

# Aplikasi Foto Udara Untuk Pemetaan Kerentanaan Tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat Berdasarkan Kondisi Lingkungan

Bayu Ramadhan  
[bayuramadhan2802@gmail.com](mailto:bayuramadhan2802@gmail.com)  
Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

Prima Widayani  
[primawidayani@ugm.ac.id](mailto:primawidayani@ugm.ac.id)  
Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

## **Abstract**

*The use of remote sensing data and information systems has proven to be quite effective in the fields of environmental health and epidemiology. The objectives of this study are, 1) Testing the ability of aerial photography to extract the parameters of the causes of tuberculosis spreading, 2) mapping the exact tuberculosis in West Bekasi sub-district, and 3) knowing the factors that most influence the spread of tuberculosis patients in West Bekasi sub-district. This research uses aerial photographs from the West Bekasi region which was considered in 2013. The stages of this study consist of interpretations of several parameters that can be used to interpret and process data, as well as processing the final results with parameters that influence spread of tuberculosis. The TB tuberculosis map in West Bekasi Subdistrict shows that most of the districts in this sub-district are quite vulnerable to tuberculosis. Environmental parameters do not have a strong influence on the transmission of tuberculosis bacteria, settlement density has the highest value with a value of 0.426.*

*Keyword : remote sensing, geographic information system, tuberculosis*

## **Intisari**

Penggunaan data penginderaan jauh dan sistem informasi geografis sudah terbukti cukup efektif dalam bidang ilmu kesehatan lingkungan dan epidemiologi. Tujuan dari penelitian ini adalah, 1) Menguji kemampuan Foto Udara untuk mengestraksi parameter penyebab pesebaran tuberkulosis, 2) Memetakan kerentanan tuberkulosis di kecamatan Bekasi Barat, dan 3) Mengetahui faktor yang paling mempengaruhi persebaran penderita tuberkulosis di kecamatan Bekasi Barat. Penelitian ini menggunakan foto udara Kecamatan Bekasi Barat yang diambil pada tahun 2013. Tahapan penelitian ini terdiri atas interpretasi beberapa parameter yang dapat diambil dari foto udara, uji akurasi hasil interpretasi & survei lapangan, serta pengolahan hasil akhir dengan melakukan skoring pada parameter-parameter yang mempengaruhi sebaran penyakit tuberkulosis. Peta Kerentanan tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat menunjukkan bahwa sebagian besar blok permukiman di kecamatan ini cukup rentan terhadap penyakit tuberkulosis. Parameter lingkungan tidak memiliki pengaruh yang kuat dalam transmisi bakteri tuberkulosis, kepadatan permukiman memiliki nilai korelasi tertinggi dengan nilai 0,426.

Kata Kunci : Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis, Tuberkulosis

## PENDAHULUAN

Penginderaan jauh merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang suatu obyek dan lingkungannya tanpa perlu melakukan kontak secara langsung dan dilakukan pada jarak jauh. Dewasa ini aplikasi penginderaan jauh sudah banyak dimanfaatkan oleh bidang ilmu lain, salah satunya dalam bidang ilmu kesehatan. Kondisi lingkungan sudah terbukti memiliki pengaruh yang besar terhadap kesehatan dari suatu individu yang ada di dalamnya. Umumnya suatu individu akan lebih rentan terkena penyakit di tempat tinggalnya atau tempat kerja, karena mereka lebih banyak menghabiskan waktu di tempat tersebut (Cromley & McLafferty, 2011).

Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang penyebarannya terjadi lewat udara. Tuberkulosis sendiri masih menjadi masalah yang cukup serius tidak hanya di Indonesia melainkan juga dunia, terhitung ada 30 negara yang menjadi endemik dari penyakit tuberkulosis (WHO, 2016). Jumlah kasus baru penyakit tuberkulosis di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya pada tahun 2015 jumlah kasus baru tuberkulosis mencapai 302.411 Kasus. Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi dengan kasus tuberkulosis paru tertinggi di

Indonesia pada tahun 2015. Berdasarkan data Statistik Indonesia tahun 2015, terdapat 59.446 kasus baru tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat. Angka tersebut menunjukkan 17% kasus baru tuberkulosis terjadi di Jawa Barat. Salah satu kota di Provinsi Jawa Barat dengan angka kasus tuberkulosis yang tinggi adalah Kota Bekasi yang menjadi daerah kajian penelitian ini. Berdasarkan data Jawa Barat dalam Angka tahun 2016 Kota Bekasi memiliki jumlah kejadian tuberkulosis sebesar 3355 jiwa

Berdasarkan data dari Informasi Laporan Penyelenggaraan Pemerintahan Daerah (ILPPD) Kota Bekasi tahun 2015, Jumlah kasus baru tuberkulosis di Kota Bekasi diperkirakan mencapai 2.925 kasus akan tetapi penderita yang dapat ditemui dan diobati hanya 1.437 penderita. Hal ini menunjukkan kinerja pemerintah Kota Bekasi dalam menenumkan penderita tuberkulosis hanya sebesar 48,12%. Tingginya urgensi dalam penemuan penderita tuberkulosis di kota bekasi mengindikasikan bahwa metode konvensional yang digunakan dalam mencari pendertita tuberkulosis di kota bekasi kurang efektif. Sehingga perlu dilakukan metode baru dalam menemukan penderita tuberkulosis di kota Bekasi. Penggunaan data penginderaan jauh untuk analisis kesehatan masih sangat jarang di

Indonesia, karena pemanfaatan citra penginderaan jauh yang terbatas dalam bidang kesehatan. Akan tetapi pemanfaatan data penginderaan jauh di bidang kesehatan sudah cukup terbukti untuk melakukan analisis sebaran penderita suatu penyakit dan kerawanan daerah terhadap suatu penyakit dengan mengintegrasikan data yang didapat dengan Sistem Informasi Geografis (SIG).

## **METODE PENELITIAN**

Pemetaan Kerentanan Tuberkulosis di kecamatan bekasi barat ini dilakukan dengan menggunakan bantuan data penginderaan jauh dan SIG. Pemanfaatan data penginderaan jauh dan SIG dalam melakukan pemetaan kerentanan tuberkulosis ini dilakukan dengan memperhatikan beberapa parameter yang menyebabkan terjadinya persebaran penyakit tuberkulosis seperti lokasi penderita tuberkulosis, Kepadatan Penduduk, Kepadatan Permukiman dan Kondisi bangunan di kecamatan bekasi barat. Metode yang digunakan dalam pembuatan peta kerentanan tuberkulosis di kecamatan bekasi barat ini menggunakan metode pengarkatan (*scoring*), sedangkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh suatu parameter terhadap kejadian tuberkulosis di kecamatan bekasi barat menggunakan analisis korelasi.

## **Interpretasi Kepadatan Penduduk**

Kepadatan Penduduk di dapat dengan membagi jumlah penduduk di suatu blok permukiman dengan luas dari blok permukiman itu sendiri. Langkah awal dalam melakukan interpretasi kepadatan penduduk di suatu blok permukiman adalah dengan mengetahui jumlah rumah yang ada di suatu blok permukiman, jumlah rumah dalam suatu blok permukiman di dapatkan melalui interpretasi foto udara dengan menandai setiap rumah yang ada di suatu blok permukiman. Jumlah penduduk di suatu blok permukiman didapat dengan mengalikan jumlah rumah di suatu blok permukiman dengan jumlah orang yang ada dalam suatu rumah.

$$\text{Jumlah Penduduk} = \text{Jumlah Rumah} \times \text{Jumlah orang dalam satu rumah} \dots (1)$$

Metode ini mengasumsikan bahwa setiap rumah dalam blok permukiman memiliki jumlah penghuni yang sama, untuk menentukan jumlah penghuni di dalam suatu rumah dapat menggunakan bantuan data statistik jumlah penduduk di Kota Bekasi pada tahun 2013 (Sesuai dengan pengambilan foto udara). Sedangkan untuk mencari kepadatan penduduk di dalam suatu blok permukiman di dapat melalui persamaan berikut:

$$\text{Kepadatan Penduduk} = \frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas Blok permukiman}} \dots (2)$$

## Interpretasi Kepadatan Permukiman

Klasifikasi kepadatan permukiman didapat dengan membagi luas atap rumah dalam suatu blok permukiman dengan luas blok permukiman (4). Langkah awal dalam melakukan interpretasi kepadatan permukiman dilakukan dengan menghitung jumlah rumah yang terdapat di suatu blok permukiman. Luas atap rumah dalam suatu blok permukiman didapat dengan mengalikan jumlah rumah yang ada dalam di suatu blok permukiman dengan luas atap rata-rata rumah yang ada dalam suatu blok permukiman.

$$\text{Luas atap rumah Suatu Blok Permukiman} = \frac{\text{Jumlah Rumah} \times \text{Rata-rata Luas atap rumah suatu blok permukiman}}{\text{Luas Blok permukiman}} \dots\dots\dots (3)$$

Suatu blok permukiman dikatakan memiliki kepadatan tinggi jika total luasan atap di suatu blok permukiman mencapai nilai lebih dari 60%. Sedangkan suatu blok permukiman dikatakan memiliki kepadatan rendah jika total luasan atap di suatu blok permukiman kurang dari 40%.

$$\text{Kepadatan Permukiman} = \frac{\text{Jumlah luas atap blok permukiman}}{\text{Luas Blok permukiman}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Tabel 1. Klasifikasi Kepadatan Permukiman

Kepadatan Permukiman	Klasifikasi Kepadatan	Skor
>60%	Tinggi	3
40%-60%	Sedang	2

<40%                      Rendah                      1

Sumber : Ditjen Cipta Karya PU, 1979

## Interpretasi Jenis Atap

Peta kualitas permukiman didapat dari hasil interpretasi jenis atap, pola permukiman dan ketinggian bangunan. Interpretasi jenis atap dilakukan untuk melihat kondisi dari bangunan dengan asumsi bahwa atap bangunan yang terbuat dari bahan genting atau beton merupakan bangunan permanen dan dianggap memiliki kualitas bangunan yang lebih bagus. Sedangkan area permukiman yang didominasi oleh atap yang berbahan tidak tetap seperti seng dan kayu dinilai memiliki kualitas yang buruk. Selain itu atap bangunan dapat digunakan untuk melihat apakah suatu rumah termasuk ke dalam model baru atau model lama. Hal ini dikarenakan bangunan model baru walaupun memiliki ukuran yang kecil tetapi memiliki kualitas yang baik karena adanya ventilasi dan pencahayaan yang cukup.

Tabel 2. Klasifikasi Kondisi Bangunan Berdasarkan Jenis Atap

Jenis Atap	Kondisi Bangunan	Skor
Genting	Permanen	1
Kayu/Seng	Semi Permanen	0

Sumber : Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 829/Menkes/SK/VII/1999

## **Data Alamat Penderita Manjadi Koordinat**

Pengubahan data alamat penderita tuberkulosis menggunakan proses *geocoding* dalam aplikasi SIG. Proses ini dilakukan dengan aplikasi berbasis web *geobatch*, proses *geocoding* dilakukan untuk mengubah data dalam bentuk alamat menjadi koordinat. Pengubahan alamat penderita tuberkulosis ke dalam bentuk koordinat dilakukan untuk memetakan persebaran penderita tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat. Pengubahan alamat menjadi koordinat dilakukan dengan membuat database alamat penderita sesuai dengan ketentuan dari aplikasi *geobatch*. Database yang digunakan disusun berdasarkan urutan Nama Jalan, Kota/Kabupaten, Provinsi, dan Kode Pos dari alamat penderita

## **Pembuatan Peta Kerentanan Tuberkulosis**

Peta Kerentanan tuberkulosis di dapat dari hasil *scoring* peta kepadatan permukiman, peta kepadatan penduduk, dan peta kondisi bangunan. Ketiga parameter tersebut memiliki bobot yang sama dalam pembuatan peta kerentanan tuberkulosis. Bobot yang sama diberikan kepada tiap parameter karena belum diketahui seberapa besar pengaruh dari tiap parameter dengan kerentanan suatu daerah terhadap penyakit tuberkulosis.

Klasifikasi kerentanan tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat dibagi ke dalam tiga kelas, yaitu tidak rentan, cukup rentan, dan rentan.

## **Analisis Hubungan Faktor Lingkungan Terhadap Sebaran Penderita Tuberkulosis**

Analisis hubungan antara faktor lingkungan dengan persebaran penderita tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat dilakukan dengan analisis korelasi. Analisis korelasi dilakukan pada setiap parameter dengan sebaran penderita tuberkulosis. Analisis korelasi dilakukan menggunakan ms. Excel, pada aplikasi ini analisis korelasi yang digunakan adalah analisis korelasi pearson. Analisis korelasi dengan metode pearson ini mengharuskan data bersifat ordinal atau dalam bentuk kelas. Hubungan antara variabel ditunjukkan dengan angka pada tabel berikut. Hubungan antar variabel memiliki hubungan yang sejajar saat nilai korelasinya positif, sedangkan hubungan antar variabel tidak sejajar saat nilai korelasinya negatif.

Tabel 3. Nilai koefisien dan kekuatan hubungan

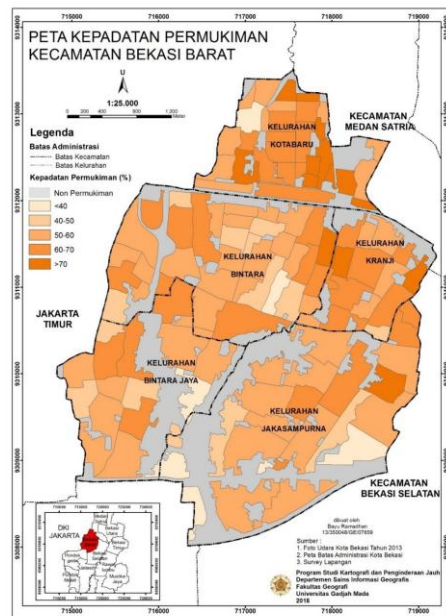
<b>Koefisien</b>	<b>Kekuatan Hubungan</b>
0,00	Tidak ada hubungan
0,01-0,09	Hubungan kurang berarti
0,10-0,29	Hubungan lemah
0,30-0,49	Hubungan moderat
0,50-0,69	Hubungan kuat
0,70-0,89	Hubungan sangat kuat
>0,90	Hubungan mendekati sempurna

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Peta Kepadatan Permukiman

Peta kepadatan permukiman di Kecamatan Bekasi Barat menghasilkan nilai kepadatan permukiman yang beragam di setiap blok permukiman dengan rentang antara 35%-85%. Angka tersebut menunjukkan Kecamatan Bekasi Barat memiliki nilai rata-rata kepadatan permukiman 60%, angka ini menunjukkan bahwa blok permukiman di kecamatan ini cukup padat dengan permukiman. Tingginya nilai kepadatan permukiman di kecamatan ini menunjukkan bahwa Kecamatan Bekasi Barat memiliki jumlah penduduk yang tinggi. Tingginya jumlah penduduk di kecamatan ini dikarenakan Kecamatan Bekasi Barat merupakan salah satu kecamatan yang menjadi pusat aktivitas kegiatan masyarakat Kota Bekasi, hal ini dapat dilihat dengan banyaknya pusat-pusat perbelanjaan dan sarana lainnya yang ada di kecamatan ini.

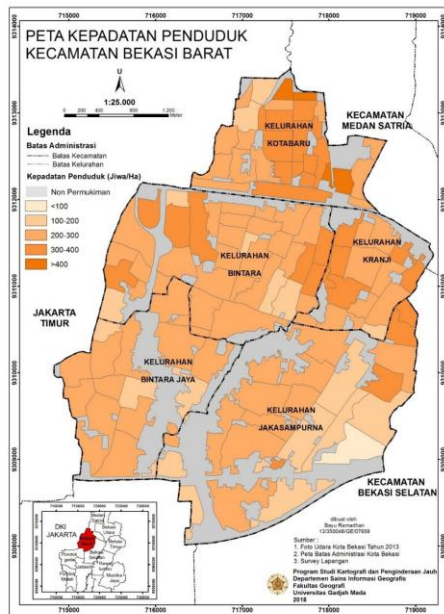
Kelurahan Kota Baru memiliki kepadatan permukiman tertinggi dengan rata-rata blok permukiman memiliki angka 65%. Kelurahan Kranji memiliki rata-rata kepadatan permukiman 60%, Kelurahan Bintara memiliki rata-rata kepadatan 55%, Kelurahan Bintara Jaya memiliki rata-rata kepadatan 54%, dan Kelurahan Jakasampurna memiliki nilai kepadatan terendah dengan rata-rata 45%.



Gambar 1. Peta kepadatan permukiman

### Peta Kepadatan Penduduk

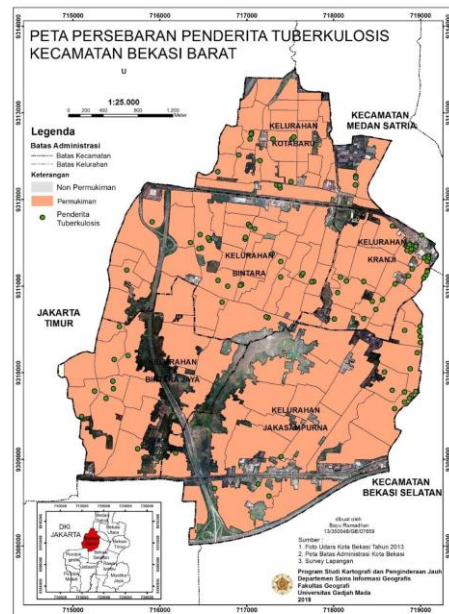
Peta kepadatan penduduk di Kecamatan Bekasi Barat menunjukkan kepadatan penduduk per blok permukiman memiliki rentang nilai dari 50-475 Jiwa/Ha. Nilai ini menunjukkan bahwa blok permukiman di kecamatan ini memiliki 50-475 orang per Ha. Kelurahan Kota Baru memiliki nilai rata-rata kepadatan penduduk tertinggi dengan 320 Jiwa/Ha. Kelurahan Kranji memiliki nilai rata-rata kepadatan 265 Jiwa/Ha, Kelurahan Bintara memiliki nilai rata-rata kepadatan 258 Jiwa/Ha, Kelurahan Bintara Jaya memiliki nilai rata-rata kepadatan 243 Jiwa/Ha, dan Kelurahan Jaka Sampurna memiliki nilai rata-rata terendah dengan 218 Jiwa/Ha.



Gambar 2. Peta kepadatan penduduk

### Peta Sebaran Penderita Tuberkulosis

Peta sebaran penderita tuberkulosis menunjukkan bahwa penderita tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat memiliki pola mengelompok pada beberapa blok permukiman. Peta sebaran penderita tuberkulosis menunjukkan bahwa Kelurahan Bintara dan Kranji memiliki jumlah penderita tuberkulosis terbanyak. Sebaran penderita tuberkulosis di Kelurahan Kranji terlihat mengelompok di beberapa blok permukiman, sedangkan pada Kelurahan Bintara sebaran penderita tuberkulosisnya terlihat merata.

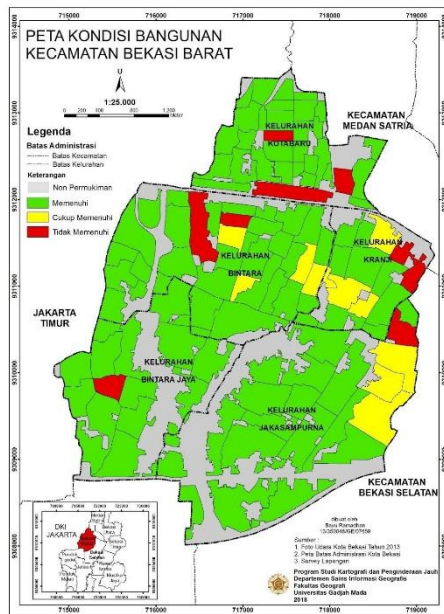


Gambar 3.

Peta sebaran penderita tuberkulosis

### Peta Kondisi Bangunan

Peta kondisi bangunan di Kecamatan Bekasi Barat menunjukkan bahwa sebagian besar permukiman di kecamatan ini memiliki kondisi bangunan dengan klasifikasi memenuhi. Kelurahan Bintara Jaya memiliki blok permukiman klasifikasi tidak memenuhi paling sedikit di Kecamatan Bekasi Barat, hanya dengan satu blok permukiman memiliki klasifikasi tidak memenuhi, sedangkan sisanya memiliki klasifikasi memenuhi.



Gambar 4. Peta kondisi bangunan

### Peta Kerentanan Tuberkulosis

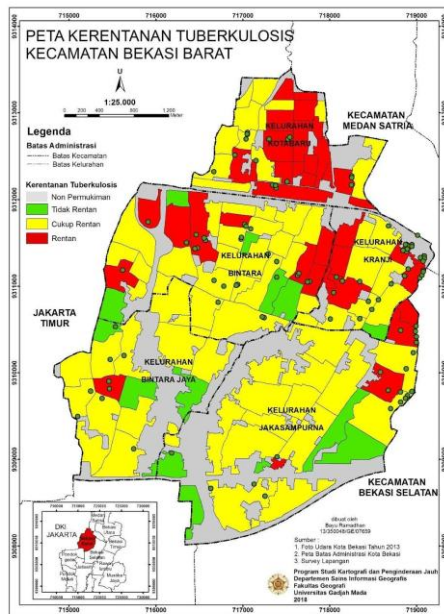
Peta kerentanan tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat didapat dengan menggabungkan peta kepadatan permukiman, peta kepadatan penduduk, dan peta kondisi bangunan di Kecamatan Bekasi Barat. Pembuatan peta kerentanan tuberkulosis dilakukan dengan melakukan skoring pada ketiga parameter diatas, bobot yang digunakan pada ketiga parameter diatas memiliki bobot yang sama. Peta kerentanan di Kecamatan Bekasi Barat di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu, rentan, cukup rentan, dan tidak rentan. Peta kerentanan tuberkulosis menunjukkan banyak blok permukiman yang masuk ke dalam kelas rentan terhadap sebaran bakteri tuberkulosis.

Kelurahan Kota Baru dan Kelurahan Kranji memiliki blok permukiman dengan kelas rentan terhadap sebaran bakteri tuberkulosis. Kelurahan Binbara Jaya memiliki banyak blok permukiman yang masuk dalam kelas tidak rentan, hal ini disebabkan kondisi bangunan di kelurahan ini tidak mendukung terjadinya tranmisi bakteri tuberkulosis. Peta kerentanan tuberkulosis memiliki akurasi yang cukup bagus, hal ini dapat dilihat dengan menampilkan sebaran penderita tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat. Blok permukiman dengan klasifikasi rentan memiliki paling banyak penderita tuberkulosis dengan 57 penderita, klasifikasi cukup rentan memiliki jumlah 38 penderita, dan klasifikasi tidak rentan memiliki jumlah 6 penderita.

Tabel 4 Jumlah penderita tuberkulosis di tiap kelas

No	Klasifikasi Kerentanan Tuberkulosis	Jumlah Penderita
1	Tidak Rentan	6
2	Cukup Rentan	38
3	Rentan	57





Gambar 5. Peta kerentanan tuberkulosis

### Analisis Hubungan Faktor Lingkungan & Sebaran Penderita Tuberkulosis

Hasil uji korelasi faktor lingkungan dan sebaran penderita tuberkulosis menunjukkan bahwa seluruh faktor lingkungan memiliki hubungan yang positif terhadap sebaran penderita tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat (Tabel 5.14). Kepadatan permukiman memiliki nilai korelasi tertinggi diantara faktor lingkungan lainnya dengan nilai koefisien 0,426, kepadatan penduduk memiliki nilai 0,368, jenis lantai memiliki nilai 0,287, pencahayaan memiliki nilai 0,167 dan ventilasi memiliki nilai koefisien terendah dengan 0,148. Nilai koefisien ini menunjukkan bahwa hubungan antara faktor lingkungan dan keberadaan penderita tuberkulosis di suatu blok permukiman tidak terlalu kuat. Hal ini

menandakan bahwa sebaran penderita tuberkulosis di kecamatan ini tidak terlalu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Sebaran penderita tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat tidak terlalu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, hal ini dapat menandakan bahwa faktor individu lebih berperan banyak dalam persebaran penyakit tuberkulosis.

Tabel 5.14 Korelasi Faktor Lingkungan dan Sebaran Penderita Tuberkulosis

No	Parameter penyusun peta kerentanan	Nilai Korelasi
1	Jenis Lantai	0,287
2	Pencahayaan	0,167
3	Ventilasi	0,148
4	Kepadatan Permukiman	0,426
5	Kepadatan Penduduk	0,368

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan Foto Udara untuk mengestrak informasi berupa kepadatan permukiman dan jenis atap terbukti memiliki hasil yang bagus, dimana uji akurasi kepadatan permukiman memiliki nilai rata-rata 76,6 % sedangkan untuk jenis atap memiliki nilai akurasi 100%. Rendahnya hasil akurasi pada kepadatan permukiman dikarenakan foto udara yang

digunakan diambil pada tahun 2013, sehingga rumah dengan kepadatan <40% banyak yang sudah berubah menjadi lebih padat.

2. Peta Kerentanan terhadap penyakit tuberkulosis di Kecamatan Bekasi Barat menunjukkan bahwa sebagian besar blok permukiman di kecamatan ini cukup rentan terhadap penyakit tuberkulosis. Kelurahan Kota Baru memiliki paling banyak blok permukiman yang rentan terhadap penyakit tuberkulosis, sedangkan Kelurahan Bintara Jaya memiliki paling sedikit blok permukiman yang rentan terhadap penyakit tuberkulosis.
3. Parameter kepadatan permukiman dan kepadatan penduduk dianggap memiliki pengaruh paling kuat dalam mempengaruhi kerentanan suatu wilayah terhadap penyakit tuberkulosis.

World Health Organization. (2016). *Tuberculosis and HIV*. [online] Available at:[http://www.who.int/hiv/topics/tb/about\\_tb/en/](http://www.who.int/hiv/topics/tb/about_tb/en/) [Accessed 15 Oct. 2016].

World Health Organization. (2018) Tuberculosis Report.

Wouk, Henry (2009). Tuberculosis. Health Alert Series. Michelle Bison. Malaysia

## DAFTAR PUSTAKA

Cromley, K. Ellen, McLafferty, Sara L., (2011) GIS and Public Health, Second Edition. Guilford Press.

Gertsman, B. Butt. (1998). *Epidemiology Kept Simple: An Introduction to Traditional and Modern Epidemiology*. Willey Black Well.

Lillesand, T. M. Kiefer, & Chipman, J. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation*.