

PENGARUH LAJU ALIR DAN WAKTU INJEKSI UDARA TERHADAP PERSEN PEROLEHAN PADA EKSTRAKSI EMAS (Au) DAN PERAK (Ag)

Ayu Ratna Permanasari, Emmanuela M. Widyanti, Dwi Nirwantoro Nur, Khoirin Najiyah
Sably, Novita Deni

Jurusan Teknik Kimia – Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga – Kotak Pos 1234
email: ayu.ratna@polban.ac.id

ABSTRAK

Konsentrasi oksigen terlarut merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam proses sianidasi, selain konsentrasi sianida. Kurangnya pasokan oksigen kedalam *slurry* dapat menyebabkan rendahnya nilai perolehan emas (Au) dan perak (Ag) karena oksigen terlarut yang dihasilkan rendah. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh laju alir udara terhadap nilai oksigen terlarut dan waktu penginjeksian udara terhadap perolehan Au dan Ag. Dilakukan tahapan persiapan dengan mencari laju alir udara terbaik dengan mengalirkan udara pada *slurry* yaitu 20, 30, 40 lpm, selanjutnya *slurry* disianidasi dengan variasi waktu injeksi udara 2,3,4 jam, pH 10.5-11, NaCN 500ppm. Masing-masing dilihat dari kadar oksigen terlarut yang paling tinggi. Dari hasil laju alir terbaik dan waktu injeksi terbaik, maka dilakukan sianidasi lagi terhadap *slurry* dengan kondisi operasi yang sama. Berdasarkan hasil penelitian, laju alir optimum udara yang didapatkan yaitu 20 liter per menit (lpm) dengan rata-rata nilai oksigen terlarut yang dihasilkan sebesar 8,11 ppm, dan waktu penginjeksian udara optimum yang didapatkan untuk ekstraksi emas (Au) selama 4 jam dan perolehan Ag (perak) selama 8 jam proses sianidasi, dengan persen perolehan masing-masing sebesar 72,11% dan 75,54 % .

Kata kunci

ekstraksi, emas, perak, laju alir udara.

1. PENDAHULUAN

Proses sianidasi merupakan teknik metalurgi yang digunakan untuk mengekstraksi (*leaching process*) emas dan perak dari bijih dengan mengubah emas dan perak ke dalam senyawa kompleks dengan bantuan pelarut (Bertrand, 1985). Bijih emas yang digunakan pada proses sianidasi memiliki kadar Au kurang dari 10 gpt. Kondisi *slurry* yang digunakan yaitu solid 38-42%, pH 10,5-11, konsentrasi NaCN 500 ppm. Metode penginjeksian udara yang digunakan dengan cara aerasi kontinyu. Fungsi utama aerasi yaitu untuk meningkatkan nilai oksigen terlarut, karena oksigen memiliki fungsi sebagai pengoksidasi logam Au netral menjadi logam Au bermuatan positif sehingga Au dapat berikatan dengan sianida membentuk kompleks Aurosianida atau

Au(CN)₂. Persen perolehan yang dihasilkan dengan metode aerasi kontinyu yaitu sebesar 90%.

Salah satu faktor yang berperan penting dalam pembentukan senyawa kompleks Au(CN)₂ yaitu konsentrasi sianida dan konsentrasi oksigen terlarut, dimana pada konsentrasi sianida yang digunakan rendah maka laju pembentukan Au(CN)₂ hanya tergantung pada konsentrasi sianida, sedangkan pada konsentrasi sianida yang digunakan tinggi maka laju pembentukan Au(CN)₂ hanya bergantung pada konsentrasi oksigen. Peningkatan konsentrasi oksigen terlarut pada konsentrasi NaCN yang tinggi dapat mempercepat laju pembentukan Au(CN)₂ dan meningkatkan perolehan Au (Gonen, 2008). Kurangnya pasokan oksigen

ke dalam *slurry* dapat menyebabkan rendahnya nilai perolehan emas dan perak karena oksigen terlarut yang dihasilkan rendah. Peningkatan konsentrasi oksigen dapat dilakukan dengan metode penginjeksian udara secara aerasi kontinyu dan pra-aerasi. Pada penelitian ini dilakukan metode penginjeksian udara secara pra-aerasi yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi reagen sianida dan oksigen, serta untuk menghilangkan pengotor-pengotor seperti Fe dan Cu yang mengakibatkan turunnya reaktivitas pada proses sianidasi. Penelitian ini dilakukan dengan menentukan laju alir udara terbaik terhadap nilai oksigen terlarut, waktu injeksi udara terbaik pada metode pra-aerasi di proses sianidasi dan % perolehan Au dan Ag dari variasi waktu injeksi oksigen.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan pengukuran laju alir udara terbaik dengan memvariasikan laju alir dengan waktu injeksi udara selama 30 menit. Percobaan dilakukan di dalam reaktor berpengaduk. Setiap reaktor diberi udara dengan laju alir udara yang berbeda 20, 40, 60 lpm, untuk mengetahui laju alir terbaik yang dapat digunakan selama proses. Data tersebut digunakan sebagai acuan kondisi laju alir udara pada proses sianidasi bijih emas. Diagram alir tahapan ini dapat dilihat pada gambar 1.

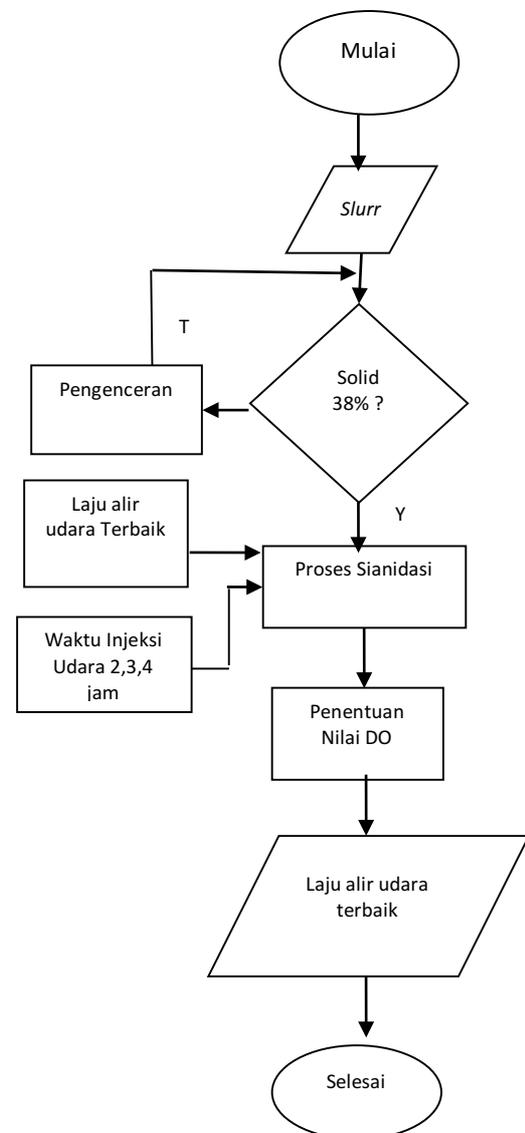
2.2 Penelitian Tahap 1

Percobaan dilakukan pada proses sianidasi terhadap *slurry* pada reaktor berpengaduk dengan aerasi menggunakan agitator sebagai pengaduk, kondisi percobaan dibuat serupa dengan kondisi pada tangki sianidasi *plant*, pada tambang emas, yaitu konsentrasi 38-42% padatan, suhu dan tekanan atmosferik, pH pada 10,5-11, dan konsentrasi sianida 500 ppm (Giar & Greace, 2016).

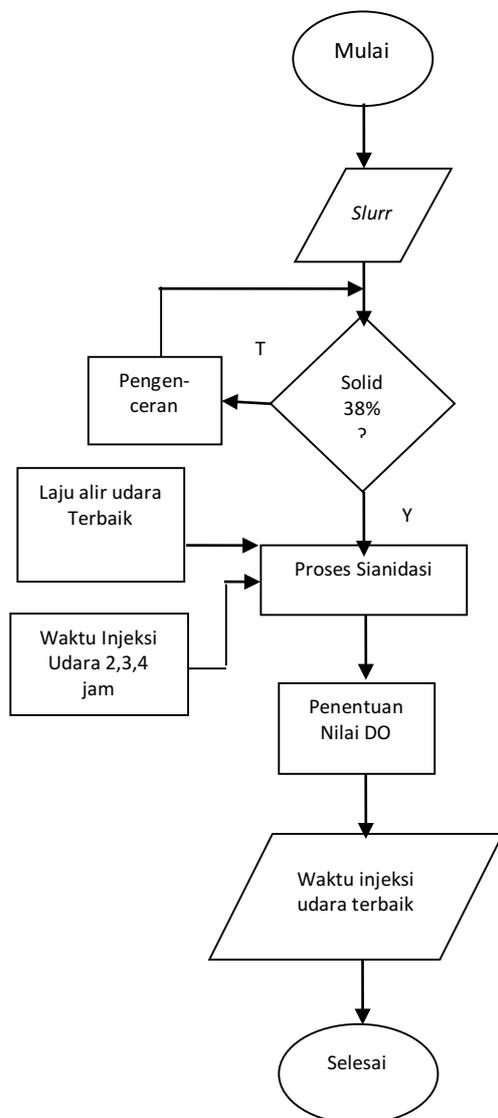
Percobaan dilakukan dengan variasi waktu injeksi udara 2, 3 dan 4 jam dengan

konsentrasi NaCN 500 ppm.

Percobaan dilakukan selama 8 jam dengan melakukan variasi penginjeksian udara selama 2, 3, dan 4 jam. Analisis setiap 2 jam pada sampel larutan untuk mengukur nilai oksigen terlarut (DO) dan pH. Hasil yang diharapkan dari percobaan ini yaitu didapatkannya waktu injeksi terbaik. Diagram alir percobaan dapat dilihat pada gambar 2.



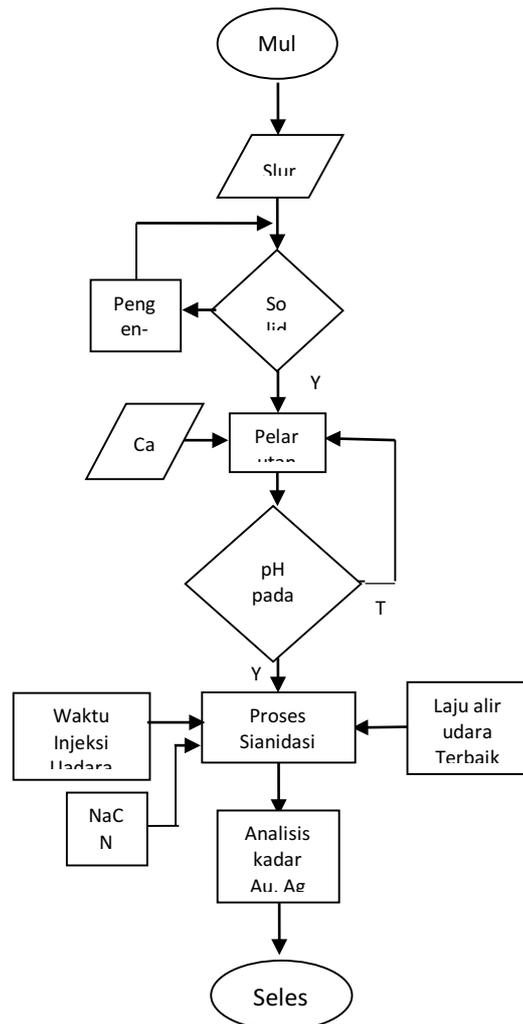
Gambar 1 Diagram alir percobaan penentuan laju alir udara terbaik



Gambar 2 Diagram alir percobaan penentuan waktu injeksi udara terbaik

2.3 Penelitian Tahap 2

Pada tahap ini dilakukan konsentrasi NaCN 500 ppm pada laju alir udara terbaik dan waktu injeksi udara terbaik berdasarkan penentuan DO terbesar, yang didapatkan pada percobaan sebelumnya. Kondisi pH perlu dipertahankan pada 10,5-11,0 untuk menghindari pembentukan HCN. Diagram alir percobaan dapat dilihat pada gambar 3.



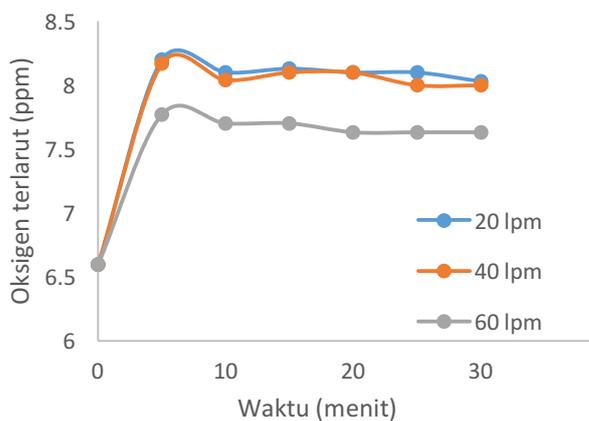
Gambar 3 Diagram alir Perolehan Emas dan Perak pada Laju Alir dan Waktu Injeksi Terbaik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Laju Alir terhadap Nilai Oksigen terlarut

Dalam percobaan penentuan laju alir terbaik dilakukan pengamatan pada nilai oksigen terlarut pada setiap tangki terhadap waktu setiap lima menit selama tiga puluh menit pada variasi laju alir. Nilai oksigen terlarut digunakan sebagai parameter penentuan laju alir terbaik karena oksigen merupakan salah satu senyawa yang diperlukan untuk membentuk senyawa kompleks aurosianida dan argentosianida. Menurut Deschenes (2003), semakin tinggi oksigen terlarut semakin tinggi ekstraksi Au yang didapatkan. Penentuan laju alir terbaik dilakukan secara

duplo. Percobaan ini menggunakan konsentrasi padatan 38% *solid* sesuai dengan parameter proses sianidasi di *plant* tambang emas pada 38-42% *solid*, pH basa (10,5-11), kecepatan agitasi ± 20 rpm, dan variasi laju alir udara sebesar 20, 40, 60 lpm. Perbedaan nilai oksigen terlarut didapatkan melalui laju alir udara yang diinjeksikan pada setiap tangki sebagai sumber oksigen. Pengamatan nilai oksigen terlarut dilakukan di tiga titik, tujuannya agar dapat diketahui homogenitas oksigen terlarut. Kurva pengaruh laju alir terhadap nilai oksigen terlarut selama tiga puluh menit aerasi ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Kurva Pengaruh Laju Alir Terhadap Nilai Oksigen terlarut dengan Aerasi Selama 30 Menit

Berdasarkan Gambar 4, dapat diketahui bahwa laju alir udara yang rendah menghasilkan nilai oksigen terlarut yang tinggi, hal tersebut dikarenakan terbentuknya rezim aliran *coalesced bubble*, keberadaan rezim tersebut ditandai dengan adanya gelembung kecil dan gelembung besar (George, 2015). Gelembung udara tersebut terdistribusi secara merata ke dalam *slurry* sehingga meningkatkan nilai oksigen terlarut.

Proses transfer gas dibantu dengan parameter lain yaitu pengadukan, supaya menghasilkan turbulensi pada *slurry* yang akan menurunkan derajat tahanan *liquid film* (Benefield, 1980). Turbulensi akan meningkatkan laju perpindahan massa

oksigen karena terjadi percepatan laju pergantian permukaan bidang kontak yang mengakibatkan defisit oksigen (*driving force*, ΔC) tetap terjaga konstan, sehingga akan meningkatkan nilai laju perpindahan oksigen.

Peningkatan kecepatan agitasi pun dapat meningkatkan laju pelarutan karena pengadukan yang sesuai dapat mengurangi ketebalan lapisan difusi sehingga dapat meningkatkan laju transfer massa dari sianida dan oksigen sehingga meningkatkan penjenjuran *slurry* dengan oksigen untuk mencapai oksigen terlarut yang tinggi (Sumiadi, 2001).

3.2 Penentuan Waktu Injeksi Terbaik pada Proses Sianidasi dengan Metode Pra Aerasi

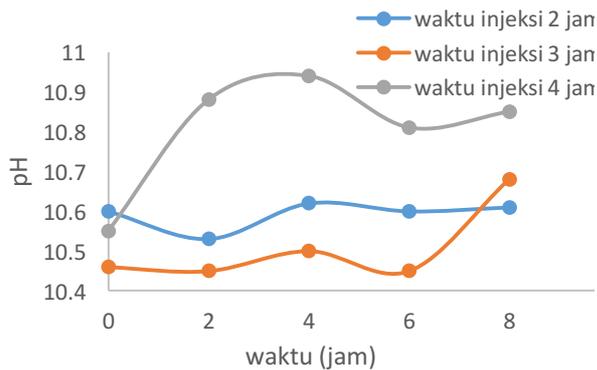
Pra aerasi disini dilakukan agar logam - logam pengotor seperti Fe dan Cu akan hilang, karena adanya logam tersebut akan mengkonsumsi sebagian besar oksigen dan sianida selama proses sianidasi (Haque, 1992). Dalam percobaan ini proses sianidasi dilakukan pada pH 10,5 – 11,0 untuk menghindari pembentukan HCN yang berbahaya dengan cara penambahan Ca(OH)₂. Kondisi perlu dilakukan karena pH di bawah 10,5 akan terbentuk gas HCN yang beracun, apabila pH diatas 11 laju ekstraksi emas akan menurun.

Analisa data yang dilakukan dalam percobaan meliputi nilai pH, DO, perolehan Au dan Ag, waktu operasi diamati pada jam ke 2, 4, 6, dan 8, sedangkan waktu injeksi oksigen dilakukan selama 2, 3, 4 jam.

3.3 Pengaruh pH pada proses Leaching dengan waktu injeksi Oksigen 2, 3, dan 4 jam

Pengaruh pH pada proses *leaching* perlu dipertahankan dalam suasana basa, yaitu pH 10,5 – 11,0, karena penggunaan NaCN dalam proses sianidasi dapat menyebabkan terjadinya HCN yang mudah menguap dalam

suasana asam. Oleh karenanya dilakukan pengamatan pH selama proses, untuk menghindari penurunan pH di bawah 10,5. Pengaruh pH dengan waktu injeksi 2, 3, 4 jam selama proses berlangsung diperlihatkan pada gambar 5 berikut :

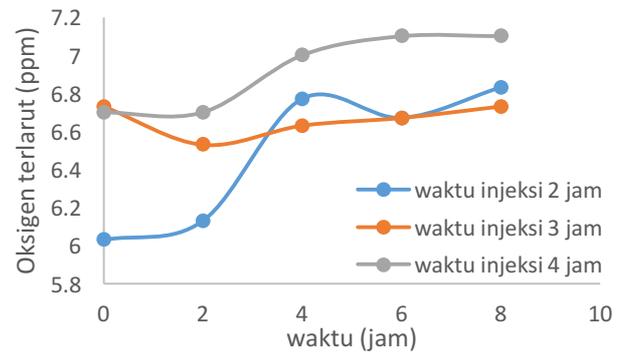


Gambar 5 Pengaruh pH dengan waktu injeksi 2,3,4 jam

Dalam proses *leaching* menggunakan sianida sebagai pelarut diharapkan pH berada pada rentang 10,5 – 11,0, hal ini dilakukan untuk menghindari pembentukan HCN yang bersifat tidak stabil, dengan membentuk uap CN⁻ yang berbahaya. Hal tersebut dihindari dengan membuat dalam suasana basa dengan penambahan larutan Ca(OH)₂ agar larutan bersifat basa. Selama proses *leaching* dilakukan pengontrolan pH, didapatkan pH relatif stabil, yaitu 10,5 – 10,85 yang berarti selama proses berlangsung tetap dalam suasana basa.

3.4 Pengaruh Oksigen Terlarut pada proses *Leaching* dengan waktu injeksi oksigen 2, 3 dan 4 jam

Selain pengaruh laju alir oksigen, besarnya oksigen terlarut juga dapat dipengaruhi oleh injeksi oksigen pada variasi waktu injeksi berbeda.



Gambar 6 Pengaruh oksigen terlarut ditinjau dari waktu injeksi oksigen

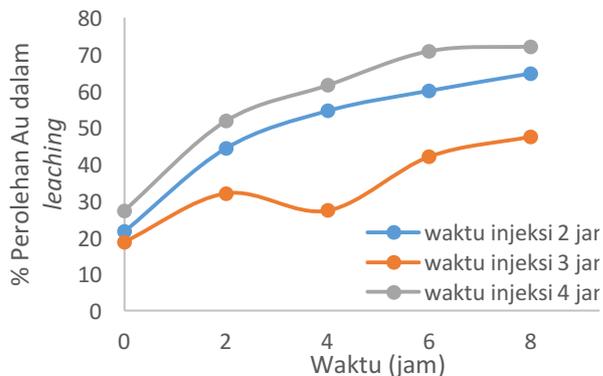
Dari gambar 6 terlihat bahwa waktu injeksi 4 jam menunjukkan jumlah oksigen terlarut paling tinggi, hal ini sesuai ketentuan dalam waktu yang lebih lama maka jumlah oksigen terlarut lebih banyak, dengan kondisi ini diharapkan berpengaruh dalam reaksi *leaching* untuk melarutkan Au dan Ag dalam membentuk kompleks NaAu(CN)₂ dan NaAg(CN)₂, sehingga pengambilan Au dan Ag lebih banyak, karena adanya pengadukan dan aerasi yang mempengaruhi proses.

Pengadukan dapat menghasilkan turbulensi pada *slurry* yang dapat menurunkan derajat tahanan *liquid film*, sedangkan turbulensi akan meningkatkan laju perpindahan massa oksigen karena terjadi percepatan laju pergantian permukaan bidang kontak yang mengakibatkan defisit oksigen (*driving force*, ΔC) tetap terjaga konstan, sehingga akan meningkatkan nilai laju perpindahan oksigen.

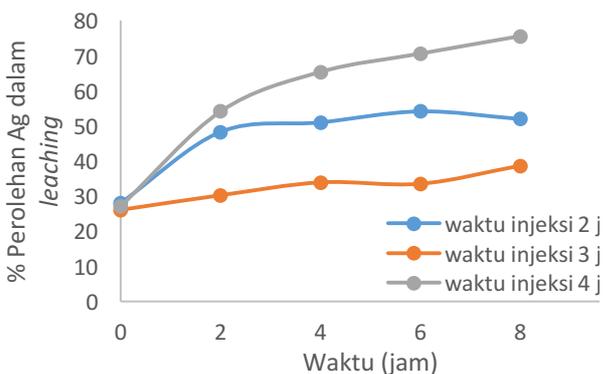
Peningkatan kecepatan agitasi pun dapat meningkatkan laju pelarutan karena pengadukan yang sesuai dapat mengurangi ketebalan lapisan difusi sehingga dapat meningkatkan laju perpindahan massa dari sianida dan oksigen yang akan meningkatkan penenuhan *slurry* dengan oksigen untuk mencapai oksigen terlarut tinggi (Sumiadi, 2001).

3.5 Pengaruh waktu injeksi oksigen 2, 3, 4 jam terhadap % perolehan Au dan Ag

Pembentukan kompleks aurosianida dan argento sianida dipengaruhi oleh banyaknya oksigen terlarut, karena adanya oksigen yang terdistribusi secara merata dalam *slurry* yang dapat mengubah lebih banyak Au dan Ag menjadi Au^+ dan Ag^+ . Pembentukan Au^+ dan Ag^+ yang terlarut dalam NaCN dapat membentuk senyawa kompleks sianida yang membuat % perolehan Au dan Ag yang dihasilkan tinggi.



Gambar 7 % Perolehan Au dalam proses *leaching* terhadap waktu dengan waktu injeksi 2, 3, dan 4 jam



Gambar 8 % Perolehan Ag dalam proses *leaching* terhadap waktu dengan waktu injeksi 2, 3, dan 4 jam

Gambar 7 dan 8 memberikan % perolehan Au dan Ag dalam proses *leaching* menggunakan larutan NaCN yang dapat melarutkan Au dan Ag dalam *ore* karena pengaruh oksidasi oksigen yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pembahasan seperti tersebut di atas, memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi oksigen berpengaruh terhadap pelarutan Au dan Ag dalam *slurry*, hal ini ditentukan berdasarkan oksigen terlarut. Variasi laju alir menunjukkan bahwa laju alir oksigen terbaik didapatkan pada 20 liter per menit (lpm)
2. Dengan pengukuran oksigen terlarut pada variasi waktu injeksi, didapatkan waktu injeksi terbaik pada 4 jam.
3. Perolehan Au dan Ag pada kondisi laju alir dan waktu injeksi terbaik, didapatkan hasil sebesar 72,11 % dan 75,54 %

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bennefield, L .D; Randall, C. W. 1980. Biological Process Design for Wastewater Treatment, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, NJ 07632
- [2] Bertrand, C., (1985), Process of Extracting Gold from Ores. New York
- [3] Deschenes. G. 1998. Leaching of Gold from Chalcopyr ite Concentrate by Thiourea. Hydrometallurgy, 20: 180 – 202
- [4] Giar M, Greace I.O.S, 2016. Laporan Magang PT. Cibaliung Sumberdaya, Untirta, Cilegon
- [5] Haque, K., E., (1992), The Role Oxygen in Leaching of Gold Ore, Cim Bulletin, Vol 185, No. 963 (September), pp.31-37.
- [6] Gonen, N., (2003), Leaching of FinelyDisseminated gold Ore with Cyanide and Thiourea Solutions, Hidrometallurgy, 69, 169-176.
- [7] George, K. J. H., 2015. Investigations in Hydrodynamics and Mixing Pattern in Bubble Column Equipped with Internals, Ontario: University of Western Ontario.
- [8] Sumiadi, 2001, Interaksi Gerak Gelembung Udara dengan Air pada Kolom Aerator, Tesis, Minat Studi Teknik Sipil, Jurusan Ilmu – Ilmu Teknik, Program Pasca Sarjana., Universitas Gadjah Mada.