

MODIFIKASI PENGADUK TANGKI SEKSI 200 PADA FASILITAS PILOT CONVERSION PLANT (PCP)

**Putra Oktavianto, Amar Ma'ruf, Yatno Dwi Agus, Abdul Rojak, Anwar
Muchsin**

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir
Badan Tenaga Nuklir Nasional, Setu, Banten Indonesia, 15346
putraoktavianto@batan.go.id

Abstrak

Seksi 200 menyediakan larutan yang digunakan di *Pilot Conversion Plant (PCP)*. Dalam melakukan pencampuran larutan – larutan dalam tangki pencampur, digunakan sebuah pengaduk yang berupa batang pengaduk panjang dengan ujung pengaduk berupa pisau besi (*blade*). Saat kondisi tangki isi penuh, beban dan tenaga pengadukan akan merata pada batang pengaduk, akan tetapi saat pengaduk dipakai saat kondisi tangki hanya diisi sedikit maka beban dan tenaga pengadukan hanya akan tertumpu pada ujung pengaduk. Hal ini menyebabkan kebengkokan pada batang pengaduk dan menyebabkan ujung pengaduk yang berupa pisau besi (*blade*) mengenai dinding tangki. Sehingga bisa menyebabkan kebocoran. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka dilakukan modifikasi pada pengaduk dengan menambahkan pipa kelongsong sebagai pelapis dan pipa penahan pada batang pengaduk sehingga putaran pengaduk pada saat kondisi apapun tidak akan menyebabkan kebengkokan batang pengaduknya. Setelah dilakukan modifikasi sesuai dengan gambaran ilustrasi yang ada, pengaduk yang dimodifikasi dipasang kembali ke dalam tangki. Dan dengan modifikasi ini akan menghinadri kerusakan pada tangki yang dapat membahayakan operator apabila tangki mengalami kebocoran.

Kata kunci : PCP, Pisau besi, Modifikasi pengaduk, Kebengkokan, Kebocoran

Abstrack

Section 200 provides solutions used in the Pilot Conversion Plant (PCP). In mixing the solutions in the mixing tank, a mixer in the form of a long stir bar is used with a stirring tip in the form of an iron blade. When the condition of the tank is full, the load and stirring power will be evenly distributed on the stirring rod, but when the stirrer is used when the condition of the tank is filled only a little, the stirring load and power will only be concentrated on the tip of the stirrer. This results in bending of the stirring rod and causing the stirring tip in the form of an iron blade on the tank wall. So that it can cause leakage. To anticipate this, modifications are made to the stirrer by adding a cladding pipe as a coating and retaining pipe on the stirring rod so that the stirring rotation at any time will not cause the bending rod to bend. After modification in accordance with the existing illustration, the modified stirrer is put back into the tank. And with this modification will avoid damage to the tank that can endanger the operator if the tank has a leak.

Keywords: PCP, Iron Blade, Stirring Modification, Bend, Leakage

I. PENDAHULUAN

Pilot Conversion Plant (PCP) adalah salah satu fasilitas yang terdapat di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) yang berfungsi untuk melakukan proses pemurnian dan konversi dari bahan baku *yellow cake* menjadi serbuk UO_2 berderajat nuklir dengan kapasitas produksi 100 kg serbuk UO_2 per hari (kapasitas desain). Kegiatan produksi serbuk UO_2 di PCP dilaksanakan pada 12 subsistem (seksi) yang terintegrasi, yaitu seksi 100 (Penanganan *Yellow Cake*, penghancuran dan pengayakan), seksi 200 (suply larutan), seksi 300 (Pelarutan), seksi 400 (Pemurnian Uranil Nitrat), seksi 500 (penyegaran TBP-kerosene), seksi 600 (Pemekatan Uranil Nitrat), seksi 700 (Penanganan limbah), seksi 800 (Pelarutan gagal), seksi 900 (Pengendapan uranium dan pemisahan), seksi 1000 (Pengolahan air induk), seksi 1100 (Pengeringan, kalsinasi dan reduksi) dan seksi 1200 (Penganan gas buang) [1].

Seksi 200 bukan merupakan seksi yang melakukan proses seperti seksi lainnya, akan tetapi seksi ini merupakan seksi yang juga penting dalam terlaksananya proses yang terjadi di PCP. Seksi 200 menyediakan larutan untuk keperluan proses seperti penyiapan larutan umpan untuk keperluan semua proses mulai proses pelarutan serbuk *Yellow Cake* (YC) hingga proses pengendapan. Larutan kimia yang harus tersedia di seksi 200 adalah asam nitrat (HNO_3) pekat (14.3 - 14.6 M) untuk proses pelarutan, asam nitrat encer (0,10 - 0.05 M) untuk proses re-ekstraksi, TBP-Kerosin (30%-70%) untuk proses ekstraksi, NH_4OH (8,0 M) untuk proses pengendapan ADU, Na_2CO_3 (1,0 – 0,1 M) regenerasi TBP dan air bebas mineral (ABM) [2]. Larutan tersebut disiapkan/dibuat dalam tangki pada seksi 200 yang dilengkapi dengan pengaduk untuk pencampuran larutan antara larutan kimia tersebut dengan air bebas mineral (pengadukan cair-cair) dan juga untuk mempercepat reaksi. Pengaduk pada seksi 200 berupa baling-baling berbentuk pisau besi (*blade*) dari pelat SS dengan tuas dari pipa SS pejal panjang 1,35 meter dan digerakan oleh motor penggerak.

Kualitas hasil proses yang dilakukan di PCP harus tetap terjaga, oleh karena itu pengaduk harus selalu dalam keadaan baik dan pengoperasiannya sesuai dengan Standar Operasional Prosedur yang ada. Saat volume larutan dalam tangki sedikit (kurang dari 50% kapasitas tangki), dikarenakan pemakaian larutan hanya sedikit dalam melakukan proses sehingga pengisian tangki jarang sampai tangki penuh. Ini dapat berakibat saat pengaduk berputar, beban hanya akan berada pada ujung pengaduk. Sehingga pangkal pengaduk bisa mengalami pembengkokan. Hal ini juga karena adanya pengaruh dari besarnya tenaga saat pengadukan. Tenaga pengadukan

yang dibutuhkan tergantung pada bentuk dan ukuran propeler & *blade*, kecepatan putar *blade* (rpm), kekentalan cairan dan jumlah cairan yang diaduk [3].

Tenaga pengadukan yang sama pada kondisi berbeda (tangki isi penuh dan tangki isi sedikit) tentu akan memberikan efek yang berbeda. Pada saat kondisi tangki isi penuh, tenaga pengadukan akan merata pada batang pengaduknya, sedangkan pada kondisi tangki isi sedikit, tenaga pengadukan hanya pada bagian yang terendam larutan sehingga batang pengaduk akan bisa terjadi pembengkokan. Pembengkokan pengaduk ini sangat berbahaya karena ujung pengaduk yang berupa pisau besi (*blade*) akan mengenai dinding tangki saat berputar. Hal ini akan menyebabkan benturan antara ujung pengaduk dengan dinding tangki dapat menyebabkan dinding tangki bocor serta proses pengadukan berkurang. Kebocoran tangki juga akan berbahaya bagi operator karena berisi larutan kimia. Maka dari itu perlu dilakukan modifikasi terhadap pengaduk agar tidak terjadi pembengkokan walaupun pengaduk digunakan hanya untuk mengaduk larutan dalam tangki dengan volume yang sedikit.

II. DASAR TEORI

Jenis Pengaduk

Pengaduk dalam tangki memiliki fungsi seperti propeler yang menghasilkan laju volumetrik tertentu pada tiap kecepatan putar dan input daya. Profil aliran dan derajat turbulensi merupakan aspek penting yang mempengaruhi kualitas pencampuran. Rancangan pengaduk sangat dipengaruhi oleh jenis aliran, laminar atau turbulen. Aliran laminar biasanya membutuhkan pengaduk yang ukurannya hampir sebesar tangki itu sendiri. Hal ini disebabkan karena aliran laminar tidak memindahkan momentum sebaik aliran turbulen. Pencampuran di dalam tangki pengaduk terjadi karena adanya gerak rotasi dari pengaduk dalam fluida. Gerak pengaduk ini memotong fluida tersebut dan dapat menimbulkan arus yang bergerak keseluruhan sistem fluida tersebut. Oleh sebab itu, pengaduk merupakan bagian yang paling penting dalam suatu operasi pencampuran fasa cair dengan tangki pengaduk. Pencampuran yang baik tergantung pada bentuk dan dimensi pengaduk yang digunakan, karena akan mempengaruhi keefektifan proses pencampuran, serta daya yang diperlukan. Berdasarkan aliran yang dihasilkan, pengaduk dapat dibagi menjadi tiga golongan:

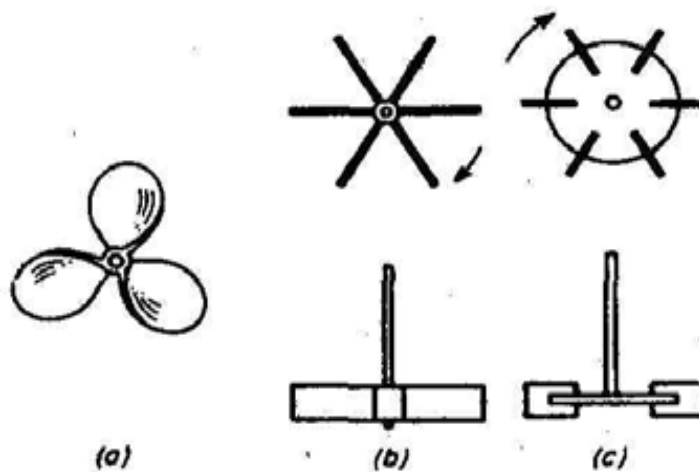
1. Pengaduk aliran aksial, yang akan menimbulkan aliran yang sejajar dengan sumbu putaran
2. Pengaduk aliran radial, yang akan menimbulkan aliran yang berarah tangensial dan radial terhadap bidang rotasi pengaduk.

3. Pengaduk aliran campuran, yang merupakan gabungan dari kedua jenis pengaduk diatas[6].

Sedangkan menurut bentuknya, pengaduk dapat dibagi menjadi tiga golongan:

1. Baling
2. Dayung
3. Turbin

Pengaduk yang digunakan pada tangki seksi 200 di PCP adalah jenis pengaduk baling.



Gambar 1. Jenis impeler (a) baling (b) turbin (c) disk turbin

Jenis pengaduk baling - baling merupakan impeler aliran aksial berkecepatan tinggi untuk zat cair berviskositas rendah. Propeler kecil biasanya berputar pada kecepatan motor penuh, yaitu 1150 atau 1750 putaran/menit, sedang propeler besar berputar pada 400-800 putaran/menit. Arus yang meninggalkan propeller mengalir melalui zat cair menurut arah tertentu sampai dibelokkan oleh lantai atau dinding bejana. Jenis yang paling banyak dipakai adalah propeler kapal berdaun tiga, sedang propeler berdaun empat, bergigi, atau dengan rancang lain digunakan untuk tujuan khusus. Selain itu, kadang dua atau lebih propeler dipasang pada satu poros, biasanya dengan arah putaran yang sama. Namun bisa juga dipasang dengan arah yang berlawanan, atau secara tolak/tarik sehingga menciptakan area fluida yang sangat turbulen di antara kedua propeler tersebut.

Jenis aliran di dalam bejana yang sedang diaduk bergantung pada jenis impeler, karakteristik fluida, ukuran dimensi (proporsi) tangki, sekat dan kecepatan putar. Kecepatan fluida pada setiap titik dalam tangki mempunyai tiga komponen arah dan pola alir keseluruhan di dalam tangki itu bergantung pada variasi dari ketiga komponen arah kecepatan tersebut dari satu lokasi ke lokasi lain. Komponen kecepatan yang pertama adalah komponen radial yang bekerja pada arah tegak lurus terhadap poros impeler. Komponen kedua ialah komponen longitudinal yang bekerja pada arah paralel dengan poros. Komponen ketiga adalah komponen tangensial atau rotasional yang bekerja pada arah singgung terhadap lintasan lingkaran di sekeliling poros. Dalam keadaan biasa, dimana poros impeller terpasang vertikal, komponen radial dan tangensial berada dalam satu bidang horizontal dan komponen longitudinalnya vertikal. [7].

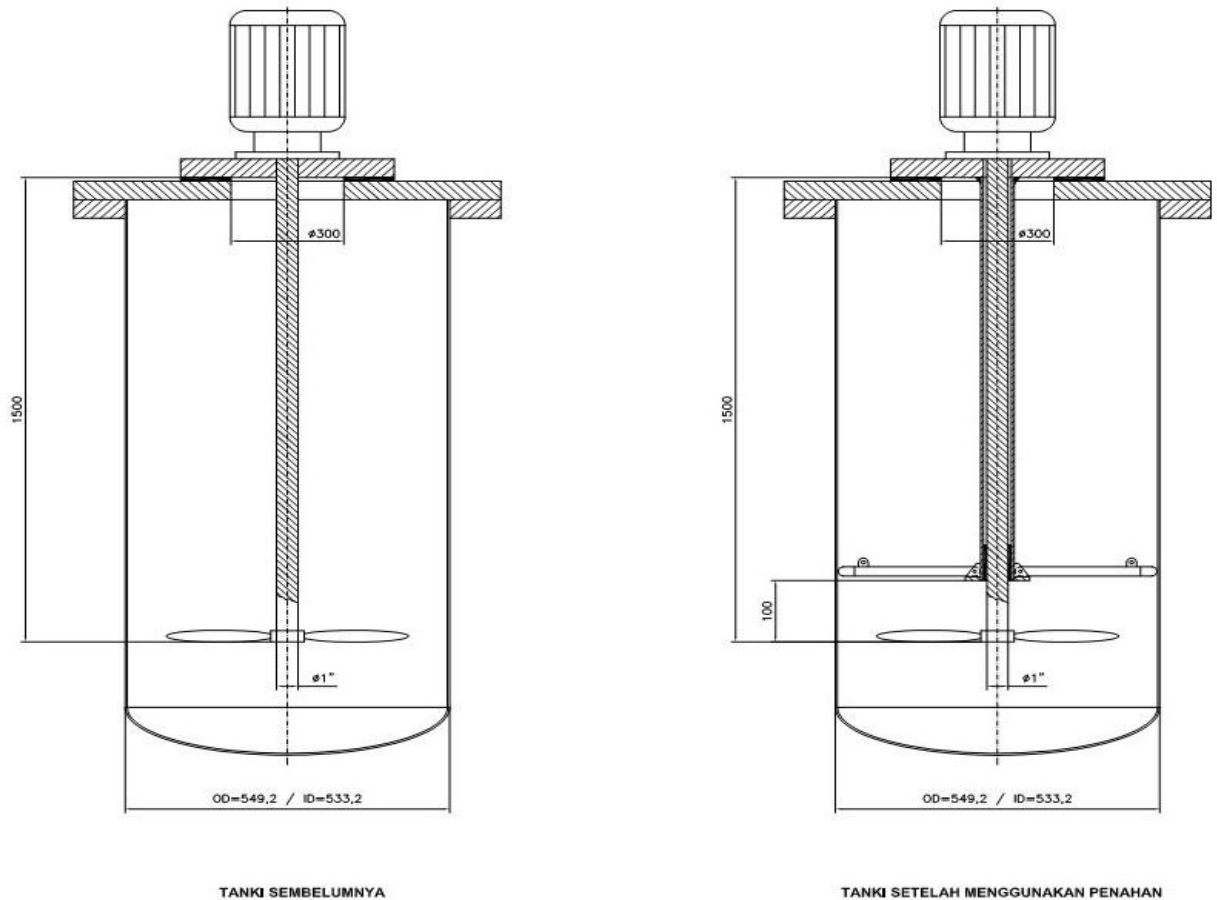
III. TATA KERJA/METODOLOGI

Tangki yang pengaduknya akan dimodifikasi merupakan tangki pada seksi 200 yang sering dan masih digunakan dalam proses di PCP seperti tangki V-203, V-204, V-206, dan V-208. Pengaduk dilepas terlebih dahulu dari tangkinya beserta motornya, baru dilakukan modifikasi pada pengaduk tersebut. Pada saat pelepasan pengaduk juga melepas *supply* aliran listrik yang digunakan untuk menggerakkan rotor yang terhubung dengan batang pengaduknya.



Gambar 2. Pengaduk Sebelum dimodifikasi

Modifikasi yang dilakukan adalah dengan melapisi batang pengaduk dengan pipa kelongsong yang dimasukkan dalam batang pengaduk tersebut. Panjang pipa pelapis tersebut hanya sampai beberapa centimeter diatas pengaduknya sehingga ada jarak antara ujung pipa pelapis dengan ujung batang pengaduk. Kemudian pada ujung pipa pelapis tersebut dipasang semacam besi penyangga yang panjangnya sampai menyentuh dinding (yang menyentuh langsung dinding berupa bantalan agar tidak merusak dinding tangki) sehingga saat pengaduk dijalankan maka besi penyangga tersebut sebagai penahan gerakan dari pengaduk. Karena diameter / volume tangki yang berbeda, maka sebelum pemasangan besi penahannya harus diukur terlebih dahulu diameter masing - masing tangki sehingga saat dipasang kembali, besi penahan pas menyentuh dinding tangki.



Gambar 3. Ilustrasi gambar modifikasi pengaduk yang akan dilakukan

Setelah batang pengaduk beserta rotornya dikeluarkan dari tangki maka dilakukan pemasangan pipa pelapis sesuai dengan ilustrasi pada gambar 3.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti pada ilustrasi hasil modifikasi pada gambar 3, dapat kita lihat bahwa dengan adanya pipa pelapis yang dipasang pada batang pengaduk akan menjaga ruang gerak dari batang pengaduk ditambah dengan adanya pipa penahan yang disentuh ke dinding tangki sehingga akan menahan gerakan dari pipa pelapis yang bergeser karena gerakan batang pengaduk yang berputar. Jadi baik pada saat volume tangki penuh maupun sedikit, dengan kecepatan putaran pengaduk yang konstan (tidak ada setting pengatur kecepatannya) maka pipa pelapis akan mengurangi efek pembengkokan yang terjadi pada batang pengaduk serta membuat tenaga pengadukan akan tetap merata walaupun kondisi tangki dalam keadaan isi penuh maupun isi sedikit.

Pengaduk yang sudah mengalami pembengkokan adalah pada pengaduk tangki V-206, sehingga pada pengaduk ini diperbaiki dengan diluruskan terlebih dahulu sebelum di modifikasi. Tangki V-206 merupakan tangki penampung Natrium Carbonat (Na_2CO_3) dengan volume total tangki 700L. Besar *blade* pada ujung pengaduk sama seperti pengaduk yang lainnya, hanya saja panjang batang pengaduknya saja yang berbeda. Sehingga dengan batang pengaduk yang panjang, pada saat dilakukan pengadukan untuk larutan saat volumenya sedikit kemungkinan bengkoknya akan lebih besar dibandingkan dengan pengaduk pada tangki yang volume totalnya kecil seperti V-203 dan V-204 (volumenya hanya 300L). Terbukti pengaduk pada tangki V-206 inilah yang mengalami pembengkokan terlebih dahulu. Sedangkan pada pengaduk tangki V-203, V-204 dan V-208 dimodifikasi sebagai antisipasi agar tidak mengalami pembengkokan karena sering dipakai dalam proses. Pada tangki V-206 yang digunakan sebagai penampung Natrium Carbonat (Na_2CO_3) ini digunakan pengaduk dengan panjang 1,5 m dan diameter 1 inci dengan bahan material adalah *stainless stell*. Dengan berat jenis larutan Natrium Carbonat adalah 2540 gr/L maka jika volume dalam tangki V-206 sebanyak 700 L (isi full) maka berat beban dari larutan Natrium Carbonat adalah 1715 kg. Jadi dalam kondisi tangki diisi penuh, pengaduk akan mengaduk larutan dengan beban sekitar 1715 kg dimana beban tersebut akan diterima oleh semua bagian pengaduk. Sedangkan jika tangki diisi sebanyak 200 L maka berat beban Natrium Carbonat adalah 490 kg. Akan tetapi karena volume larutan dalam tangki hanya 200 L, maka larutan berada di tangki bagian bawah dimana hanya ujung pengaduk saja yang akan mengaduk beban ini sehingga jika dilakukan terus menerus terjadilah pembengkokan pada batang pengaduknya seperti yang di tunjukan pada Gambar 4. Jika dilihat dari kekuatan bahan, jenis *stainless stell* yang dipakai adalah SS 316 yang mempunyai kekuatan tarik sekitar 75 ksi, maka jika volumenya terisi penuh masih mampu untuk menahan beban dari larutan Natrium Carbonatnya. Sedangkan apabila tangki hanya terisi 200 L maka pengaduk kemungkinan besar memang lama kelamaan tidak akan kuat untuk mengaduk beban yang hanya diterima oleh ujung pengaduk saja.



Gambar 4. Gambar pengaduk Tangki V-206 yang telah bengkok

Setelah dilakukan modifikasi yang dilakukan di bengkel CR-04 dengan penambahan pipa pelapis dan pipa penahan pada batang pengaduk. Pipa – pipa ini dibuat dari bahan *stainless steel* sehingga akan tahan terhadap suhu tinggi, korosi serta bahan kimia. Setelah pipa pelapis dan pipa penahan telah dirangkai pada batang pengaduk, maka pengaduk siap dipasang kembali ke dalam tangki untuk dilakukan uji fungsi terhadap modifikasi pengaduknya untuk menguji tingkat keberhasilan dari modifikasi yang telah dilakukan.

Dari hasil uji fungsi yang telah dilakukan, modifikasi yang dilakukan bisa dikatakan berhasil karena dengan adanya modifikasi penambahan pipa pelapis dan pipa penahan tidak merubah fungsi kerja dari pengaduk itu sendiri sehingga pengaduk bisa digunakan sesuai dengan fungsinya. Selain itu dengan adanya penambahan pipa pelapis dan pipa penahan maka pembengkokan yang mungkin terjadi pada batang pengaduk akan bisa dihindari. Selama uji fungsi juga telah diamati hasil larutan dari pencampuran yang telah dilakukan untuk menghindari adanya bahan lain yang ikut tercampur dalam larutan karena terbawa dari penambahan pipa pelapis dan pipa penahan yang dilakukan. Dan hasil yang didapat dari pengamatan tersebut adalah tidak adanya bahan lain yang ikut tercampur sehingga modifikasi ini layak dilakukan.



Gambar 5. Gambar pipa pelapis dan pipa penahan yang dipasang pada batang pengaduk



Gambar 6. Gambar pengaduk yang telah dimodifikasi

V. KESIMPULAN

Dari modifikasi yang telah dilakukan bisa kita simpulkan bahwa dengan penambahan pipa pelapis dan pipa penahan pada pengaduk tangki seksi 200 akan menjaga putaran pengaduk pada kondisi yang tetap walaupun dalam kondisi tangki isi penuh maupun tangki isi sedikit, hal ini juga akan membuat tenaga pengadukan tetap merata saat kondisi tangki dalam keadaan apapun sehingga kerusakan pada tangki yang dapat membahayakan operator apabila tangki mengalami kebocoran bisa dihindari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Ir. RR. Ratih Langenati, M.T selaku Ka. BFBBN dan bapak Ir. Anwar Muchsin selaku Kepala Kelompok proses PCP yang sudah memberikan dukungan dan arahan untuk kegiatan ini. Terima kasih kepada semua rekan IEBE yang telah membantu kelancaran kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] IEBE-PTBN, "Laporan Analisis Keselamatan IEBE Rev. ke-7", No. Dok. KK32J09002, 2012
- [2] PTBBN, "Standar Operasional Prosedur Proses Pembuatan Zat Kimia dan Pelarut Organik (seksi 200) *Pilot Conversion Plant*", No. Dok. SOP 002.003/BN.02.04/BBN.2.1 , 2016
- [3] Marsis, W.P, Saputro, D "Analisis Reaktor Alir Tangki Pengaduk Pada Kapasitas 20 M³ dengan Temperatur 152 °C" Sintek Jurnal : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta, p-ISSN 2088-9038, e-ISSN 2549-9645, , 2008.
- [4] Fellows, P.J, "Food Processing Technology Principles and Practice" United Kingdom: Ellis Horwood Ltd, 1988.
- [5] Muhammad, E.M, "Studi Pengaruh Kecepatan Impeler Terhadap Aliran Fluida dalam Fermentor Bioethanol Secara Visualisasi" Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Surabaya, 2017.
- [6] Geankoplis C. J, "Transport Processes and Unit Operations 3rd Edition" Pretince-Hall International, Inc. 2003.
- [7] Purwanto, D "Pengaruh Desain Impeller, Baffl Ve, dan Kecepatan Putar pada Proses Isolasi Minyak Kelapa Murni Dengan Metode Pengadukan" Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2008 – IST AKPRIND Yogyakarta, 2008.

