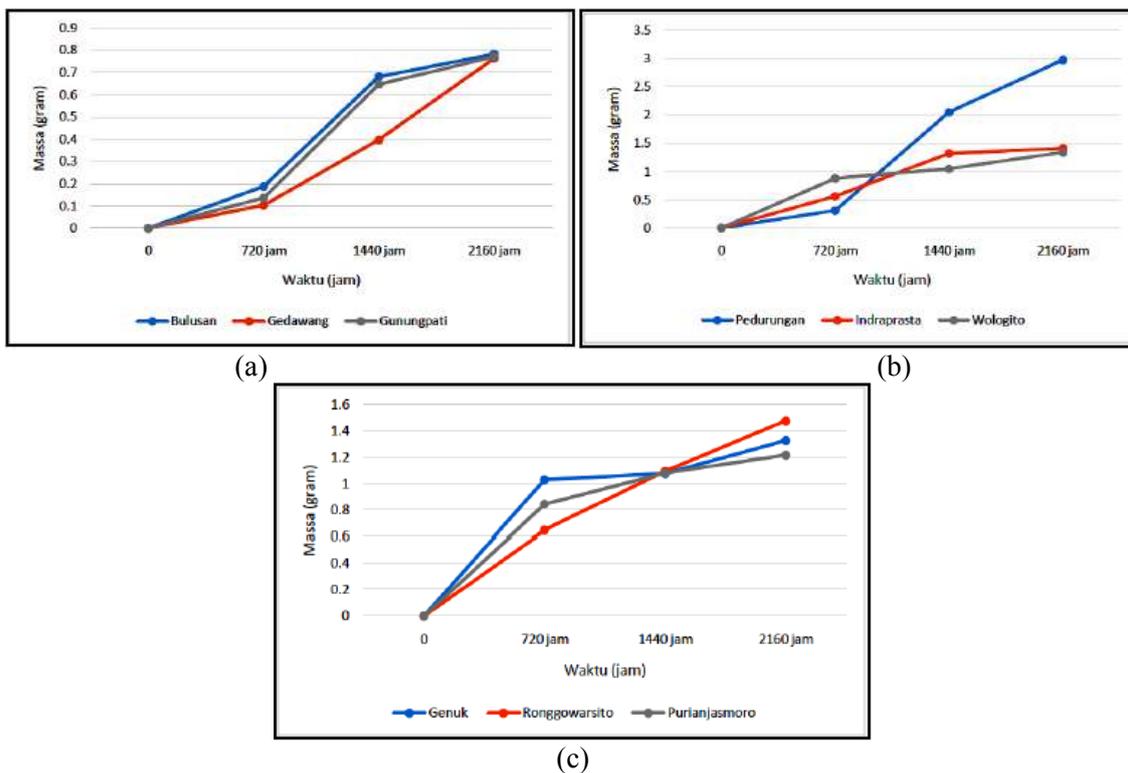
| Sumber   | Suhu Rata-rata (°C) | Kelembaban Rata-rata (%) | Curah Hujan (mm) | Lama Penyinaran (jam) |
|--|---------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| Stasiun klimatologi SMG                          | 28,21               | 75,37                    | 256              | 7,52                  |
| Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Semarang          | 28,40               | 71,02                    | 206,05           | 7,52                  |
| Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Mas Semarang | 28,40               | 72,03                    | 147,8            | 7,32                  |

### 3.3. Laju Korosi

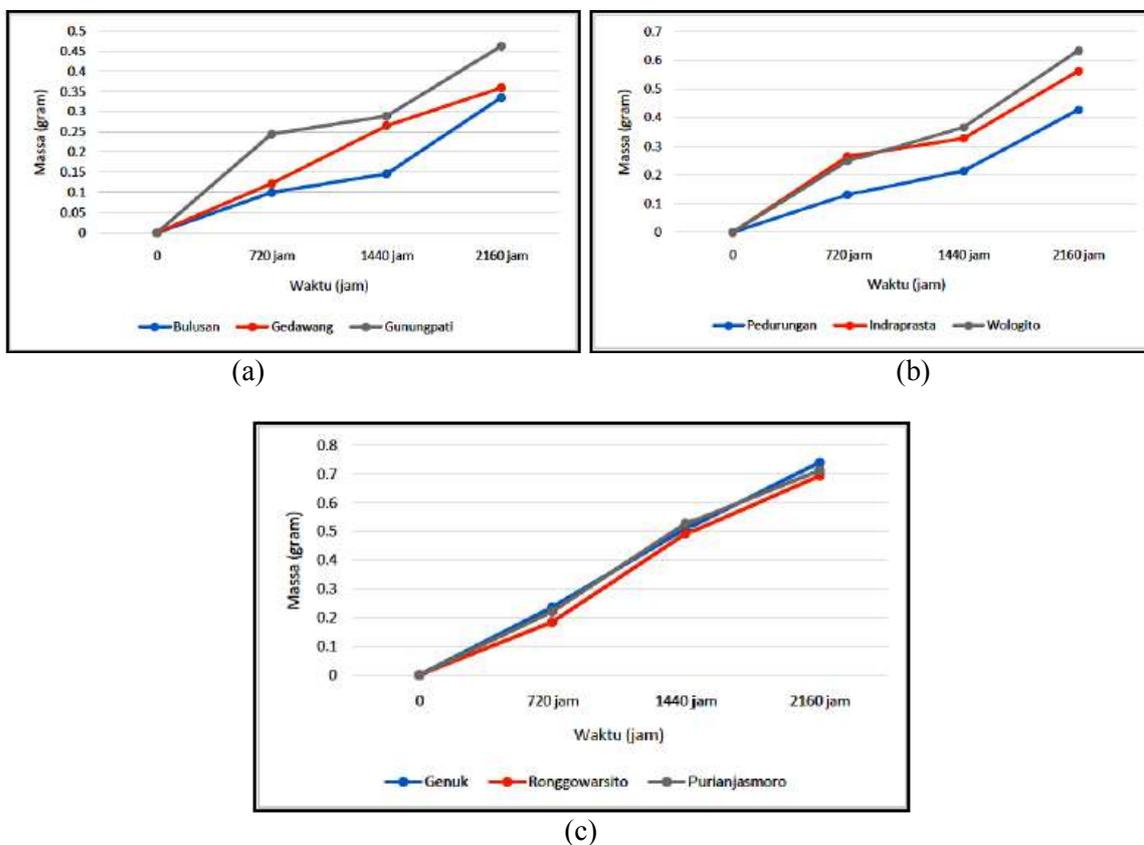
Tabel 4 menyajikan data hasil perhitungan laju korosi pada spesimen dengan menggunakan Persamaan 2.1. Gambar 5-7 menunjukkan tingkat laju korosi pada masing-masing lokasi spesimen dan klasifikasi tingkat laju korosinya.

**Tabel 4. Laju Korosi di Kota Semarang**

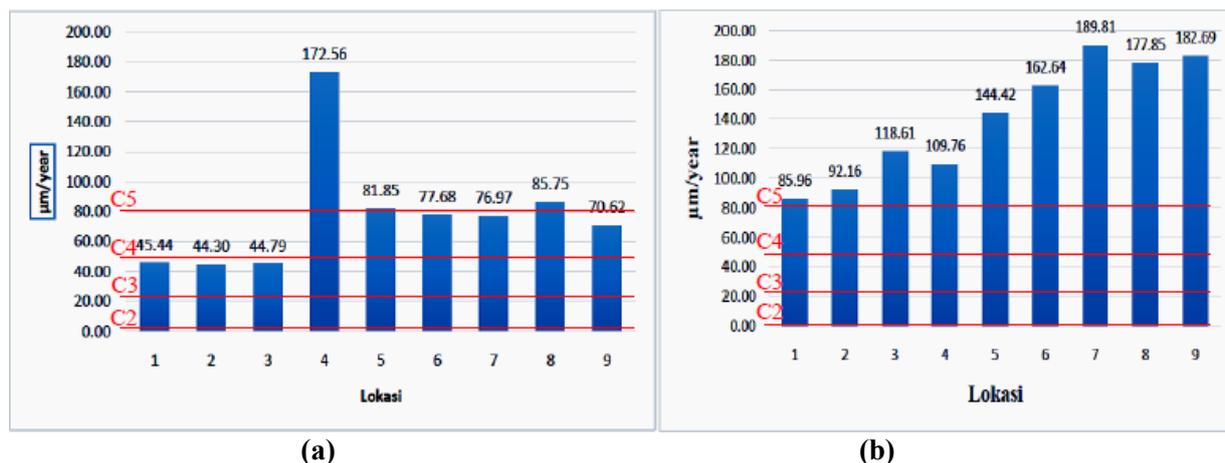
| Lokasi | Laju Korosi |                               |                 |                               |
|--------|-------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
|        | Pipa Besi   |                               | Baja konstruksi |                               |
|        | (mpy)       | ( $\mu\text{m}/\text{year}$ ) | (mpy)           | ( $\mu\text{m}/\text{year}$ ) |
| A      | 1,79        | 45,44                         | 3,39            | 85,96                         |
| B      | 1,74        | 44,30                         | 3,63            | 92,16                         |
| C      | 1,76        | 44,79                         | 4,67            | 118,61                        |
| D      | 6,80        | 172,56                        | 4,32            | 109,76                        |
| E      | 3,22        | 81,85                         | 5,69            | 144,42                        |
| F      | 3,06        | 77,68                         | 6,41            | 162,64                        |
| G      | 3,03        | 76,97                         | 7,48            | 189,81                        |
| H      | 3,38        | 85,75                         | 7,00            | 177,85                        |
| I      | 2,78        | 70,62                         | 7,20            | 182,69                        |



Gambar 5. Laju korosi pada pipa besi di lokasi Kota Semarang bagian atas (a), Kota Semarang bagian tengah (b) Kota Semarang bagian pesisir.



Gambar 6. Laju korosi pada baja konstruksi di lokasi Kota Semarang bagian atas (a), Kota Semarang bagian tengah (b) Kota Semarang bagian pesisir.



**Gambar 7. Laju korosi pada pipa besi (a), laju korosi pada baja konstruksi (b) Spesimen yang telah terkorosi pada 9 lokasi penempatan spesimen.**

#### 4. KESIMPULAN

Daerah Semarang wilayah atas terdiri dari lokasi 1 Bulusan, lokasi 2 Gedawang, dan lokasi 3 Gunungpati. Semarang wilayah tengah meliputi lokasi 4 Pedurungan, lokasi 5 Indraprasta, dan lokasi 6 Wologito. Daerah Pesisir meliputi lokasi 7 Genuksari, Lokasi 8 Ronggowarsito dan lokasi 9 puri Anjasmoro. Dengan mengacu titik lokasi spesimen dan data hasil perhitungan maka untuk material pipa besi dapat disimpulkan laju korosi atmosferik terkategori tinggi terjadi pada daerah Pedurungan, Indraprasta dan Ronggowarsito. Lokasi ini terletak pada daerah tengah dan pesisir Kota Semarang. Untuk material baja konstruksi laju korosi atmosfering terkategori tinggi terjadi di seluruh wilayah Kota Semarang baik wilayah atas maupun pesisir.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM G1. 1999. Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Specimens
- M.G. Fontana, Corrosion Engineering, third ed., McGraw-Hill, New York, 1986.
- Pierre R. Roberge. 2000. Handbook of Corrosion Engineering. McGraw-Hill. Library of Congress. USA.
- Widharto Sri. 2001. Karat dan Pencegahannya Edisi ke-2. PT PradnyaParamita: Jakarta.
- www. mapcarta.com diakses pada Mei 2017