

Identifikasi Bakteri pada Citra Dahak Penderita Tuberculosis (TBC) Menggunakan Metode Watershed

Dirvi Eko Juliando Sudirman
Teknik Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun, PNM
Madiun, Indonesia
dirvi@pnm.ac.id

Asih Setiarini
Teknik Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun, PNM
Madiun, Indonesia
asih_setiarini@pnm.ac.id

Abstrak— Penyakit tuberculosis paru adalah penyakit menular yang menyerang paru-paru, penyakit ini disebabkan oleh Mycobacterium Tuberculosis. Miko bacteria adalah bakteri aerob, berbentuk batang, yang tidak membentuk spora. Pemeriksaan diagnosis pada penyakit TB-paru dapat dilakukan dengan melihat keluhan/gejala klinis, pemeriksaan biakan, pemeriksaan mikroskopis, radiologik dan tuberculin test. Pada pemeriksaan biakan hasilnya akan didapat lebih baik, namun waktu pemeriksaannya biasanya memakan waktu yang terlalu lama. Sehingga pada saat ini pemeriksaan dahak secara mikroskopis lebih banyak dilakukan karena sensitivitas dan spesivitasnya tinggi disamping biayanya rendah.

Dalam makalah ini, diusulkan sebuah metode segmentasi bakteri TB dari pemeriksaan dahak menggunakan metode watershed untuk merepresentasikan citra dengan pendekatan bukit dan lembah. Dimana bakteri TBC yang merupakan objek diasumsikan sebagai bukit yang memiliki ketinggian yang sama, sedangkan jalur yang menghubungkan antar bukit diasumsikan lembah. Sehingga bila ada objek yang saling terhubung dengan alur lembah diasumsikan sebagai bakteri TBC.

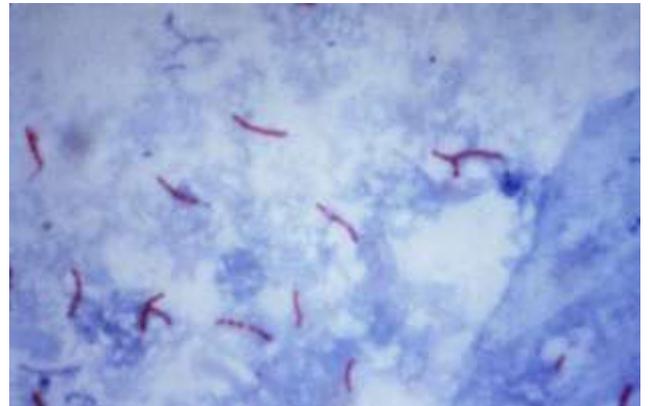
Kata kunci— *Watershed; indentifikasi; bakteri; tuberculosis.*

I. PENDAHULUAN

“Menurut badan kesehatan dunia WHO, setiap tahunnya di Indonesia ada 528.000 kasus baru TBC dari berbagai jenis. Tahun ini, prevalansi penderita TB sebanyak 244 per 100.000 penduduk, TB bukan hanya menyangkut masalah kesehatan saja, tapi juga berhubungan dengan masalah sosial ekonomi. Resiko penyebaran dan penularan yang masih mengintai juga harus dipikirkan. Laporan WHO itu sangat memprihatinkan,” ujar menteri Kesehatan Endang rahayu Sedyoningsih dalam peresmian RS Pendidikan Unpad di Jalan Eyckman, Selasa (27/4/2010), yang juga bertepatan dengan hari TB (detikbandung, 2010)[1].

Sehingga pada saat ini pemeriksaan dahak secara mikroskopis lebih banyak dilakukan karena sensitivitas dan spesivitasnya tinggi di samping biayanya rendah. Seorang penderita dinyatakan sebagai penderita paru menular berdasarkan gejala batuk berdahak 3 kali. Kuman ini baru kelihatan di bawah mikroskopis bila jumlah kuman paling sedikit sekitar 5000 batang dalam 1 ml dahak. Dalam pemeriksaan ini dahak yang baik adalah dahak mukopurulen berwarna hijau kekuningan dan jumlahnya harus 3–5 ml tiap

pengambilan. Untuk hasil yang baik spesimen dahak sebaiknya sudah dapat dikumpulkan dalam 2 hari kunjungan berurutan. Dahak yang dikumpulkan sebaiknya dahak yang keluar sewaktu pagi hari. Ketelitian proses ini tergantung pada kondisi fisik dari petugas kesehatan. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem untuk membantu dalam mengidentifikasi bakteri TBC tersebut.



Gambar 1. Citra pemeriksaan mikroskopis dahak penderita TBC .

Berdasarkan gambar 1, pada penelitian ini ditawarkan metoda pengolahan citra dengan menggunakan metode watershed untuk membedakan antara objek (bakteri TBC) dari *background* nya.

II. METODOLOGI

Citra adalah representasi dua dimensi untuk bentuk fisik nyata tiga dimensi. Citra dalam perwujudannya dapat bermacam-macam, mulai dari gambar hitam-putih pada sebuah foto (yang tidak bergerak) sampai pada gambar berwarna yang bergerak pada pesawat televisi. Proses transformasi dari bentuk tiga dimensi ke bentuk dua dimensi untuk menghasilkan citra akan dipengaruhi oleh bermacam-macam faktor yang mengakibatkan penampilan citra suatu benda tidak sama persis dengan bentuk fisik nyatanya. Sedangkan citra digital adalah citra kontinu $f(x,y)$ yang sudah didiskritkan baik koordinat spasial maupun tingkat

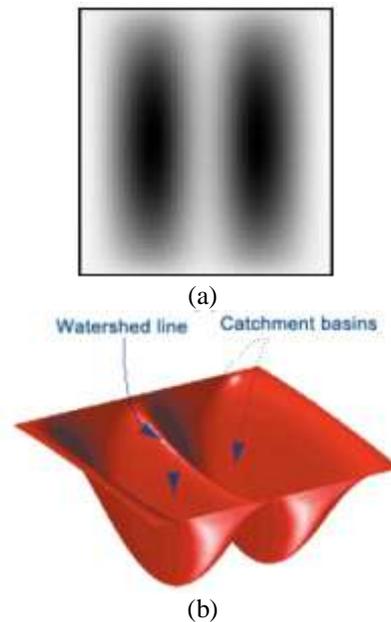
kecerahannya. Setiap titik memiliki koordinat sesuai dengan posisinya dalam citra. Koordinat ini dapat dinyatakan indeks x dan y hanya bernilai bilangan bulat positif, yang dapat dimulai dari 0 atau 1. Citra digital yang selanjutnya akan disingkat "citra" sebagai matrik ukuran $M \times N$ yang baris dan kolomnya menunjukkan titik-titik yang diperlihatkan pada persamaan 1 [2].

$$X=f(x,y)=\begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{pmatrix} \quad (1)$$

Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili titik tersebut. Format nilai piksel sama dengan format citra keseluruhan. Pada kebanyakan sistem pencitraan, nilai ini berupa bilangan bulat positif.

Konsep transformasi *Watershed* adalah dengan menganggap sebuah citra merupakan bentuk tiga dimensi yaitu posisi x dan y dengan masing-masing tingkatan warna yang dimilikinya. Posisi x dan y merupakan bidang dasar dan tingkat warna pixel, yang dalam hal ini adalah citra abu (*gray level*) merupakan ketinggian dengan anggapan bahwa nilai yang makin mendekati warna putih mempunyai ketinggian yang semakin tinggi. Dengan anggapan bentuk topografi tersebut, maka terdapat tiga macam titik yaitu: (a) Titik yang merupakan minimum regional. (b) Titik yang merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga ke sebuah minimum tertentu. (c) Titik yang merupakan dimana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh ke sebuah titik minimum, tetapi dapat jatuh ke titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain). Untuk sebuah minimum regional tertentu, sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (b) dinamakan dengan *catchment basin*, sedangkan sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (c) dinamakan sebagai garis *watershed* [3].

Dari penjelasan diatas, segmentasi dengan metode *watershed* ini mempunyai tujuan untuk melakukan pencarian garis watershed. Ide dasar untuk cara kerja segmentasi ini adalah diasumsikan terdapat sebuah lubang yang dibuat pada minimum regional dan kemudian seluruh topologi dialiri air yang berasal dari lubang tersebut dengan kecepatan konstan. Ketika air yang naik dari dua catchment basin hendak bergabung, maka dibangun sebuah dam untuk mencegah penggabungan tersebut. Aliran air akan mencari tingkat yang diinginkan dan akan berhenti mengalir ketika hanya bagian atas dari dam yang terlihat. Tepi dam yang terlihat inilah yang disebut dengan garis watershed. Dan garis watershed ini lah yang merupakan hasil dari segmentasi, dengan anggapan bahwa garis watershed tersebut merupakan tepi dari objek yang hendak disegmentasi. Untuk lebih jelas perhatikan gambar 2



Gambar 2. Citra pemeriksaan mikroskopis dahak penderita TBC .

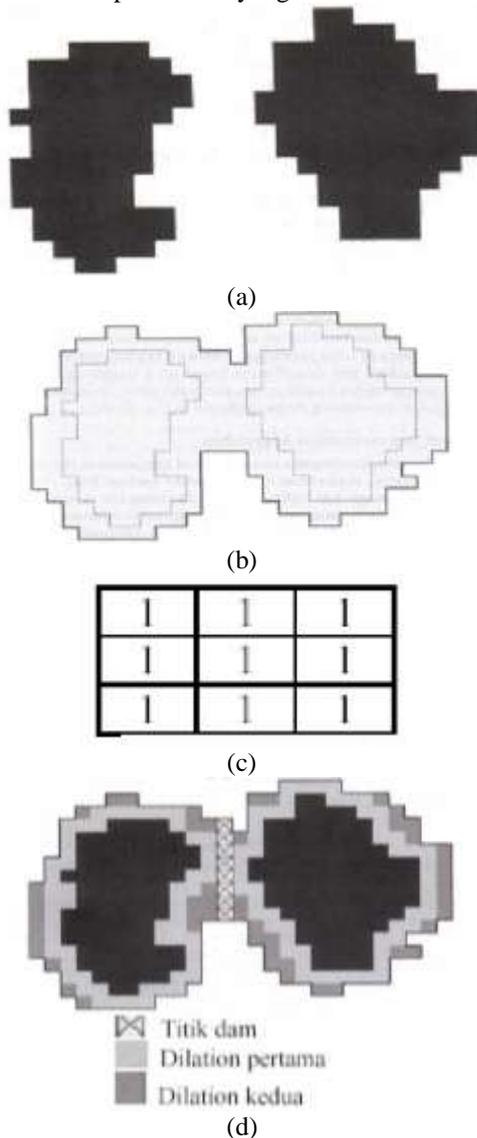
Pada gambar 2(a) ditampilkan gambar dua dimensi dari konsep transformasi watershed dimana dua bagian yang berwarna gelap adalah dua buah catchment basin dan bagian di tengah kedua catchment basin merupakan daerah dimana garis watershed berada, sedangkan pada gambar 2(b) ditampilkan gambar tiga dimensi dari konsep transformasi watershed.

Pembentukan dam atau garis watershed adalah proses paling penting dalam proses transformasi watershed. Pembuatan dam didasarkan pada gambar biner, yang merupakan anggota dari ruang integer dua dimensi Z^2 . Cara termudah untuk membuat dam adalah dengan menggunakan morphological dilation. Dasar pembentukan dam digambarkan pada gambar 3. Gambar 3(a) menunjukkan dua bagian catchment basin pada langkah aliran air $n-1$. Sedangkan gambar 3(b) menunjukkan garis aliran air pada langkah n . Air telah bergabung dari satu kolam (basin) ke kolam yang lain, sehingga perlu dibangun sebuah dam untuk mencegah bergabungnya air tersebut. Terdapat M_1 dan M_2 yang merupakan kumpulan koordinat titik pada dua regional minima. Terdapat pula sekumpulan koordinat titik pada catchment basin yang berasosiasi dengan dua regional minima tersebut pada tahap $n-1$ aliran air dan diberi tanda $C_{n-1}(M_1)$ dan $C_{n-1}(M_2)$. Bagian ini adalah warna hitam yang berada pada gambar 3(a).

Union dari dua kumpulan tersebut diberi tanda $C[n-1]$. Terdapat dua komponen terkoneksi pada gambar 3(a) dan hanya satu komponen terkoneksi pada gambar 3(b). Berubahnya dari dua komponen menjadi satu komponen terkoneksi mengindikasikan bahwa air antara dua catchment basin telah bergabung pada langkah n . Komponen yang terkoneksi ini diberi simbol q . Dua komponen dari langkah $n-1$ dapat diambil dari q dengan menggunakan operasi AND $q \cap C[n-1]$. Semua titik individu lain yang terdapat pada

catchement basin juga membentuk sebuah komponen terkoneksi.

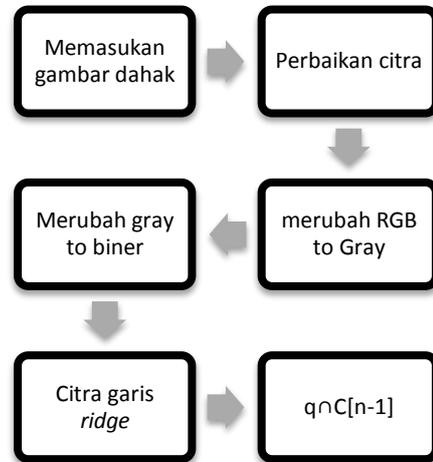
Diasumsikan bahwa setiap komponen terkoneksi pada gambar 3(a) telah dilakukan dilation oleh elemen yang terdapat pada gambar 3(c) dengan dua kondisi : (1) Dilation harus dibatasi oleh q dan (2) dilation tidak dapat dilakukan pada titik yang satu dengan kumpulan titik yang lain menjadi bergabung. Maka hasilnya terdapat pada gambar 3(d) dimana pada dilation pertama menyebabkan tepi komponen terkoneksi menjadi berkembang dan pada dilation kedua, beberapa titik tidak dapat memenuhi kondisi (1) yang disyaratkan, sehingga menyebabkan terputusnya perimeter seperti ditunjukkan pada gambar tersebut. Dengan demikian, maka hanya titik pada q yang dapat memenuhi dua kondisi di atas dan tebal q adalah satu pixel dan merupakan dam yang dibentuk.



Gambar 3. Pembuatan Dam

Pada penelitian ini proses dengan memasukan citra dahak penderita TBC yang dilakukan dengan cara mengambil citra pemeriksaan dahak penderita TBC menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan kamera digital. Terlah citra

mikroskopis dahak pasien TBC diperoleh langkah selanjutnya adalah memperbaiki citra tersebut. Perbaikan citra dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas dari gambar tersebut, sehingga menghasilkan gambar yang lebih maksimal. Langkah selanjutnya adalah merubah citra RGB menjadi citra grayscale (keabu-abuan). Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi beberapa fitur yang tidak diperlukan dalam metode watershed, antara lain warna. Selajutnya berdasarkan gambar 3 maka proses yang selanjutnya adalah merubah citra grayscale menjadi citra biner.



Gambar 4. Alur kerja penelitian

Setelah didapatkan citra biner dari citra dahak maka selanjutnya adalah membangkitkan garis ridge yang akan menghubungkan antar objek. Dari hasil proses tersebut kemudian dilakukan persamaan dengan logika AND.

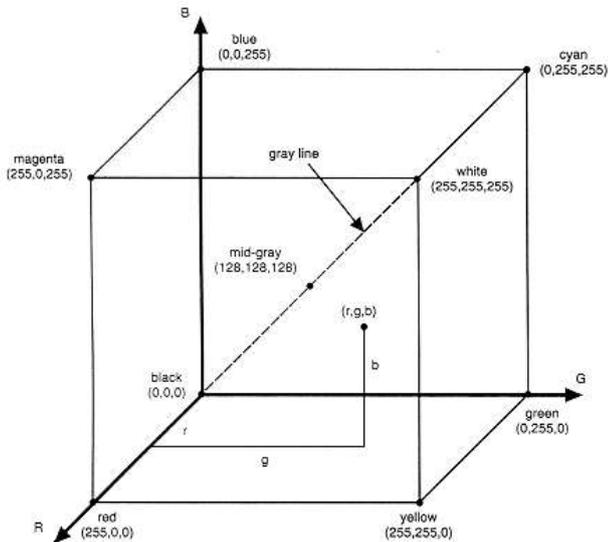
Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan data medis berupa citra rekam digital mikroskop dari pemeriksaan dahak penderita TBC. Data citra diambil menggunakan mikroskop merk olimpus tokyo dengan menggunakan pembesaran 1000x. Referensi tentang bentuk dan jumlah bakteri tbc mendapat bimbingan dari petugas laboratorium rumah sakit paru Dungus madiun.

III. HASIL DAN ANALISA

Metode yang digunakan meliputi pra-prosesing dengan tujuan untuk menyiapkan gambar. Dalam proses pra-prosesing gambar yang akan di sekmntasi untuk menghilangkan sebagian dari citra sehingga gambar yang dihasilkan berupa gambar yang lebih baik. Kemudian citra akan mengalami perubahan dari RGB menjadi *grayscale*, proses normalisasi background dan perbaikan citra. Kemudian dilanjutkan dengan proses pembangkitan *watersheed*. Uji coba ini bertujuan untuk melihat tingkat performa dari metode yang telah di hipotesiskan. Pembahasan mengenai hasil dari uji coba metode dilakukan untuk menganalisa kasus sehingga nantinya didapatkan kesimpulan dan saran peneliti untuk dijadikan sebagai kelanjutan penelitian. Data asli yang diambil oleh kamera dalam format Tiff dengan ukuran 1280x960. Untuk mempermudah dan mengurangi beban kerja perangkat pc yang digunakan maka data asli dikopres sehingga ukuran datanya

menjadi 448x336 dengan format jpg. Untuk meningkatkan performa watershed, maka citra dikonversikan kedalam bentuk *grayscale*.

Pada gambar 1 diatas merupakan citra pemeriksaan mikroskopis penderita TBC. Pada gambar tersebut bakteri TBC berbetuk batang dengan warna ungu tua. Sedangkan warna biru muda hingga biru tua merupakan dahak penderita TBC yang telah diberi pewarna biru. Yang menjadi fokus penelitian ini adalah bagaimana agar bakteri TBC dapat dipisahkan dari dahak dan dapat dikenali oleh komputer. Disini bakteri TBC merupakan objek sedangkan dahak disebut sebagai *background*.

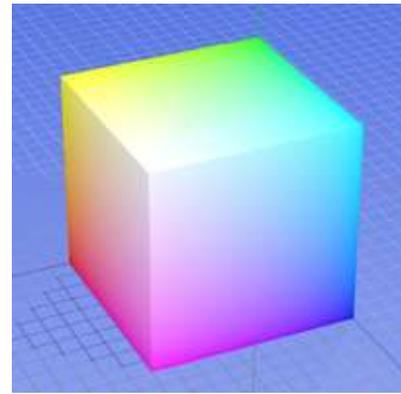


Gambar 5. Skema warna dalam kubus

Untuk proses selanjutnya yaitu dilakukan sekmentasi. Sekmentasi disini dilakukan dengan menghilangkan sebagian dari nilai citra dahak tersebut. Dalam model RGB, setiap warna memperlihatkan komponen spectral primary red, green, dan blue. Model ini didasarkan pada sistem koordinat kartesian. Sub-space warna yang dicari ditunjukkan dalam kubus warna yang ditunjukkan pada gambar 5.

Pada gambar diatas, diperlihatkan dimana nilai RGB pada tiga sudut; cyan, magenta, dan yellow ada pada tiga sudut lain; hitam adalah origin; dan putih adalah titik terjauh dari origin. Pada model ini, *grayscale* (titik-titik nilai equal RGB) diperluas dari hitam keputih, sepanjang garis gabungan dua titik. Perbedaan warna dalam model ini adalah titik-titik yang berada didalam kubus dan didefinisikan oleh penyebaran vektor dari origin. Untuk lebih mudah, asumsinya adalah bahwa semua nilai warna dinormalisasi sehingga kubus pada gambar 4.2 adalah inis kubus. Maka, semua nilai R, G, dan B diasumsikan dalam range [0,1].

Citra yang direpresentasikan dalam mode warna RGB terdiri dari tiga komponen citra, masing-masing untuk setiap warna primer (R,G,B). Pada citra RGB dimana nilai dari red, green dan blue adalah 8-bit. Citra *full-color* sering digunakan untuk menyatakan citra berwarna RGB 24-bit. Total jumlah warna dalam citra 24-bit adalah $(2^8)^3 = 16.777.216$.



Gambar 6. Kubus warna RGB 24-bit

Pada gambar 6 diatas ditunjukkan kubus warna yang solit, terdiri dari $(2^8)^3 = 16.777.216$ warna yang telah disebutkan diatas. Cara yang sederhana untuk menampilkan warna-warna ini adalah dengan membuat lapisan warna. Dengan cara ini, maka pemberian nilai tetap untuk satu dari tiga warna dan yang lainnya diberi nilai yang bermacam-macam. Misalnya lapisan sepanjang pusat kubus dan paralel kelapis RGB dalam gambar 4.3 yang di substitud dengan gambar 4.2 adalah (127,G,B) untuk G,B = 0, 1, 2,..., 255. Disini dilakukan dengan menggunakan nilai piksel akurat, dan bukan nilai konversi matematis yang ternormalisasi dalam range [0,1]. Dengan demikian bila dilakukan sekmentasi akan diperoleh gambar yang sebagian dari gambar aslinya telah dihilangkan dan hanya ditampilkan citra yang sesuai dengan range nilai yang telah ditentukan

Pada gambar 7 terlihat citra dahak penderita TBC yang telah mengalami sekmentasi. Dimana sekmentasi ini dilakukan dengan menampilkan warna yang hanya masuk kedalam range yang telah ditentukan. Dapat diperhatikan perbedaan antara gambar 7 dengan citra aslinya yaitu gambar 1. dengan menggunakan range tertentu akan diperoleh citra yang lebih, dimana objek menjadi terlihat lebih jelas sedangkan *background* menjadi berkurang. Walaupun sebagian dari *background* masih ditampilkan. Hal ini dikarenakan ada sebagian dari *background* yang mempunyai nilai range yang sama dengan nilai range dari objek.



Gambar 7. Citra dahak penderita TBC yang telah mengalami sekmentasi

Selanjutnya adalah proses merubah citra RGB menjadi citra *grayscale*. Hal ini dilakukan dikarenakan pada metode *watershed* akan digunakan tool transformasi jarak. Dimana pada tool ini citra tersebut bekerja pada citra biner. Sebelum merubah ke citra biner pertama-tama citra harus diubah terlebih dahulu ke citra *grayscale*.



Gambar 8. Citra *grayscale*

Tool yang secara umum digunakan dalam konjungsi dengan transformasi *watershed* untuk segmentasi adalah *distance transform*. Transformasi jarak dari citra biner adalah jarak dari setiap piksel ke nilai piksel non-zero terdekat. Fungsi *bwdist* digunakan untuk menghitung transformasi jarak citra biner. Sintaksnya:

$$D = \text{bwdist}(f);$$

Dimana *f* dianggap sebagai citra biner kecil dimana:

```
>> f
    f =     0     0     0     0     0
         0     1     0     0     0
         0     0     0     0     0
         0     0     0     1     0
         0     0     0     0     0
```

Maka untuk mendapatkan jaraknya $D = \text{bwdist}(f)$, sehingga diperoleh: $D =$

1.4142	1.0000	1.4142	2.2361	3.1623
1.0000	0	1.0000	2.0000	2.2361
1.4142	1.0000	1.4142	1.0000	1.4142
2.2361	2.0000	1.0000	0	1.0000
3.1623	2.2361	1.4142	1.0000	1.4142

Dengan demikian hal yang pertama dilakukan adalah mengkonversi citra *grayscale* ke citra biner. maka citra *grayscale* pada gambar 8 akan diubah menjadi citra biner. Hal ini tunjukan pada gambar 9.



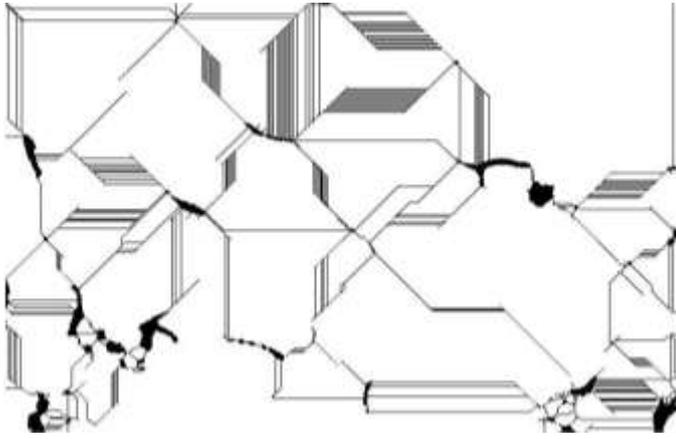
Gambar 9. Citra biner

Langkah selanjutnya adalah mengkomplemenkan citra tadi, menghitung jarak dan menghitung transformasi *watershed* dari negasi transformasi jarak. Dimana citra masukan adalah matriks yang ditandai. Integer positif dalam citra masukan berkorespondensi ke catchment basin, dan nilai nol mengindikasikan piksel *ridge watershed*. Sehingga akan diperoleh citra garis *ridge* yang ditunjukkan pada gambar 10. Dimana garis *ridge* merupakan komplemen dan transformasi jarak dari masing-masing objek yang ada pada gambar 9.



Gambar 10. Citra garis *ridge*

Dan akhirnya dengan logika AND dari citra asli dengan komplemen *w* akan melengkapi hasil segmentasi, ditunjukkan pada gambar 11. Pada gambar 11 diperlihatkan hasil segmentasi dimana pada gambar tersebut terdapat garis-garis yang tercetak tebal. Garis yang tercetak tebal merupakan indikasi bakteri TBC.



- [1] Tya Eka Yulianti Selasa, 27/04/2010, Angka Penderita TB di Indonesia Masih Tinggi— detik Bandung , <http://bandung.detik.com/read/2010/04/27/165136/1346507/486/angka-penderita-tb-di-indonesia-masih-tinggi>
- [2] Munir, R., “*Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*”, Informatika Bandung:2004
- [3] Gonzalez, Rafael C., and Woods, Richard E., “*Digital Image Processing*”,New Jersey : 2002

Gambar 11. Hasil segmentasi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kepada hasil percobaan dan analisa yang telah dilakukan untuk melakukan segmentasi bakteri pada dahak penderita TBC paru menggunakan metode *watershed*, maka dapat ditarik beberapa hal berikut :

- Penelitian ini dilakukan berdasarkan kepada metode yang dinamakan sebagai *Watershed*, yaitu dengan penggunaan celah dari lembah, dimana mirip dengan aliran sungai
- Didapatkan hasil segmentasi bakteri pada citra walaupun posisinya tersebar secara acak. Selain itu juga berhasil mengekstrak bakteri yang berada dekat dengan noise.
- Nilai parameter segmentasi attribute seperti area bergantung kepada keadaan citra mikroskopis dahak itu sendiri, sehingga proses *image enhancement* dengan menggunakan metode operasi morfologi seperti opening dan closing masih perlu dilakukan.