

# PENGGUNAAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK POLA SPASIAL TUBERKULOSIS DENGAN DAN TANPA DIABETES MELLITUS DI KULON PROGO

Hendra Rohman<sup>1</sup>, Hartono<sup>2</sup>, Ari Probandari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada.

<sup>2</sup>Department of Geographic Information Science, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta.

<sup>3</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

## ABSTRAK

**Latar Belakang:** Penderita DM lebih rentan terkena TB. Penderita TB paru dengan dan tanpa DM di Kulon Progo tahun 2014 sebanyak 174 orang. Pengolahan register TB masih terbatas pada analisis tabuler. Pengelolaan penderita TB paru terkait dengan keberlangsungan pengobatan masih terbatas. Analisis TB masih berupa agregasi data di tingkat kelurahan, belum berupa pemetaan penderita.

**Metode:** Survei cross-sectional menggunakan sistem informasi geografis, dengan populasi wilayah dan penderita TB Paru 2014, sampel sebanyak 162 orang. Variabel terikat adalah TB paru, dan TB paru dengan riwayat DM (TB-DM). Variabel bebas adalah jarak ke sarana pelayanan kesehatan, pendapatan dan DM. Analisis spasial menggunakan SaTScan, GeoDa, dan ArcGIS.

**Hasil:** Pola spasial distribusi penderita TB paru dengan dan tanpa DM sebagian besar berada di wilayah dengan intensitas curah hujan tinggi, dan terdapat clustering di pedesaan, dengan pendapatan rendah, jauh dari sarana pelayanan kesehatan. Space time permutation model menunjukkan terdapat 5 cluster TB paru, namun tidak signifikan. Hasil spatial error model menunjukkan, secara spasial, pendapatan dan jarak ke sarana pelayanan kesehatan memiliki hubungan dengan kejadian TB paru. Di wilayah prevalensi tinggi DM teridentifikasi jumlah sumber daya medis yang sedikit. TB-DM berada di wilayah prevalensi tinggi DM, dan sebagian besar di pedesaan. Terdapat hubungan yang signifikan antara populasi DM dengan kejadian TB-DM, namun secara spasial tidak. Kejadian TB paru dengan pengobatan ulang, sebagian besar di pedesaan, dan akses sulit, pencarian tempat pengobatan di beberapa sarana pelayanan kesehatan hingga pindah di 4 tempat yang berbeda.

**Kesimpulan:** Kejadian TB paru terjadi seiring dengan musim hujan. Pola clustering kejadian TB paru di pedesaan, dengan pendapatan rendah, dan jauh dari sarana pelayanan kesehatan, spatial error model menunjukkan ketergantungan spasial. Hubungan antara populasi DM dengan kejadian TB-DM signifikan, namun secara spasial tidak.

**Kata Kunci:** diabetes mellitus, distance perception, geographic information system, low income, mycobacterium tuberculosis

## ABSTRACT

**Background:** DM patients are susceptible to tuberculosis (TB). In 2014, pulmonary tuberculosis (PTB) with and without diabetes mellitus (DM) was 174 patients at Kulon Progo. TB registers was limited tabular analysis. Management sustainability related patients treatment is limited.

**Methods:** Cross sectional survey using geographical information system, with area population, and PTB in 2014, samples 162 patient. Variables are pulmonary TB, and PTB with DM (PTB-DM), distance to health care facilities, income, and DM. Spatial analysis using SaTScan, GeoDa, and ArcGIS.

**Results:** PTB patients increase in the rainy season. Most clustering of PTB in rural areas, with low incomes, far from health care facilities. Analyses space time permutation model have five clusters of PTB, but not significant. Spatial error model showed income and distance of health care have spatial correlation with PTB incidence. High DM prevalence areas identified have low medical resources. PTB-DM was in high DM prevalence areas, mostly in rural. There have significant correlation between DM population with PTB-DM incidence, but no spatial dependence. Mostly TB cases with repeated treatment in rural areas, low income, difficult access, retrieval health care facilities move in four different places.

**Conclusion:** PTB occurred over the rainy season. Clustering pattern of PTB incidence in rural, low incomes, and far from health care facilities, spatial error model have spatial dependence. DM population with PTB-DM have significant correlation.

**Keywords:** diabetes mellitus, distance perception, geographic information system, low income, mycobacterium tuberculosis

## PENDAHULUAN

Perencanaan yang tepat dan kolaborasi diperlukan untuk mengurangi beban ganda tuberkulosis dan diabetes <sup>[1]</sup>. Analisis spasial dengan Sistem Informasi Geografis dapat membantu dalam mendukung pengambilan keputusan dengan waktu singkat dan biaya yang relatif sedikit dalam hal pengelolaan sumber daya kesehatan, pemantauan epidemiologi dan pengendalian penyakit.<sup>2</sup> Tingkat sentralisasi layanan, lokasi pasien dengan jarak sarana pelayanan kesehatan dan kebutuhan penyediaan pelayanan kesehatan menunjukkan relevansi untuk pengambilan keputusan ketika memilih lokasi untuk layanan pasien.<sup>3</sup>

Penderita TB paru di wilayah Kulon Progo sebanyak 174 kasus, dengan rincian TB paru BTA (+) sebanyak 135 orang, kasus TB paru BTA (-) sebanyak 39 orang. TB paru dengan riwayat DM sebanyak 16 orang. Penemuan pasien TB (*case finding*) masih memiliki keterbatasan dalam menjaga keteraturan dan keberlangsungan pengobatan pasien (*case holding*). TB paru BTA (-) dan pengelompokan berdasarkan tipe pasien dengan riwayat pengobatan sebelumnya perlu dikelola. Kabupaten Kulon Progo memiliki wilayah administratif dengan beban ekonomi masyarakat yang tinggi. Sistem Informasi Tuberkulosis Terpadu masih belum berjalan, pengolahan register TB masih terbatas dalam bentuk analisis tabuler pada register (TB 03), Analisis sebaran kasus TB masih berupa agregasi di tingkat kelurahan dan kecamatan, tetapi bukan dalam bentuk pemetaan. Identifikasi lokasi kasus sampai tingkat lokasi individu sangat dimungkinkan. Penggunaan aplikatif SIG dapat menentukan distribusi secara geografis kasus TB, memetakan populasi beresiko, menstratifikasi TB paru untuk kasus kambuh, kasus lalai, dan kasus gagal, serta menilai alokasi sumber daya kesehatan.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian survei dengan rancangan *cross-sectional* menggunakan Sistem Informasi Geografis. Pendekatan

spasial temporal dengan melihat distribusi sebaran kasus TB paru dengan dan tanpa DM, berlokasi di wilayah Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. Populasi wilayah adalah semua kelurahan, dan penderita TB paru tahun 2014 yang terlapor di 25 UPK pelaksana DOTS (*directly observed treatment short-course*). Sampel sebanyak 162 orang. Variabel terikat adalah kejadian TB paru, dan kejadian TB paru dengan riwayat DM. Variabel bebas adalah jarak sarana pelayanan kesehatan, pendapatan dan DM.

Peta administrasi Rupa Bumi Indonesia tahun 2014 Kabupaten Kulon Progo skala 1 : 25.000 dari Bidang Prasarana Wilayah Tata Ruang dan Lingkungan Hidup, Peta isohyet Kabupaten Kulon Progo tahun 2014 dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta, data sekunder penderita TB paru dengan dan tanpa DM dari Dinkes, panduan survei lapangan, alat GPS DNR tipe Garmin 60i. *Software SaTScan versi 9.3.1, GeoDa versi 1.6.6, ArcGIS versi 10.1.*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

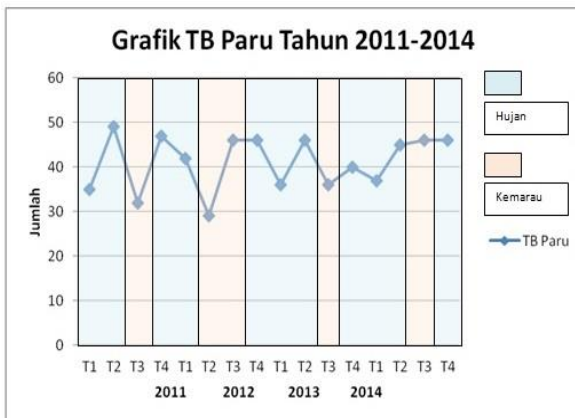
### 1. Pola spasial distribusi penderita TB paru

Hasil survei terhadap 162 responden menyatakan pilihan awal pencarian pengobatan untuk penyakit TB beragam, melalui medis dan non medis (pengobatan alternatif), di dalam maupun luar wilayah Kulon Progo, di tempat praktek mandiri, rumah sakit pemerintah, dan rumah sakit swasta. Semua kasus TB akhirnya menerima pengobatan dari UPK pelaksana DOTS. Responden sebagian besar laki-laki (54%), usia produktif (62%), berpendidikan rendah (53%), berpendapatan rendah (64%). TB paru BTA (+) lebih banyak (79%), pengobatan ulang karena kambuh (5%), lalai dan gagal masing-masing (2%). Meninggal pada saat pengobatan dan setelahnya (9%), TB dengan riwayat DM (10%). Wilayah pedesaan menjadi yang terbanyak (78%), sebanyak (74%) dekat dengan sarana pelayanan kesehatan. Penggunaan sepeda motor untuk menjangkau paling banyak, diikuti sepeda dan angkutan umum,

dengan waktu tempuh sekali perjalanan sebagian besar  $\leq$  10 menit. Akses dan ketersediaan sarana transportasi sebanyak (60%) terkategori mudah.

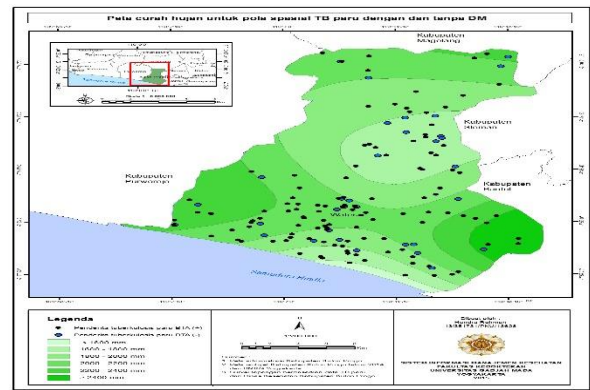
Pasien TB selama pengobatan dimungkinkan untuk melakukan pengobatan yang berpindah-pindah di tempat yang berbeda, yang melakukan pengobatan di satu tempat sebanyak 72 orang (44%), dan prosentase sisanya melakukan pengobatan yang berpindah-pindah tempat, dengan jumlah paling tinggi sebanyak 7 kali pindah (1%).

TB dengan riwayat DM berada di wilayah puskesmas perawatan sebanyak 3 orang (19%), terdapat 13 orang (81%) di wilayah puskesmas non perawatan. Sebagian besar penderita TB paru dengan riwayat DM berada di pedesaan.



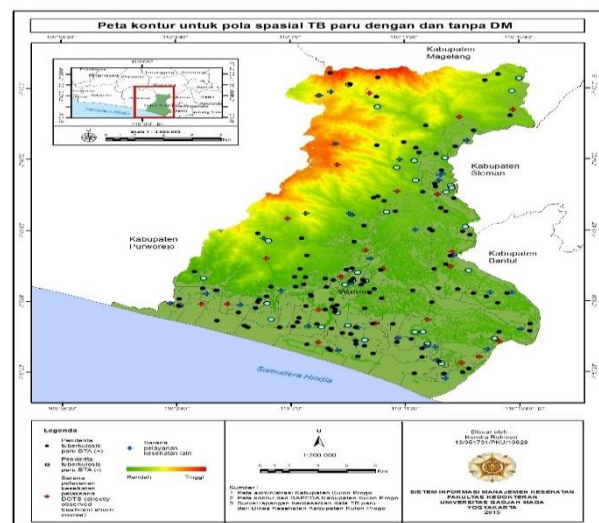
Gambar 1. Jumlah penderita TB paru per triwulan pada tahun 2011-2014

Bakteri TB akan mudah bertahan dan berkembang biak pada musim hujan. Berdasarkan Gambar 1, data curah hujan Badan Pusat Statistik dari Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Kulon Progo, terdapat pola kenaikan yang terus meningkat jumlah penderita dari triwulan I hingga triwulan IV tahun 2014, berbeda dari data di tahun 2011, 2012, dan 2013, yang setiap triwulan tersebut sebagian besar mengalami kenaikan dan penurunan yang berkelanjutan. Penderita TB paru paling banyak ditemukan di tahun 2014. Strategi DOTS yang selama ini diterapkan, fokus pada penemuan dan pengobatan penderita.<sup>4</sup>



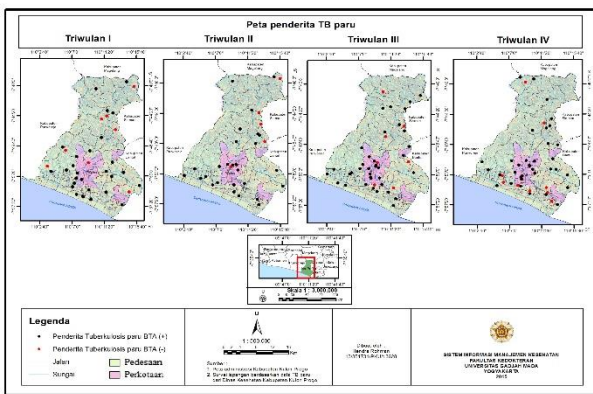
Gambar 2. Peta curah hujan untuk pola spasial TB paru dengan dan tanpa DM

Berdasarkan Gambar 2, data pada peta isohyet Kabupaten Kulon Progo tahun 2014 dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta, curah hujan dengan intensitas paling tinggi ( $> 2400$  mm) di daerah timur Kecamatan Lendah dan di daerah barat Kecamatan Kokap, sedangkan intensitas paling rendah ( $< 1500$  mm) di timur Kecamatan Nanggulan, di selatan Kecamatan Panjatan dan Kecamatan Galur. Penderita TB paru dengan dan tanpa DM sebagian besar berada di wilayah dengan intensitas curah hujan tinggi (2200 –  $> 2400$  mm) yang menyebar dan membentang di wilayah Kecamatan Sentolo, Kecamatan Wates, dan Kecamatan Panjatan. Penderita TB paru pada intensitas hujan  $> 2400$  (3%), 2200 – 2400 (9%), 2000 – 2200 (44%), 1800 – 2000 (23%), 1600 – 1800 (20%), dan  $< 1600$  (1%).



**Gambar 3. Peta kontur untuk pola spasial TB paru dengan dan tanpa DM**

Berdasarkan Gambar 3, sebagian besar di wilayah yang tinggi memiliki akses sulit, yaitu di Kecamatan Samigaluh (57%), Girimulyo (50%), dan Kokap (42%). Hasil penelitian ini sesuai dengan kejadian TB paru di Ile-Ife dan Ilorin, Nigeria. TB paru dilaporkan meningkat selama musim hujan, Strategi intervensi pengendalian TB harus peka terhadap karakteristik musim di suatu tempat.<sup>5</sup>

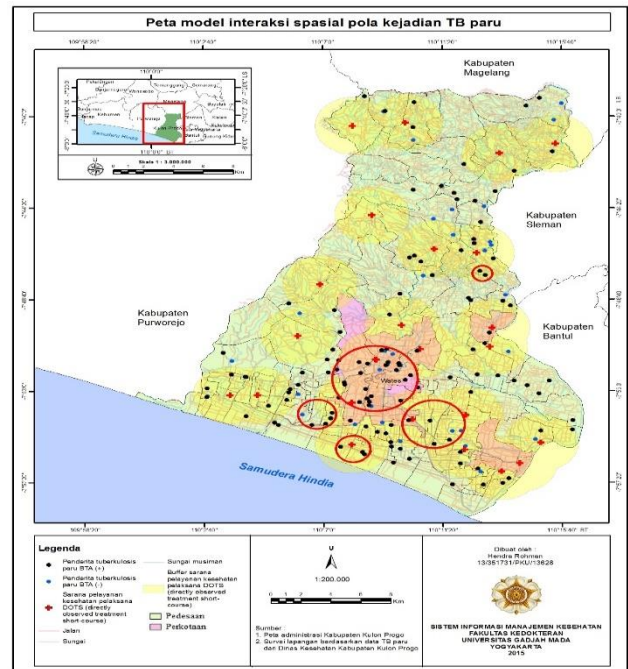


**Gambar 4. Peta pola spasial distribusi penderita TB paru triwulan I-IV tahun 2014**

Gambar 4, memperlihatkan pola spasial distribusi TB paru triwulan I terlihat di wilayah pedesaan bagian barat daya, selatan, dan utara. Pada triwulan II lebih banyak di perkotaan daerah ibu kota, merata membujur dari timur hingga barat di wilayah selatan, dan timur laut. Pada triwulan III dan triwulan IV hampir sama dengan lokasi pada wilayah triwulan II, namun jumlah, sebaran, semakin banyak dan luas. TB paru BTA (+) terlihat merata di wilayah tersebut di setiap triwulan, namun terlihat penambahan BTA (-) pada triwulan IV di wilayah tenggara.

Dampak dari program *active case finding* (ACF) akan optimal jika *passive case finding* (PCF) diperkuat.<sup>6</sup> Kecenderungan karakteristik masyarakat pedesaan terhadap kejadian TB adalah terjadinya pengelompokan di lokasi geografis penderita.

**1. Model interaksi spasial pola kejadian TB paru**



**Gambar 5. Peta model interaksi spasial pola kejadian TB paru**

Hasil penelitian ini, *most likely clustering*, terdapat di Kecamatan Panjatan yang termasuk wilayah pedesaan, 67% penderita berpendapatan rendah, dan tidak ada tempat tinggal mereka yang jauh dengan sarana pelayanan kesehatan. *Clustering* kedua terjadi di wilayah perkotaan Kecamatan Wates, yang merupakan kecamatan di pusat kota, dan pedesaan Kecamatan Pengasih, 41% penderita berpendapatan rendah, dan 53% penderita berada jauh dari sarana pelayanan kesehatan. *Clustering* ketiga berada di wilayah pedesaan dan perkotaan Kecamatan Panjatan, dan pedesaan Kecamatan Lendah, 75% penderita berpendapatan rendah, dan tidak ada yang jauh dari sarana pelayanan kesehatan. *Clustering* keempat di wilayah pedesaan Kecamatan Wates. *Clustering* kelima di wilayah pedesaan Kecamatan Nanggung, 75% penderita berpendapatan rendah, 50% penderita berada jauh dari sarana pelayanan kesehatan, dan tidak ada penderita

dengan pendapatan rendah dan jauh dari sarana pelayanan kesehatan.

Hasil analisis SaTScan dengan *Space Time Permutation Model (likelihood ratio test)* menunjukkan terdapat 5 *cluster* TB paru, namun tidak signifikan, *cluster* pertama sebanyak 3 *record* yang merupakan *most likely cluster* dengan radius 1,54 km, *cluster* kedua dan selanjutnya dengan radius yaitu 1,80 km, 2,08 km, 1,07 km, 0,50 km. Radius *clustering* yang kecil ini, berindikasi terjadinya proses penularan lokal karena saling kontak. Nilai *probability* pada persamaan regresi, dengan variabel pendapatan mempunyai nilai  $p = 0,00000$  dan jarak ke sarana pelayanan kesehatan mempunyai nilai  $p = 0,00000$ . Dengan demikian ada hubungan yang signifikan antara pendapatan rendah dan jauh dari sarana pelayanan kesehatan dengan kejadian TB paru. Hasil analisis hubungan spasial dengan *GeoDa™ Software versi 1.6.6* mendapatkan hasil *diagnostic for spatial dependence*, yang mana salah satu *LM Lag* atau *LM Error* memiliki hasil signifikan, yakni *Lagrange Multiplier (Error)*, sehingga analisis tersebut dilanjutkan dengan *Model Error Spatial*. Hasil *spatial error model* menunjukkan bahwa pendapatan  $p = 0.00000$  dan jarak dengan  $p = 0.00027$ . Dengan demikian, untuk variabel pendapatan dan jarak terdapat ketergantungan spasial (TB paru terdistribusi menurut spasial tertentu), dengan *likelihood ratio test*  $p = 0.01713$ .

Hasil penelitian ini sesuai dengan *most likely cluster* yang signifikan teridentifikasi tinggi TB di wilayah perkotaan, Fukuoka bagian utara, Jepang.<sup>8</sup> *Retrospective space time analysis* di Almora, Uttaranchal, India, menyatakan 3 *clustering* TB. Faktor utama di wilayah perbukitan Uttaranchal disebabkan karena kondisi sosial ekonomi masyarakat yang buruk.<sup>9</sup> Program DOTS di Cina secara keseluruhan mencapai kinerja baik, menunjukkan akses dan keterjangkauan layanan TB pada kelompok sosial ekonomi pendapatan rendah masih menjadi hambatan. Pemerintah sebaiknya menjamin akses masyarakat miskin untuk pelayanan TB, bahkan

untuk daerah dengan strategi DOTS yang sepenuhnya telah dilaksanakan.<sup>10</sup>

## 2. Pola spasial penderita DM

Prevalensi DM sebagian besar berada di Kecamatan Kokap, Girimulyo, Kalibawang, Sentolo dan Pengasih. Dilihat dari kunjungan per triwulan penderita DM pada peta, mengindikasikan bahwa kesadaran masyarakat untuk memeriksakan DM termasuk mengontrol gula darah di daerah pedesaan Kokap masih kurang. Di wilayah Kecamatan Girimulyo dan Kalibawang utara, serta di wilayah Kecamatan Temon dan Galur selatan tergambar area dengan jumlah yang stabil. Penyedia pelayanan primer di pedesaan harus mendorong pasien untuk berpartisipasi secara aktif dalam pendidikan terkait diabetes.<sup>11</sup>

Secara geografis prevalensi DM dengan *insulin dependent*, terdapat di 2 kecamatan di wilayah utara dan barat (Kecamatan Kalibawang, dan Kokap) teridentifikasi prevalensi DM tinggi dengan jumlah sumber daya medis yang sedikit. Ada hubungan yang jelas antara kebutuhan (prevalensi diabetes) terhadap penggunaan sumber daya medis terkait dengan DM. Di wilayah prevalensi tinggi DM dan sumber daya medis yang rendah, mudah diidentifikasi dengan menggunakan pemetaan.<sup>12</sup>

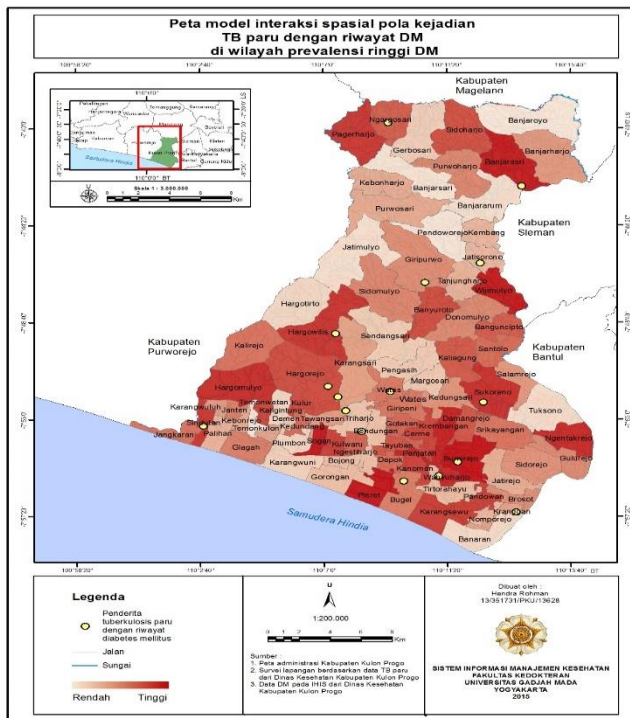
## 3. Model interaksi spasial pola kejadian TB paru dengan riwayat DM di wilayah prevalensi tinggi DM

Hasil penelitian ini memvisualisasikan kejadian TB dengan riwayat DM di wilayah prevalensi tinggi DM yang berada di pedesaan Ngargosari Kecamatan Samigaluh, Banjarasri Kecamatan Kalibawang, Hargowilis, Hargorejo Kecamatan Kokap, Sindutan Kecamatan Temon, Bumirejo, Wahyuharjo Kecamatan Lendah, Sukoreno Kecamatan Sentolo.

Analisis hubungan spasial dengan *GeoDa™ Software versi 1.6.6* pada penelitian ini, mendapatkan hasil bahwa analisis hanya sampai pada tahapan OLS, karena *LM error* dan *LM Lag* menunjukkan hasil yang tidak



signifikan. Nilai *probability* variabel populasi DM mempunyai nilai  $p = 0.03776$ . Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara populasi DM dengan kejadian TB paru dengan riwayat DM. Namun, secara spasial, tidak terdapat hubungan antara populasi DM dengan kejadian TB paru dengan riwayat DM.



**Gambar 6. Peta model interaksi spasial pola kejadian TB paru dengan riwayat DM di wilayah prevalensi tinggi DM.**

TB paru dengan riwayat DM yang berada di wilayah prevalensi tinggi DM masih didominasi di wilayah pedesaan. Penemuan TB paru dengan riwayat DM diperoleh dari program yang dijalankan sarana pelayanan kesehatan, kontrol kadar gula darah saat pengobatan rutin, kunjungan ke rumah penderita, bahkan pada program senam DM. Kesadaran penderita TB untuk mengontrolkan gula darahnya masih kurang. Pengobatan dengan komplikasi DM diserahkan kepada rumah sakit yang ditunjuk oleh masing-masing puskesmas.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian lain, yaitu DM dikaitkan dengan adanya peningkatan risiko TB. Seperti halnya di Australia, rendahnya populasi berisiko yang timbul, menunjukkan bahwa pengendalian TB pada orang dengan DM tidak berkontribusi besar terhadap

beban TB di suatu populasi,<sup>13</sup> sehingga belum menjadi prioritas utama.

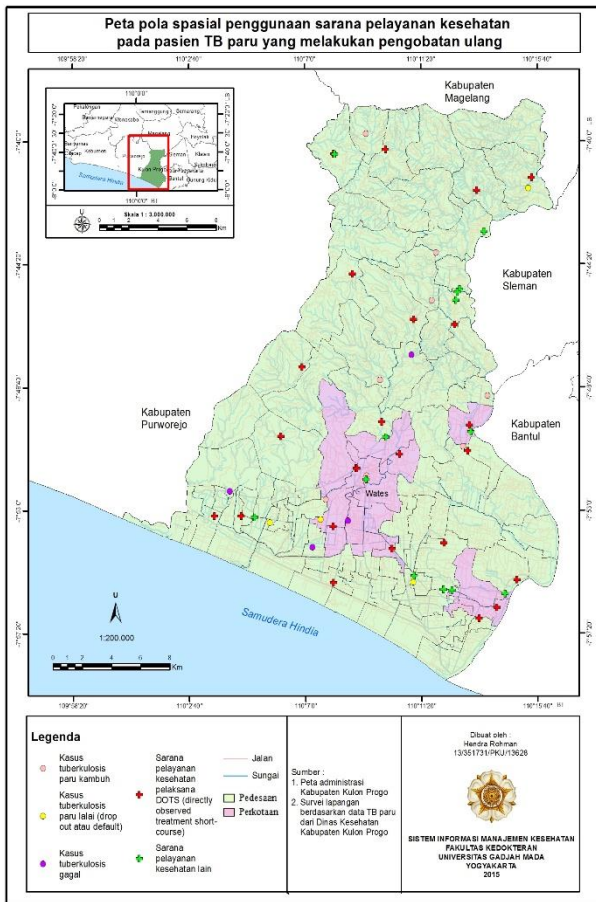
Kasus TB dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknik Sistem Informasi Geografis melalui pemetaan distribusi

kejadian TB. Pengawasan melalui distribusi spasial penyakit meliputi identifikasi daerah dengan prevalensi tinggi, pengujian signifikansi statistik dan identifikasi penyebab prevalensi tinggi.<sup>14</sup> Data geografis, primer dan sekunder TB paru dengan dan tanpa DM mampu memvisualisasikan keadaan distribusi penggunaan sumber daya medis tingkat kelurahan. Sarana pelayanan kesehatan telah tersebar merata, namun masih terdapat penderita di suatu wilayah yang kurang terjangkau, dan TB paru dengan dan tanpa DM berada pada wilayah tinggi DM.

#### **4. Pola spasial penggunaan sarana pelayanan kesehatan pada pasien TB yang melakukan pengobatan ulang**

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat kasus TB kambuh sebanyak 8 orang, akses (5 orang sulit, 3 orang mudah). Kasus TB mangkir (*drop out* atau *default*) terdapat 4 orang, akses (2 orang sulit, 2 orang mudah). Kasus TB gagal terdapat 4 orang, akses (3 orang sulit, 1 orang mudah). Sebagian besar berada di pedesaan.

Hasil pengobatan TB kambuh pada triwulan I (1 orang), akses sulit, dinyatakan sembuh. Pada triwulan II (3 orang), akses sulit, dinyatakan sembuh (2 orang), meninggal (1 orang) dengan riwayat DM. TB mangkir (*drop out* atau *default*) pada triwulan I (1 orang), akses sulit, dinyatakan kembali mangkir. Pada triwulan II (1 orang), akses mudah, dinyatakan sembuh. TB gagal pada triwulan II (1 orang), akses mudah, dinyatakan sembuh.



**Gambar 7. Peta pola spasial penggunaan sarana pelayanan kesehatan pada pasien TB paru yang melakukan pengobatan ulang**

Sesuai dengan hasil penelitian di Afganistan, pengaruh faktor sosial terhadap akses pelayanan kesehatan lebih besar di daerah *rural* dibandingkan di *urban*. Ketidakhadiran penyedia layanan kesehatan untuk segera mendiagnosis TB merupakan penyebab utama pengobatan TB tertunda. Masalah keterlambatan diagnosis dan pengobatan dapat meningkatkan keparahan, kematian, dan transmisi.<sup>15</sup>

Jarak ke titik layanan, persepsi kualitas perawatan dan ketersediaan obat merupakan penentu utama pemanfaatan pelayanan kesehatan. Hambatan lain yang dirasakan adalah kurangnya staf ahli di fasilitas umum, sikap petugas kesehatan, dan kurangnya pengetahuan.<sup>16</sup>

Namun berbeda dengan hasil di Morocco, pasien yang mendapatkan pengobatan ulang sangat tinggi di wilayah perkotaan, pasien gagal pengobatan TB beresiko tinggi gagal pengobatan ulang.<sup>17</sup>

Puskesmas menyelenggarakan pelayanan kesehatan yang dapat diakses dan terjangkau oleh seluruh masyarakat di wilayah kerjanya.<sup>18</sup> Pemilihan akhir pengobatan di luar wilayah kerja Puskesmas, di antaranya, wilayah kerja Puskesmas Nanggulan, Samigaluh II, Kokap I, Sentolo I, Galur II, Panjatan I, dan Temon I. Sebagian besar memilih di puskesmas terdekat dengan tempat tinggal, walaupun bukan berada pada wilayah kerja puskesmas. Terdapat penderita TB paru yang memilih di RSUD Wates dan RSKP Respira yang tidak memiliki wilayah kerja. Sebagian besar penderita TB paru sudah mengetahui sarana pelayanan kesehatan khusus spesialis paru.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Pola spasial distribusi penderita TB paru dengan dan tanpa DM sebagian besar berada di wilayah dengan intensitas curah hujan tinggi yang menyebar dan membentang dari timur hingga barat. Sebagian besar di wilayah dengan kontur yang tinggi memiliki akses sulit. Model interaksi spasial *space time permutation model* dengan pola *clustering* kejadian TB paru tidak signifikan, sebagian besar di pedesaan, dengan pendapatan rendah, dan jauh dari sarana pelayanan kesehatan. *Spatial error model* dengan hasil bahwa ada korelasi yang signifikan antara pendapatan rendah dan jauh dari sarana pelayanan kesehatan dengan kejadian TB paru. Pola spasial penderita DM tinggi di wilayah pedesaan sebelah barat, utara, dan selatan Kulon Progo. Wilayah utara dan barat teridentifikasi prevalensi DM tinggi dengan jumlah sumber daya medis yang sedikit. Model interaksi spasial berupa model regresi *classic* menyatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara populasi DM dengan kejadian TB paru dengan riwayat DM, namun tidak menunjukkan ketergantungan spasial. Pola kejadian TB paru dengan riwayat DM di wilayah

prevalensi tinggi DM sebagian besar di pedesaan. Pola spasial penggunaan sarana pelayanan kesehatan pada pasien TB paru dengan pengobatan ulang, sebagian besar di pedesaan, akses sulit, pencarian sarana pelayanan kesehatan pindah hingga 4 di tempat. Pemegang program TB di Dinas Kesehatan Kulon Progo hendaknya mengembangkan aplikasi sistem informasi geografis dengan analisis spasial berupa pemetaan untuk visualisasi pola distribusi kejadian TB paru dan DM. Pengambilan titik koordinat penderita TB paru bisa dibantu oleh para pemegang program TB, yang dilakukan pada saat survei di tempat tinggal penderita TB paru. Pemegang program TB dan pemegang program DM di Dinas Kesehatan Kulon Progo hendaknya melakukan kolaborasi untuk aktif melakukan monitoring terhadap penderita TB-DM. Program *active case finding* dan *active case monitoring* perlu dilakukan oleh pemegang program TB di sarana pelayanan kesehatan pelaksana DOTS terhadap penderita TB paru dengan dan tanpa DM. Program.

## KEPUSTAKAAN

1. Baghaei P, Marjani M, Javanmard P, Tabarsi P, Masjedi MR. Diabetes Mellitus and Tuberculosis Facts and Controversies. *J Diabetes Metab Disord* [Internet] 2013;12(1):58. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3922915&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
2. Mesgari MS, Masoomi Z. GIS Applications in Public Health as a Decision Making Support System and It's Limitation in Iran. *World Appl Sci J* 3 2008;3(Supple 1):73–7.
3. Syam SS, Cote MJ. A Location – Allocation Model for Service Providers with Application to Not-for-Profit Health Care Organizations. *Omega* [Internet] 2010;38(3-4):157–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2009.08.001>
4. Departemen Kesehatan RI. Pedoman Nasional Penanggulangan Tuberkulosis. Jakarta: 2007.
5. Oguntoke O, Omonijo AG, Annegarn JH. Influence of Meteorology parameters on Pulmonary Tuberculosis Morbidity in Two Eco Climatic Zones in Nigeria. *Afr J Health Sci* 2012;20(1):69–76.
6. González-Ochoa E, Brooks JL, Matthys F, Calisté P, Armas L, Van Der Stuyft P. Pulmonary Tuberculosis Case Detection Through Fortuitous Cough Screening During Home Visits. *Trop Med Int Heal* 2009;14(2):131–5.
7. Nunes C. Tuberculosis Incidence in Portugal: Spatiotemporal Clustering. *Int. J. Health Geogr.* 2007;6:30.
8. Onozuka D, Hagihara A. Geographic Prediction of Tuberculosis Clusters in Fukuoka, Japan, Using The Space Time Scan Statistic. *BMC Infect Dis* [Internet] 2007 [cited 2014 Dec 22];7:26. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1853096&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
9. Tiwari N, Adhikari CMS, Tewari A, Kandpal V. Investigation of Geo Spatial Hot Spots for The Occurrence of Tuberculosis in Almora District, India, Using GIS and Spatial Scan Statistic. *Int J Health Geogr* [Internet] 2006 [cited 2014 Nov 18];5:33. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1557839&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
10. Zhang T, Tang S, Jun G, Whitehead M. Persistent Problems of Access to Appropriate, Affordable TB Services in Rural China: Experiences of Different Socio-Economic Groups. *BMC Public Health* [Internet] 2007 [cited 2014 Dec 22];7:19. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1805429&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
11. Maez L, Erickson L, Naumuk L. Diabetic Education in Rural Areas. *Rural Remote Health* 2014;14(2).
12. Curtis AB, Kothari C. Using GIS and Secondary Data to Target Diabetes-Related Public Health Efforts. *Public Health Rep* 2013;128(June):212–20.
13. Dobler CC, Flack JR, Marks GB. Risk of Tuberculosis among People with Diabetes Mellitus: An Australian Nationwide Cohort Study. *BMJ Open* [Internet] 2012 [cited 2015 Jan 13];2(1):e000666. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3282295&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
14. Kanturk G. Using GIS Technology to Analyse Tuberculosis Incidence in Izmir. *GeoMed* [Internet] 2007; Available from: <http://web.deu.edu.tr/geomed2010/2007/Kanturk.pdf>
15. Sabawoon W, Sato H, Kobayashi Y, Pardis A. Regional Differences in Delay to Tuberculosis Treatment in Afghanistan: A Cross-Sectional Study. *Appl Geogr* 2011;31(3):1123–31.
16. Kiwanuka SN, Ekirapa EK, Peterson S, Okui O, Rahman MH, Peters D, et al. Access to and Utilisation of Health Services for The Poor in Uganda: A Systematic Review of Available Evidence. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2008;102(11):1067–74.
17. Dooley KE, Lahlou O, Ghali I, Knudsen J, Elmessaoudi MD, Cherkaoui I, et al. Risk Factors for Tuberculosis Treatment Failure, Default, or Relapse and



Outcomes of Retreatment in Morocco. BMC Public Health [Internet] 2011;11(1):140. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/11/140>

18. PerMenKes RI. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2014 tentang Pusat Kesehatan Masyarakat. Jakarta: 2014.