

## BAB IV

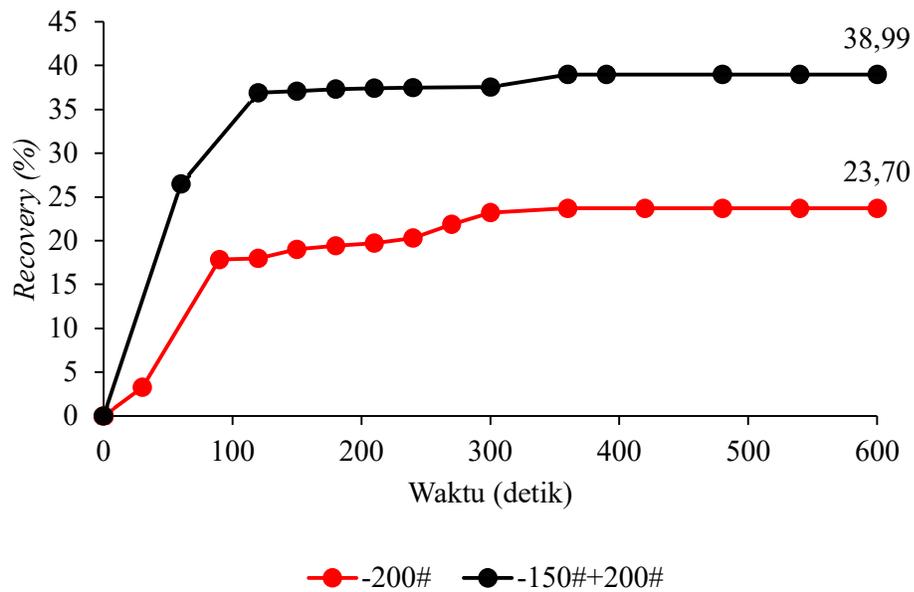
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Percobaan Pendahuluan

##### 4.1.1 Pengaruh Ukuran Partikel terhadap *Recovery*

Karakterisasi awal sinyal kapasitansi dengan melakukan percobaan karakterisasi tiga fasa (air, udara, dan bijih) untuk mengetahui sistem *monitoring* proses flotasi dapat berjalan baik dengan sensor kapasitansi dan untuk menentukan fraksi ukuran yang akan digunakan dalam percobaan. Dalam percobaan pendahuluan dilakukan dengan membandingkan fraksi ukuran -200# dan -150#+200#, variasi tetap persen solid 25%, *frother* yang digunakan *pine oil* 50 ppm, kolektor PAX 30 ppm, dengan laju alir 2 L/m, waktu aerasi selama 10 menit, dengan *conditioning* selama 5 menit. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 *recovery* yang didapatkan pada fraksi ukuran -200# adalah 23,7% dan *recovery* yang didapatkan pada fraksi ukuran -150#+200# adalah 47,28%. Hasil ini menunjukkan bahwa fraksi ukuran -150#+200# memberikan *recovery* yang lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi ukuran -200#. Fraksi ukuran -150#+200# memiliki ukuran partikel yang optimal, partikel dengan ukuran yang lebih kasar -150#+200# menunjukkan nilai *recovery* yang lebih tinggi. Ukuran partikel yang optimal memberikan keseimbangan antara massa partikel dan luas permukaan kontak dengan gelembung, sehingga meningkatkan terikatnya partikel berharga pada gelembung. Namun, jika ukuran partikel terlalu kasar, kemungkinan partikel

untuk tenggelam dan tidak terikat pada gelembung. Dengan demikian, hasil ini menjadi alasan bahwa pemilihan fraksi ukuran yang optimal dalam proses flotasi untuk memaksimalkan *recovery*. Percobaan awal ini menjadi dasar untuk menetapkan fraksi ukuran -150#+200# sebagai ukuran partikel yang akan digunakan dalam penelitian selanjutnya.

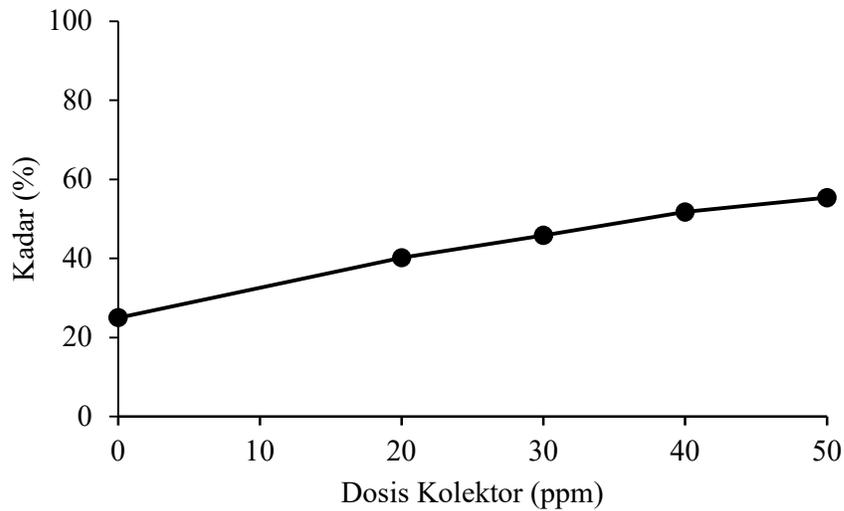


**Gambar 4.1** Kurva Hasil Percobaan Pendahuluan Ukuran Partikel

#### 4.2 Pengaruh Dosis Kolektor terhadap Performa Metalurgi

Dalam proses pemisahan mineral untuk mengetahui performa metalurgi dan efisiensi dalam suatu proses dapat menghitung kadar dan *recovery*. Variasi dosis kolektor yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20, 30, 40, dan 50 ppm digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis kolektor terhadap performa metalurgi. Gambar 4.2 menampilkan kurva kadar dengan variasi dosis kolektor, dosis kolektor 20 ppm menghasilkan kadar 40,19%. Dengan peningkatan dosis

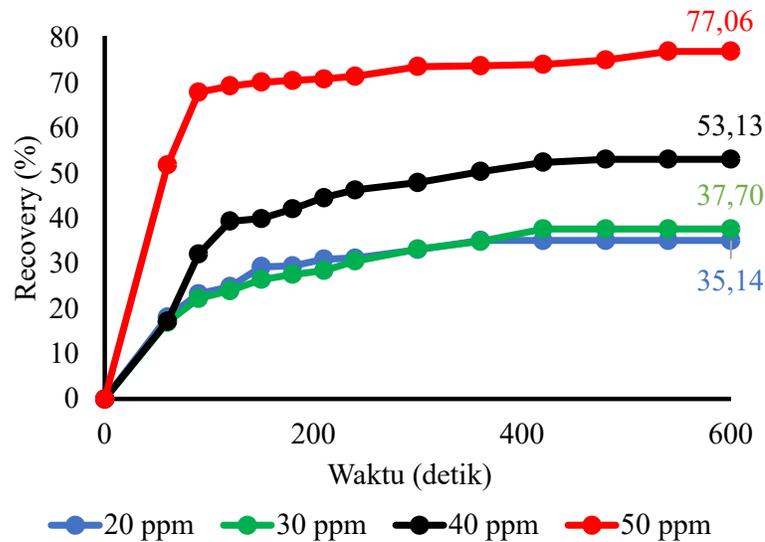
kolektor menjadi 30 ppm, kadar meningkat menjadi 45,83%. Lalu, pada dosis kolektor 40 ppm, menghasilkan kadar 51,7%, dan pada dosis kolektor 50 ppm menghasilkan kadar 55,35%.



**Gambar 4.2** Kurva Kadar Rata-Rata pada Variasi Dosis Kolektor

Pada Gambar 4.3 menunjukkan kurva *recovery* dengan variasi dosis kolektor dengan rentang dosis kolektor yang berbeda. Pada sumbu-y menyatakan persentase *recovery*, sementara pada sumbu-x adalah waktu aerasi proses flotasi. Kurva *recovery* memiliki tren peningkatan pada detik-0 hingga detik-200. Fenomena ini karena ketika proses *feeding, pulp* belum sepenuhnya memasuki kolom, sehingga partikel pirit dapat terangkat oleh gelembung udara secara selektif. Hal ini yang mengakibatkan kenaikan *recovery* yang signifikan selama 200 detik pertama. Pada detik-200 hingga detik-600, tren mengalami peningkatan yang melambat, namun karena telah terjadi pemisahan pada seluruh partikel pirit maka *recovery* bertambah secara konsisten hingga menit akhir.

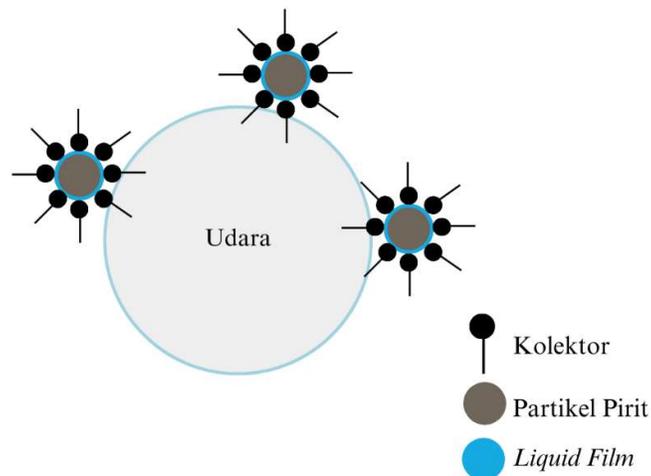
Dalam penelitian ini, ditemukan adanya korelasi antara variasi dosis kolektor dengan nilai *recovery* yang didapatkan sesuai dengan Gambar 4.3. Pada dosis kolektor 20 ppm, *recovery* mencapai 35,14%, *recovery* ini menunjukkan bahwa dosis kolektor belum efektif meningkatkan hidrofobisitas partikel pirit. Pada dosis kolektor 30 ppm *recovery* meningkat menjadi 37,7%, menunjukkan adanya peningkatan *recovery* dalam jumlah relatif kecil. Selanjutnya, pada dosis kolektor 40 ppm, *recovery* mencapai 53,13%, yang menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dosis sebelumnya dan menghasilkan interaksi maksimal antara kolektor dan permukaan mineral. Puncaknya, pada dosis kolektor 50 ppm, *recovery* mencapai 77,06%, yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis kolektor seiring waktu terhadap peningkatan *recovery*.



**Gambar 4.3** Kurva *Recovery* Flotasi Kolom dengan Variasi Dosis Kolektor

Penelitian ini menunjukkan bahwa dosis kolektor yang lebih tinggi berpotensi meningkatkan efisiensi proses flotasi. Hal ini dikarenakan jenis kolektor

yang digunakan kolektor anionik berfokus pada mekanisme adsorpsi kimia, molekul kolektor membentuk ikatan kuat dengan ion logam pada permukaan pirit melalui gugus fungsi sulfur yang menciptakan lapisan hidrofobik tipis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 [11]. Jumlah kolektor yang semakin banyak akan membuat lapisan pada permukaan mineral tersebut semakin tebal. Dengan terciptanya lapisan hidrofobik pada partikel pirit, partikel tersebut dapat dengan mudah menempel pada gelembung udara dan diangkut ke permukaan sel flotasi.



**Gambar 4. 4** Mekanisme Adsorpsi Kolektor

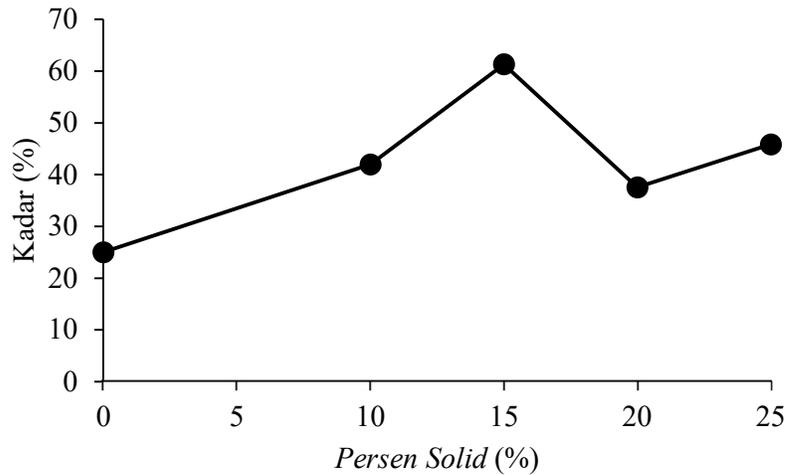
Peningkatan dosis kolektor dalam proses flotasi dapat sangat berpengaruh terhadap interaksi antara gelembung dan partikel mineral. Pada dosis yang lebih rendah, kolektor akan menempel pada permukaan partikel mineral, meningkatkan sifat hidrofobiknya dan mempermudah keterikatan partikel dengan gelembung. Hal ini memungkinkan partikel untuk terperangkap dalam gelembung dan meningkatkan efisiensi flotasi. Namun, ketika dosis kolektor ditambahkan dalam jumlah yang lebih besar, lebih banyak molekul kolektor yang menempel pada

permukaan gelembung, yang dapat mempengaruhi struktur gelembung secara keseluruhan. Proses ini dapat menyebabkan terjadinya pengelompokan gelembung (*bubble clustering*), yaitu gelembung-gelembung saling berhubungan dan mengurangi ketahanan gelembung yang menjadi tidak stabil [26]. Fenomena pengelompokan gelembung terjadi ketika konsentrasi kolektor dalam *pulp* meningkat hingga titik tertentu, dan partikel yang sangat hidrofobik menempel pada dua atau lebih gelembung kecil [27]. Akibatnya, luas permukaan gelembung udara yang tersedia untuk pengumpulan partikel menjadi berkurang. Fenomena pengelompokan gelembung terjadi ketika dosis kolektor dalam *pulp* meningkat hingga titik tertentu, partikel yang sangat hidrofobik menempel pada dua atau lebih gelembung dengan ukuran kecil, membentuk jembatan partikel (*particle bridging*) [28]. Akibat fenomena ini, luas permukaan spesifik gelembung udara yang tersedia untuk pengumpulan partikel menurun secara signifikan, sehingga berdampak terhadap muatan gelembung.

#### 4.3 Pengaruh Persen Solid terhadap Performa Metalurgi

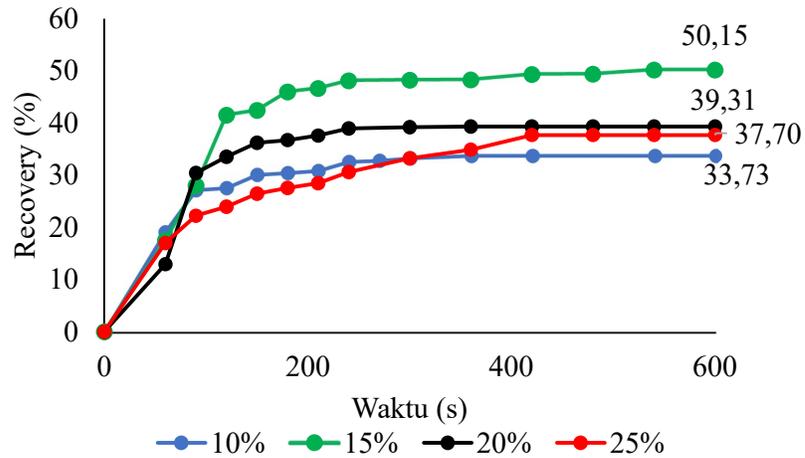
Dalam proses pemisahan mineral dengan tujuan efisiensi dalam suatu proses, parameter persen solid dapat divariasikan untuk meningkatkan performa metalurgi. Dalam penelitian ini, variasi persen solid yang digunakan adalah 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada persen solid 10%, kadar yang dihasilkan adalah sebesar 41,98%. Peningkatan persen solid 15% memberikan kadar tertinggi sebesar 61,32%. Pada persen solid 20% mengalami penurunan kadar menjadi 37,57%. Pada persen solid 25% menghasilkan kadar sebesar 45,83%. Hal

ini menjelaskan terdapat pengaruh persen solid terhadap performa metalurgi yang dihasilkan.



**Gambar 4.5** Kurva Kadar Rata-Rata pada Variasi Persen Solid

Dalam penelitian ini, ditemukan pengaruh antara variasi persen solid dengan nilai *recovery* yang didapatkan sesuai dengan Gambar 4.4. Pada persen solid 10%, *recovery* mencapai 33,73%, *recovery* ini menunjukkan bahwa pada persen solid rendah belum efektif untuk meningkatkan interaksi antara partikel pirit dan gelembung. Pada persen solid 15%, *recovery* meningkat menjadi 50,15%, menunjukkan adanya peningkatan signifikan yang disebabkan oleh kondisi *pulp* yang optimal untuk proses flotasi. Selanjutnya, pada persen solid 20%, *recovery* menurun menjadi 39,31%. Penurunan lebih lanjut terjadi pada persen solid 25%, *recovery* hanya mencapai 37,7%, menunjukkan bahwa viskositas *pulp* yang terlalu tinggi menghambat proses interaksi partikel dan gelembung. Penelitian ini menunjukkan bahwa persen solid memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi flotasi, nilai persen solid 15% menghasilkan kondisi optimal untuk *recovery* pirit.

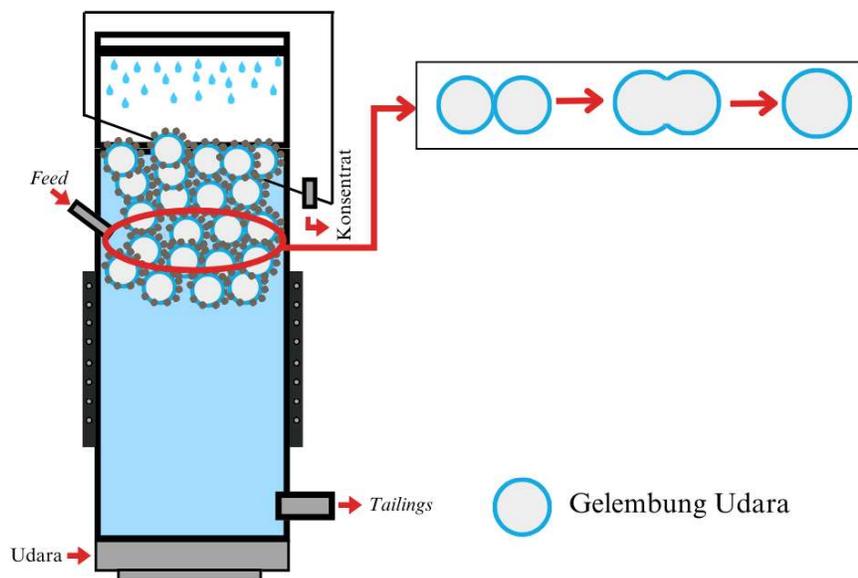


**Gambar 4.6** Kurva *Recovery* pada Variasi Persen Solid

Persen solid sangat berhubungan dengan viskositas *pulp*, peningkatan persen solid akan meningkatkan viskositas *pulp*. Hal ini linear dengan teori yang menyatakan bahwa persen solid memengaruhi viskositas *pulp*, yang memengaruhi pergerakan partikel pirit dengan gelembung. Pada persen solid yang rendah, seperti 10%, partikel pirit dalam *pulp* sulit untuk menciptakan interaksi yang optimal dengan gelembung, sehingga *recovery* rendah. Namun, pada persen solid yang tinggi, seperti 20% dan 25% terdapat penurunan *recovery*. Penurunan *recovery* dapat dianalisis karena fenomena *bubble overloading*, gelembung yang terlalu banyak membawa partikel akan mengalami pemecahan gelembung sebelum mencapai permukaan pada kolom, hal ini yang menyebabkan partikel pirit yang akan terangkut ke konsentrat akan jatuh ke *tailing* di dasar kolom [29].

Fenomena *bubble overloading* menyebabkan partikel yang menempel pada gelembung, sehingga menyebabkan gelembung sulit untuk menuju permukaan kolom, gelembung dan partikel terhimpun yang menyebabkan fenomena koalesensi

[30]. Hal ini juga menyebabkan penurunan *recovery* yang dikaitkan dengan fenomena koalesensi gelembung yang terjadi pada persen solid yang tinggi. Koalesensi terjadi ketika gelembung-gelembung udara di dalam kolom flotasi menyatu menjadi gelembung yang lebih besar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. Pada persen solid yang tinggi, jumlah partikel dalam *pulp* meningkat secara signifikan, dan akan membuat tekanan yang lebih tinggi pada gelembung [31]. Tekanan ini mengakibatkan lapisan cairan tipis yang memisahkan gelembung menjadi tidak stabil, sehingga gelembung-gelembung tersebut lebih mudah bergabung. Selain itu, viskositas *pulp* yang lebih tinggi pada persen solid yang tinggi menghambat pergerakan gelembung dan akan menyebabkan tabrakan antar gelembung, yang pada akhirnya memicu koalesensi.



**Gambar 4. 7** Ilustrasi Fenomena Koalesensi

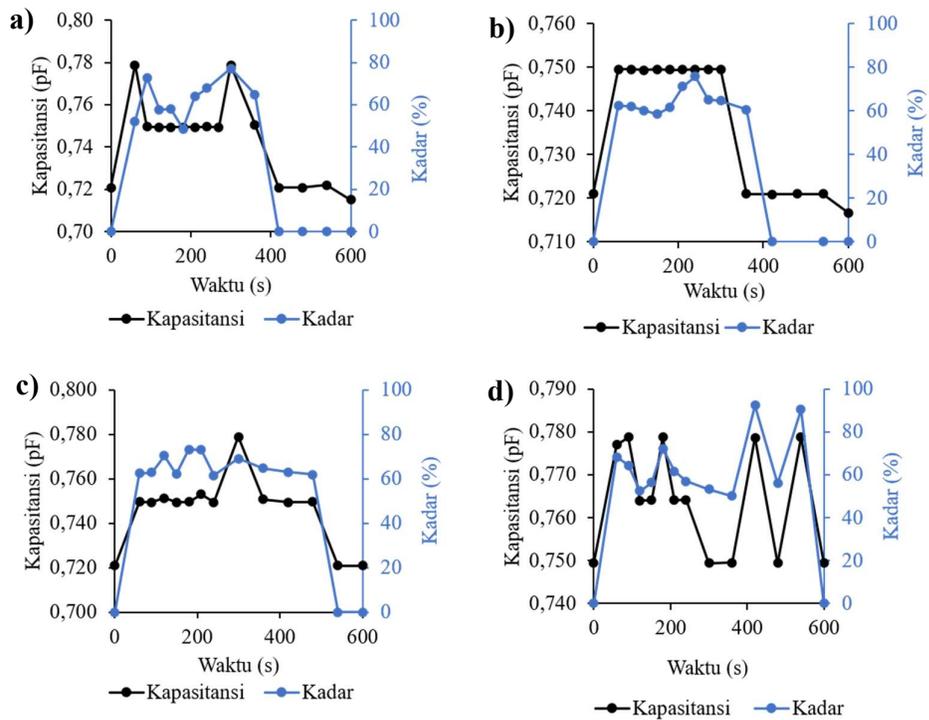
#### 4.4 Hubungan antara Performa Metalurgi dengan Sinyal Kapasitansi

Pada penelitian ini telah dilakukan *monitoring* proses flotasi menggunakan sinyal kapasitansi, sehingga mendapatkan hasil nilai kapasitansi. Nilai kapasitansi didapatkan dengan sensor kapasitometer CAP 3201 2CH C-Tech Labs Edwar Technology yang dipasang pada bagian tengah kolom pada *collection zone*, hal ini dikarenakan *collection zone* merupakan daerah interaksi antara gelembung dan partikel pirit. *Monitoring* dilakukan dengan sensor berjumlah 32 *channel* dengan 8 tingkatan, pada penelitian ini menggunakan 2 *channel*, *channel-18* dan *channel-19*. *Channel* 18 dan 19 dipilih karena terletak ditengah kolom yang tidak akan mempengaruhi sinyal kapasitansi akibat udara yang dimasukkan melalui *sparger* dan tidak berpengaruh pada proses *feeding*.

##### 4.4.1 Hubungan antara Kadar dengan Sinyal Kapasitansi

Hubungan antara kadar dan sinyal kapasitansi dianalisis untuk memahami perubahan kadar selama proses flotasi kolom dan mengevaluasi efektivitas sinyal kapasitansi dalam merepresentasikan kadar. Variasi dosis kolektor yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20, 30, 40, dan 50 ppm digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis kolektor terhadap performa metalurgi, sedangkan untuk variasi persen solid yang digunakan dalam penelitian ini 10%, 15%, 20%, 25%. Pada Gambar 4.8 kadar mineral menunjukkan tren fluktuatif yang menunjukkan perubahan kadar mineral selama proses berlangsung. Sinyal kapasitansi yang terhubung dengan sensor kapasitif memperlihatkan variasi yang berkorelasi dengan perubahan kadar mineral. Pada awal proses (0–600 detik), kadar mineral dan nilai kapasitansi

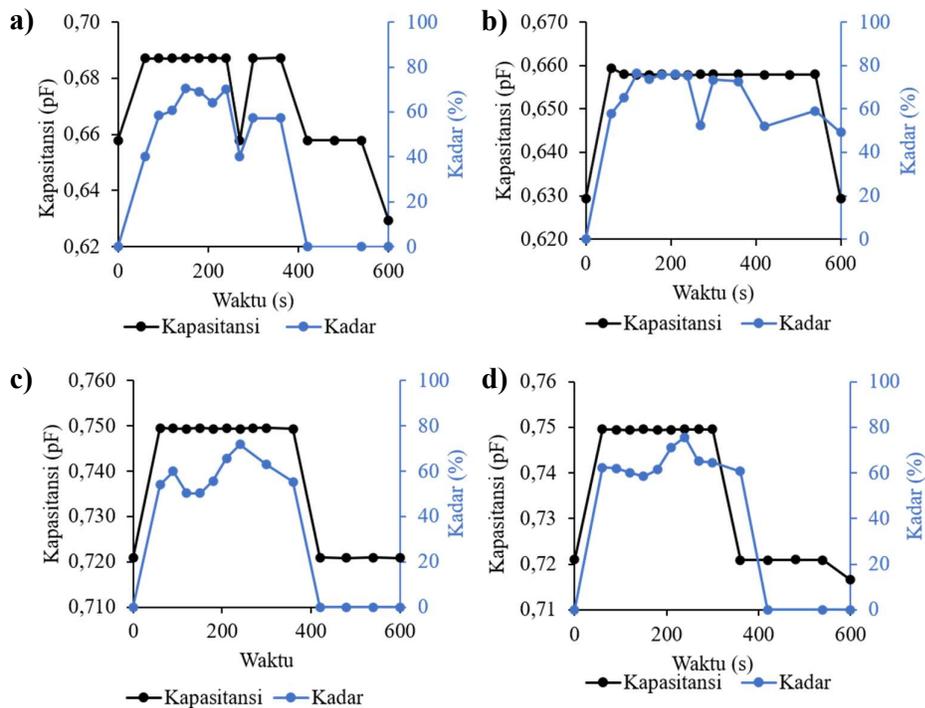
mengalami peningkatan. Tren kenaikan ini menunjukkan partikel-partikel mineral mulai terdeteksi oleh sensor kapasitif seiring dengan berlangsungnya proses. Hal ini menjelaskan proses *feeding* pada saat partikel mineral yang mulai mendominasi kolom. Pada detik-400 hingga detik-600 kadar cenderung menurun, penurunan ini karena adanya pengurangan partikel mineral yang terdeteksi oleh sensor kapasitif. Partikel mineral telah melewati proses flotasi, sehingga terdapat pada wadah konsentrat dan *tailing*.



**Gambar 4. 8** Kurva Kadar dan Kapasitansi Variasi Dosis Kolektor a) 20 ppm, b) 30 ppm, c) 40 ppm, d) 50 ppm

Dosis kolektor 20 ppm dan 30 ppm menghasilkan kadar pirit yang rendah karena hanya sebagian kecil permukaan pirit yang terlapis oleh

kolektor, sehingga interaksinya dengan gelembung udara menjadi terbatas. Pada proses *monitoring*, sinyal kapasitansi akan menghasilkan nilai kapasitansi yang rendah, karena partikel pirit yang terflotasi dan terdeteksi oleh sensor kapasitif jumlahnya terbatas. Ketika dosis kolektor ditingkatkan pada 40 ppm dan 50 ppm, kadar pirit dalam konsentrat meningkat. Peningkatan ini diikuti oleh peningkatan nilai kapasitansi, yang mengindikasikan bahwa lebih banyak partikel pirit yang berhasil diangkat ke permukaan kolom flotasi dan terdeteksi oleh sensor kapasitif.



**Gambar 4. 9** Kurva Kadar dan Kapasitansi Variasi Persen Solid a) 10%

b) 15% c) 20% d) 25%

Persen solid memengaruhi sifat fisik *pulp*, seperti viskositas, densitas, dan distribusi partikel dalam kolom flotasi, yang berpengaruh

terhadap interaksi antara partikel pirit dan gelembung udara. Pada persen solid 10% dan 15%, rata rata kadar bijih pirit cenderung lebih tinggi, karena viskositas *pulp* yang rendah akan mendistribusikan partikel yang lebih merata dan interaksi antara partikel pirit dan gelembung udara lebih optimal. Kondisi ini ditunjukkan pada sinyal kapasitansi yang stabil dan meningkat, karena partikel mineral seperti pirit, mendominasi area deteksi sensor kapasitif. Lalu dengan peningkatan persen solid 20% dan 25% viskositas *pulp* menjadi lebih tinggi, menyebabkan distribusi partikel menjadi kurang merata dan menurunkan efisiensi proses flotasi. Pada kondisi ini, kadar pirit yang terflotasi cenderung menurun, sementara sinyal kapasitansi menjadi lebih fluktuatif. Fluktuatif ini terjadi karena keberadaan partikel padat yang lebih tinggi mengganggu kestabilan sel flotasi, yang memengaruhi kemampuan sensor kapasitif dalam proses flotasi.

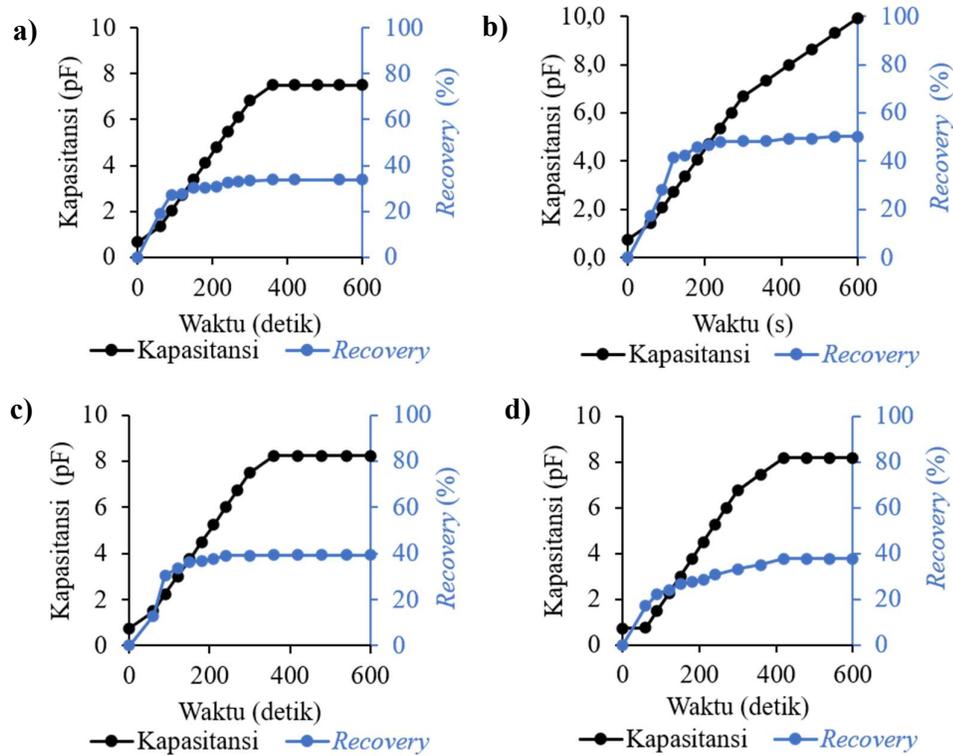
#### 4.4.2 Hubungan antara *Recovery* dengan Sinyal Kapasitansi

Variasi Persen Solid memengaruhi interaksi antara partikel mineral dengan gelembung serta pemisahan yang terjadi di dalam kolom flotasi, karena ratio massa padatan dengan total massa *pulp* akan mempengaruhi nilai *recovery* dan nilai kapasitansi. Nilai kapasitansi didapatkan dari sensor kapasitometer CAP 3201 2CH C-Tech Labs Edwar Technology yang mendeteksi partikel pirit pada flotasi kolom, sedangkan nilai *recovery* didapatkan dari perhitungan berdasarkan massa konsentrat dan *tailing* yang dihasilkan selama proses flotasi. Pada Gambar 4.7 menyajikan kurva *recovery* dan nilai kapasitansi dari variasi persen solid, terdapat korelasi antara

kapasitansi dan *recovery*, peningkatan nilai *recovery* linear dengan peningkatan nilai kapasitansi pada proses flotasi. Hubungan ini juga dapat dikaitkan dengan *recovery* pada proses flotasi. Data pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa *recovery* tertinggi sebesar 50,15% terjadi pada persen solid 15% dengan nilai kapasitansi kumulatif sebesar 9,93 pF. Sementara itu, pada persen solid 20% dan 25%, nilai kapasitansi kumulatif masing-masing sebesar 8,24 pF dan 8,18 pF dengan *recovery* lebih rendah, yaitu 39,31% dan 37,70%. Pada Persen Solid 10%, *recovery* hanya mencapai 33,73% dengan nilai kapasitansi dengan nilai kapasitansi kumulatif sebesar 7,50 pF.

Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa peningkatan nilai kapasitansi dapat memonitor atau memprediksi nilai *recovery*. Nilai kapasitansi yang lebih tinggi umumnya menunjukkan peningkatan jumlah partikel mineral meningkatkan efek polarisasi, yang ditandai dengan konstanta dielektrik yang lebih besar dan peningkatan sinyal kapasitansi yang terukur [4]. Namun, pada persen solid 20% dan 25%, *recovery* mengalami penurunan meskipun kapasitansi masih cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya *pulp* yang menghambat pergerakan gelembung dan mengurangi efisiensi proses pengangkatan partikel mineral ke permukaan [29]. Nilai kapasitansi dapat digunakan sebagai indikator untuk memonitor kinerja *recovery* pada proses flotasi. Sinyal kapasitansi memberikan gambaran *real-time* mengenai distribusi partikel mineral dalam *pulp*. Dalam penelitian ini, *recovery* optimal tercapai pada persen solid 15% dengan nilai kapasitansi tertinggi, menunjukkan bahwa kapasitansi efektif sebagai

parameter pemantauan dalam proses flotasi.



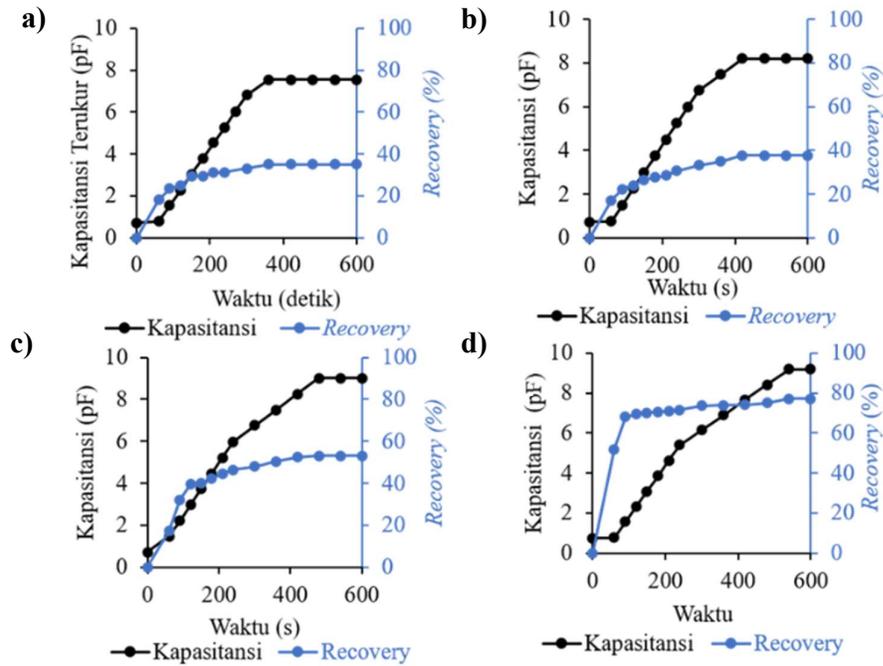
**Gambar 4. 10** Kurva *Recovery* dan Kapasitansi Variasi Persen Solid

a) 10%, b) 15%, c) 20%, d) 25%

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat ditinjau bahwa terdapat tren kurva yang sama pada semua variasi dosis kolektor. Meningkatnya dosis kolektor akan meningkatkan kemampuan kolektor untuk mengadsorpsi partikel pirit, sehingga proses pemisahan menjadi lebih efisien. *Recovery* mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan meningkatnya dosis kolektor dan nilai kapasitansi juga menunjukkan tren kenaikan secara perlahan hingga mencapai titik optimum. Setelah titik optimum, *recovery* dan nilai kapasitansi tidak mengalami kenaikan karena proses pemisahan partikel pirit telah

selesai. Pada detik-0 hingga detik-200, kurva mengalami tren kenaikan yang signifikan, karena terdapat interaksi antara partikel pirit dengan gelembung secara selektif ketika *pulp* belum sepenuhnya memasuki kolom.

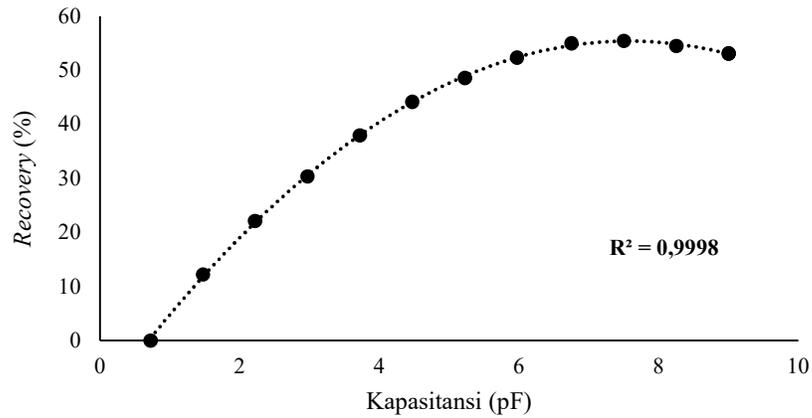
Ditinjau dari Gambar 4.5 rata-rata nilai kapasitansi terendah didapatkan pada variasi dosis kolektor 30 ppm dengan nilai 0,7378 dengan nilai tertinggi pada dosis kolektor 50 ppm dengan nilai 0,76398. Peningkatan nilai kapasitansi ini seiring dengan peningkatan dosis kolektor dapat dijelaskan melalui interaksi antara senyawa PAX dalam proses flotasi. Peningkatan dosis PAX berhubungan langsung dengan peningkatan permitivitas relatif sistem, karena PAX mengandung grup polar yang berinteraksi dengan air (aquades), yang dapat meningkatkan kemampuan material untuk pembentukan medan listrik [32]. Dengan meningkatnya permitivitas relatif, kapasitas bahan untuk menyimpan muatan listrik juga meningkat, yang berpengaruh pada peningkatan nilai kapasitansi. Pada dosis kolektor 30 ppm, nilai kapasitansi yang lebih rendah menunjukkan permitivitas relatif yang lebih rendah, sementara pada dosis kolektor 50 ppm, peningkatan dosis PAX menyebabkan peningkatan permitivitas relatif dan kapasitas bahan untuk menyimpan energi listrik, sehingga menghasilkan nilai kapasitansi yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa dosis PAX yang lebih tinggi meningkatkan nilai kapasitansi pada proses flotasi.



**Gambar 4. 11** Kurva *Recovery* dan Kapasitansi Variasi Dosis Kolektor

a) 20 ppm, b) 30 ppm, c) 40 ppm, d) 50 ppm

Kurva kapasitansi dari dosis kolektor dilakukan pendekatan matematis, kurva kapasitansi yang memiliki tren paling mendekati kurva *recovery* yaitu pada variasi dosis kolektor 40 ppm. Pemilihan dosis 40 ppm ini didasarkan tren hubungan antara *recovery* dan kapasitansi menunjukkan keseimbangan yang optimal tanpa mengalami tren mendatar seperti pada dosis 50 ppm dan tidak terlalu rendah seperti pada dosis 20 ppm atau 30 ppm. Nilai kapasitansi diplot pada sumbu x dan nilai *recovery* pada sumbu y, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.9. Pada Gambar 4.9 menghasilkan pendekatan regresi polinomial pada Persamaan 4.1. Kurva tersebut memperlihatkan bahwa *recovery* meningkat seiring dengan bertambahnya nilai kapasitansi (pF).



**Gambar 4.12** Hubungan Kapasitansi terhadap *Recovery* Variasi Dosis Kolektor 40 ppm

$$y = -1,1696x^2 + 17,724x - 11,751 \dots \dots \dots (4.1)$$

Pendekatan persamaan menggunakan polinomial orde 2 pada kurva hubungan kapasitansi terhadap *recovery* dipilih karena nilai koefisien determinasi  $R^2$  yang dihasilkan mendekati 1, yaitu sebesar 0,9998. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam merepresentasikan data eksperimen dan 99,98% variasi data *recovery* dapat dijelaskan oleh model tersebut. Ketika variabel  $x$  (kapasitansi) disubstitusi dengan nilai 0, yang merepresentasikan kondisi saat sensor mengukur kolom hanya berisi udara, nilai *recovery* yang dihasilkan mendekati 0. Jika persamaan regresi menghasilkan prediksi *recovery* yang jauh dari 0 pada kondisi kapasitansi 0, maka model tersebut dianggap kurang akurat untuk memprediksi *recovery*. Pemilihan polinomial orde 2 didasarkan pada tingkat kecocokan data  $R^2$  yang tinggi dan juga pada kemampuan persamaan untuk memberikan hasil prediksi yang mendekati kondisi aktual.