

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Media yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah tailing dari daerah Kokap, Kulonprogo. Konsentrasi awal merkuri (Hg) di titik Ao sebelum dilakukan remediasi adalah 0,0561 ppm. Konsentrasi Hg awal ini terlalu rendah, diperkirakan pada saat pengambilan sampel untuk diukur konsentrasinya diperoleh sampel yang sangat rendah konsentrasinya atau tidak homogenya tanah pada saat mengaduk, sehingga nilai Ao tidak dapat digunakan sebagai referensi pH awal <3,5 cenderung memiliki kondisi asam. Kandungan merkuri untuk tanah yang diperbolehkan tidak melebihi 0,005 ppm, sehingga sampel yang diambil telah melebihi ambang batas.

4.1 Hasil analisis konsentrasi Hg pada area efektif

Pada penelitian ini, titik sampel tanah dibagi menjadi 3 area efektif dan 1 area inefektif yaitu :

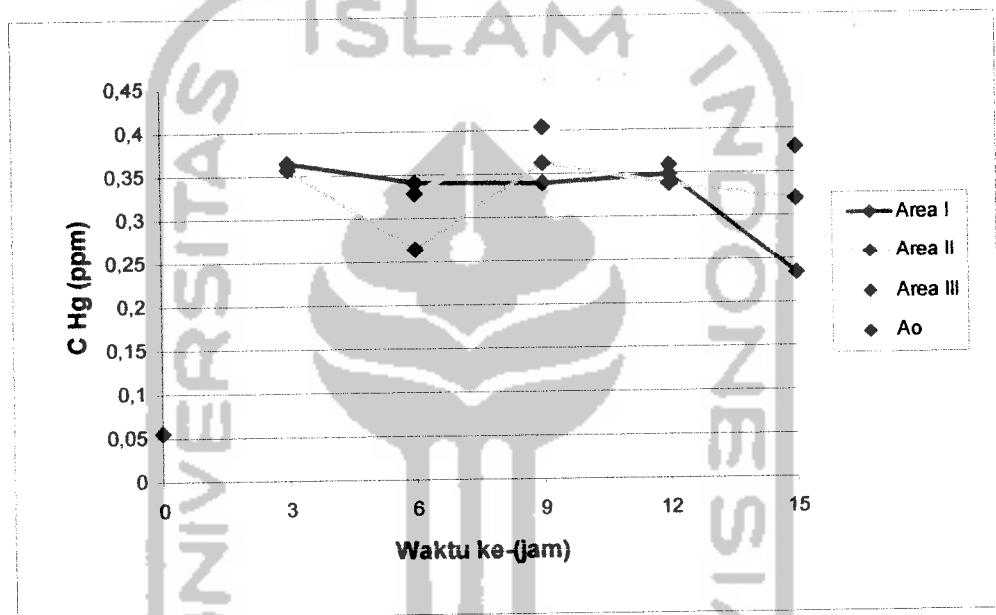
- a. area I : terletak 15 cm dari katoda
- b. area II : terletak 10 cm dari katoda
- c. area III : terletak 5 cm dari katoda
- d. inefektif : terletak di luar daerah elektroda

Analisis konsentrasi merkuri (Hg) dalam limbah tailing menggunakan metode SS-AAS, hasil analisis data sampel dapat dilihat pada lampiran 1. Dari data hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi (Hg) awal di titik Ao

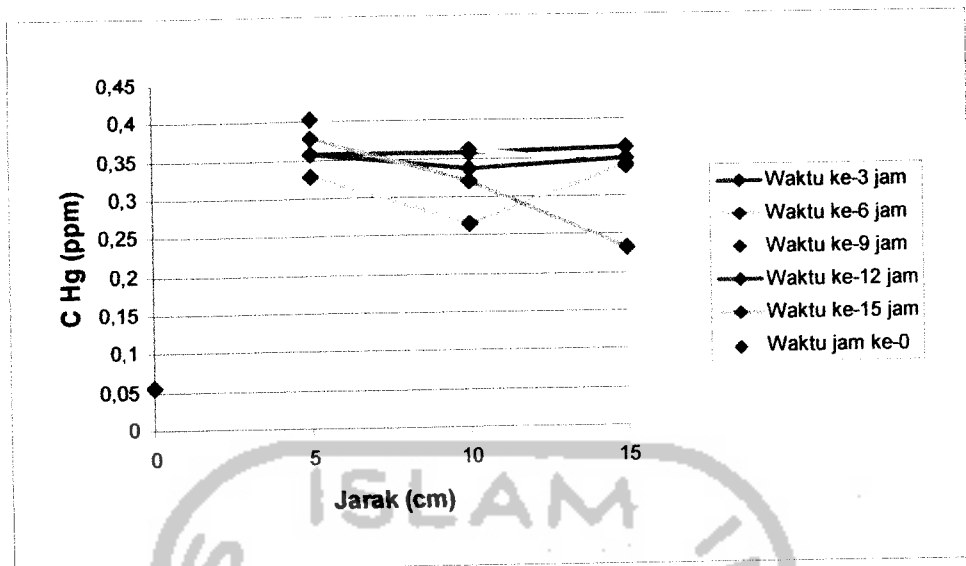
adalah 0,0561 ppm. Pengambilan sampel tanah di setiap titik sampling dilakukan pada interval waktu setiap 3 jam pada masing-masing area selama 15 jam.

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan konsentrasi terhadap waktu pada area I, II dan III. Dengan mengabaikan nilai konsentrasi awal A_0 yang dianggap tidak mewakili sampel, maka nampak bahwa pada area I dengan jarak 15 cm dari katoda mengalami penurunan konsentrasi dari 0,3638 ppm pada waktu ke-3 jam menjadi 0,2332 ppm pada waktu ke-15 jam. Pada area I penurunan konsentrasi yang paling baik dialami pada waktu ke-9 jam sedangkan waktu optimum dicapai pada waktu ke-15 jam. Pada area II dengan jarak 10 cm dari area katoda terjadi penurunan konsentrasi dari 0,3573 ppm pada jam ke-3 menjadi 0,3199 ppm pada jam ke-15, tetapi penurunan konsentrasi paling optimum terjadi pada jam ke-6 yaitu sebesar 0,2645 ppm. Pada area III dengan jarak 5 cm dari katoda terjadi penurunan konsentrasi pada jam ke-6 sebesar 0,3287 ppm dari 0,3580 ppm pada jam ke-3, setelah itu terjadi kenaikan konsentrasi Hg di setiap jamnya, kenaikan konsentrasi paling besar dialami pada jam ke-9 sebesar 0,4027 ppm. Pada jam ke-15 diperoleh kenaikan konsentrasi sebesar 0,3778 ppm. Secara umum pada area III proses remediasi justru menaikkan konsentrasi Hg. Penurunan konsentrasi dan kenaikan konsentrasi di setiap interval waktu pada setiap area dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah jarak antar elektroda jika jarak semakin dekat dengan daerah katoda maka konsentrasi cenderung semakin tinggi, karena daerah katoda merupakan daerah tempat reaksi reduksi dimana terjadi penumpukan logam berat merkuri (Hg). Semakin jauh area dari daerah katoda maka penurunan konsentrasi logam berat (Hg) semakin baik. Perbedaan penurunan konsentrasi

atau kenaikan konsentrasi di setiap interval waktunya dikarenakan pengambilan titik sampling yang berbeda-beda di setiap titiknya. Anoda adalah tempat reaksi oksidasi yaitu pelepasan elektron menuju/bermigrasi ke arah katoda tempat reaksi reduksi penerimaan elektron. Reaksi yang terjadi di anoda sangat cepat mencapai dua kali lipatnya hal ini dikarenakan ion-ion yang akan bermigrasi ke arah katoda begitu besar, sehingga penurunan konsentrasi dialami pada area I dan II, seperti yang disajikan pada grafik gambar 4.1



Gambar 4.1 Hubungan konsentrasi terhadap waktu pada area I, II dan III



Gambar 4.2 Hubungan konsentrasi terhadap jarak pada setiap waktu

Gambar 4.2 menjelaskan adanya hubungan penurunan konsentrasi terhadap jarak di setiap interval waktu 0, 3, 6, 9, 12, 15 jam pada area efektif (Area I, II dan III) table data dapat dilihat pada lampiran 2. Dari gambar tersebut dapat dilihat penurunan konsentrasi dialami pada setiap area dengan nilai yang sangat signifikan. Area yang paling besar mengalami penurunan konsentrasi adalah area I dengan jarak area 15 cm pada katoda dari 0,3638 ppm menjadi sebesar 0,2332 ppm pada jam ke-15, area ke II juga mengalami penurunan konsentrasi area ini berjarak 10 cm dari katoda dari 0,3573 ppm menjadi sebesar 0,3199 ppm sedangkan area III mengalami kenaikan konsentrasi dari 0,3580 ppm menjadi sebesar 0,3778 ppm. Pada area I penurunan konsentrasi secara optimum dialami pada jam ke-15, area II penurunan konsentrasi secara optimum dialami pada waktu ke-6 jam, sedangkan pada area III kenaikan konsentrasi dialami pada waktu ke-9 jam. Area III sempat mengalami penurunan konsentrasi pada waktu

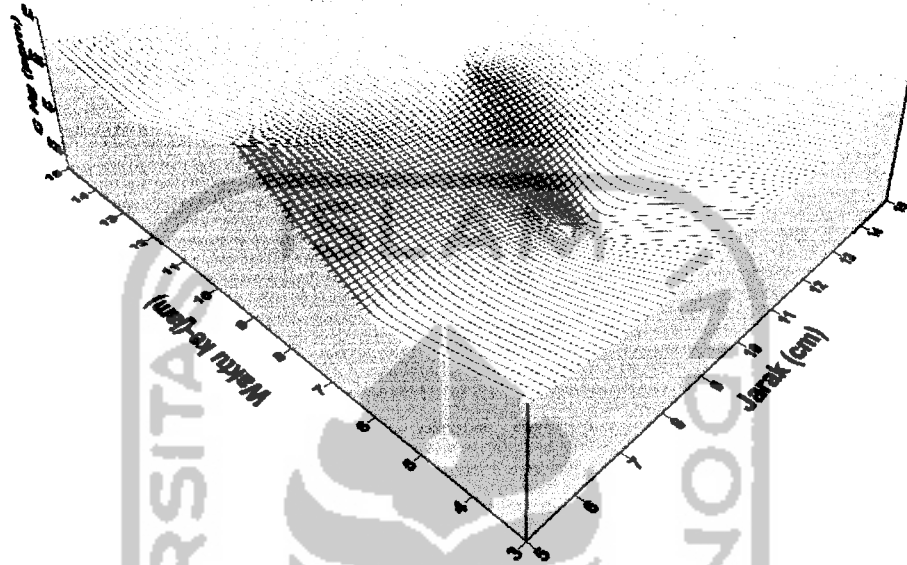
ke-6 jam, hal ini dikarenakan logam berat yang berkumpul di area katoda pada jam ke-6 belum maksimal sehingga memungkinkan pada area III mengalami penurunan konsentrasi. Kenaikan konsentrasi Hg terjadi pada interval waktu berikutnya.

Selain hal-hal tersebut di atas lamanya waktu remediasi juga berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi ion-ion Hg. Penurunan konsentrasi ion-ion tersebut diakibatkan adanya pergerakan ion-ion menuju kutub negatif (katoda) dalam interval waktu 3 jam selama 15 jam. Dari data yang didapat pada penelitian ini mengindikasikan bahwa penurunan ion-ion tergantung pada homogen tanah, spasi elektroda, tipe elektroda, waktu treatment dan reaksi-reaksi geokimia (Pamukcu and Wittle, 1993).

Dari semua peristiwa remediasi elektrokinetik di atas mempunyai efek atau akibat antara lain *elektromigrasi*, yaitu pergerakan kation dan anion karena pengaruh sifat listrik yang ditimbulkan. Kation cenderung berpindah ke arah katoda sedangkan anion berpindah ke arah anoda. Sedangkan *elektrolisis* merupakan reaksi kimia yang terjadi dengan medan listrik. Efek dari remediasi dapat juga dilihat dengan adanya peristiwa *elektroosmosis* yaitu proses transport air dalam jumlah yang besar yang terus mengalir pada tanah di bawah pengaruh gradient listrik dapat dilihat pada lampiran 8, gambar 8. Sedangkan *electrophoresis* merupakan pergerakan partikel-partikel karena pengaruh medan listrik (Acar and Alshwabkeh 1993).

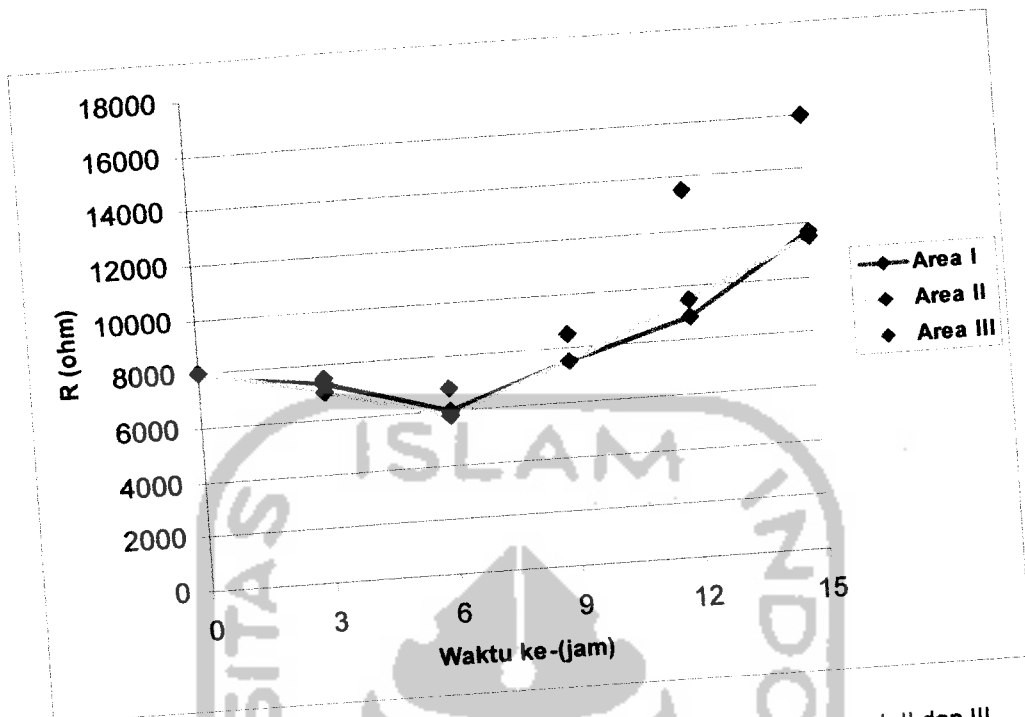
Gambar 4.3 adalah hubungan konsentrasi terhadap jarak area I 15cm, area II 10cm, area III 5cm pada interval waktu 3, 6, 9, 10, 12, 15 jam sehingga

diperoleh nilai penurunan konsentrasi di setiap area pada setiap jamnya. Tabel data diberikan pada lampiran 3.



Gambar 4.3 Hubungan konsentrasi terhadap jarak 5cm, 10cm, 15cm selama 15 jam dengan interval waktu tiap 3 jam.

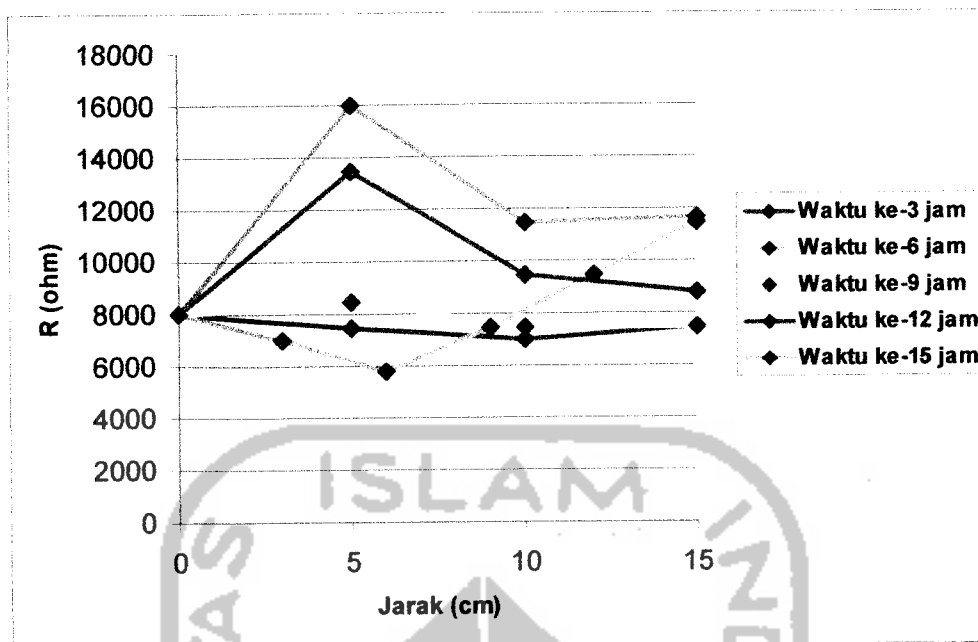
Pengukuran arus dan resistensi dengan interval waktu 3 jam yang dilakukan selama 15 jam. Tabel data disajikan pada lampiran 4. Gambar 4.4 adalah grafik hubungan antara resistensi terhadap waktu pada area efektif dengan jarak area I (15cm), area II (10cm) dan area III (5cm).



Gambar 4.4 Hubungan resistensi terhadap waktu pada area I, II dan III

Dari gambar 4.4 di atas dapat diketahui nilai kenaikan resistensi di setiap waktunya pada area I, II dan III. Hal ini sangat erat dipengaruhi oleh tingkatan voltase dan arus listrik, juga pengambilan titik sample pada setiap waktunya.

Gambar 4.5 adalah hubungan antara resistensi terhadap jarak area I (15cm), area II (10cm), area III (5cm) pada waktu jam ke-3, 6, 9, 12, 15. Nilai resistensi diperoleh dari data pada lampiran 4.

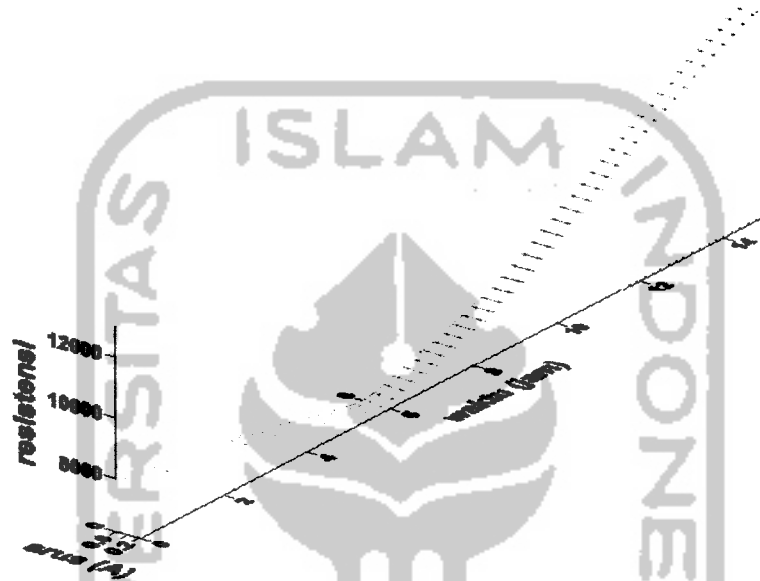


Gambar 4.5 Hubungan resistensi terhadap jarak pada setiap waktu

Dari gambar 4.5 di atas menunjukkan bahwa pada jarak ke 5cm yaitu, pada area III nilai resistensi sebesar 16000 ohm pada jam ke-15, pada area II sebesar 11500 ohm pada jam ke-15 dan yang terakhir pada area I sebesar 11666 ohm pada jam ke-15. Besarnya nilai resistensi pada setiap area (jarak) yang mendekati daerah katoda dikarenakan adanya penumpukan kation pada katoda mengakibatkan luas penampang katoda menjadi kecil dapat dilihat pada lampiran 8, gambar 10, sehingga hambatan yang dialami arus listrik akan semakin besar teori tersebut sesuai dengan persamaan bahwa resistensi akan berbanding terbalik dengan luas penampang (Bueche, 1989). Semakin besar hambatan atau resistensi maka konsentrasi logam Hg akan semakin menurun kebalikannya adalah semakin kecil nilai resistensi maka konsentrasi logam Hg semakin besar (konsentrasi naik).



Gambar 4.6 menampilkan hubungan resistensi terhadap waktu dan jarak yang menjelaskan besarnya nilai resistensi selama proses remediasi elektrokinetik pada tanah yang terkontaminasi logam berat merkuri (Hg). Tabel data diberikan pada lampiran 5.

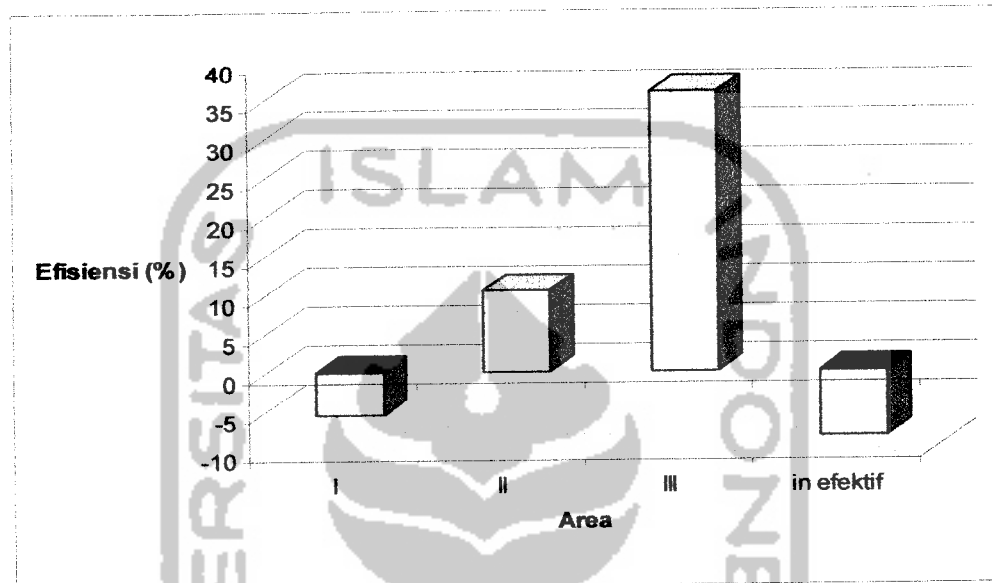


Gambar 4.6 hubungan resistensi terhadap arus (A) dan waktu

Arus mempunyai keterkaitan dengan tegangan yang dialirkan dari power supply. Voltase yang dipakai pada penelitian ini ternyata tidak mampu menghasilkan arus yang cukup untuk menarik logam merkuri menuju batang katoda. Voltase yang dibutuhkan untuk setiap logam tidak dapat diukur dengan menggunakan rumus secara empiris, karena setiap logam memiliki resistensi yang berbeda satu sama lainnya. Sesuai dengan deret volta semakin ke kiri maka tegangan yang dibutuhkan untuk mereduksi logam berat akan semakin besar.

4.2 Efisiensi Remediasi Hg

Dari perhitungan nilai efisiensi pada lampiran 6 dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi Hg di setiap area efektif dan inefektif setelah dilakukan remediasi elektrokinetik yaitu sebagai berikut,



Gambar 4.7 Nilai efisiensi konsentrasi Hg disetiap area

Dari gambar 4.7 di atas diperoleh nilai efisiensi konsentrasi Hg pada area I sebesar 36%, pada area II sebesar 11%, pada area III diperoleh nilai (negatif) sebesar -6% yang berarti pada area ini tidak terjadi penurunan konsentrasi logam merkuri (Hg) dikarenakan dekatnya jarak area III dengan daerah katoda yang merupakan tempat berkumpulnya logam merkuri (Hg). Efisiensi penurunan konsentrasi Hg pada area I yang di ambil setiap 3 jam selama 15 jam dengan nilai efisiensi secara berturut-turut sebesar 7%, 0%, -2%, 33%. Pada area II nilai efisiensi penurunan konsentrasi Hg setiap jamnya dengan nilai berturut-turut sebesar 26%, -37%, 7%, dan 5%. Sedangkan pada area III sebesar 8%, -23%,

11%, -5% data pada lampiran 7. Efisiensi penurunan konsentrasi di area inefektif yang nilainya (negatif) yaitu sebesar -9% yang berarti di area ini masih mengandung logam berat merkuri (Hg) yang tinggi konsentrasinya. Kecilnya nilai efisiensi pada area III disebabkan karena migrasi ion-ion merkuri (Hg) berkumpul pada area ini, karena terlalu besarnya logam Hg yang terkandung didalam tanah dan kurang lamanya waktu remediasi menyebabkan efisiensi kurang optimum. Menurut Pamukcu (1994), penurunan ion-ion logam tergantung pada jenis kontaminan dan konsentrasi, elektroda yang dipakai, konfigurasi elektroda yang dipakai, biaya, tingkat voltase dan arus yang dipakai serta lamanya waktu remediasi.

Penurunan konsentrasi akhir dapat dilihat di setiap area pada jam ke-15. Rendahnya nilai konsentrasi pada titik Ao atau konsentrasi awal merkuri (Hg) tidak dapat menjadi tolak ukur untuk mengetahui besarnya penurunan konsentrasi merkuri (Hg) di setiap area. Dikarenakan berhasil atau tidaknya remediasi elektrokinetik ini dapat dilihat dari besarnya nilai konsentrasi di area III area yang mendekati katoda. Hal ini menandakan bahwa konsentrasi di sekitar katoda Ao mengalami kenaikan konsentrasi setelah proses remediasi elektrokinetik bukan penurunan konsentrasi. Kecilnya nilai efisiensi disebabkan karena adanya indikasi fenomena elektromigrasi dibawah pengaruh medan listrik kurang maksimal, yang menyebabkan perpindahan ion-ion ke elektroda yang berlawanan karena pengaruh medan listrik. Ion-ion positif (kation) akan menuju atau menempel pada batang katoda ion-ion negatif (anion) akan menempel pada batang anoda, (Pack, 1997).