

## VERIFIKASI KONSENTRASI REGENERASI PADA PROSES REGENERASI RESIN PENUKAR ION SISTEM AIR BEBAS MINERAL(GCA01) RSG-GAS

Diyah Erlina Lestari<sup>1</sup>, Setyo Budi Utomo<sup>2</sup>, Suhartono<sup>3</sup>, Aep Saepudin Catur<sup>4</sup>

Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN  
Kawasan Puspiptek Serpong Gedung No. 30, Kota Tangerang Selatan – Banten  
Alamat email: diyah@batan.go.id

### ABSTRAK

**VERIFIKASI KONSENTRASI REGENERASI PADA PROSES REGENERASI RESIN PENUKAR ION SISTEM AIR BEBAS MINERAL (GCA01) RSG-GAS.** Sistem Air Bebas Mineral (GCA01) merupakan sistem yang fungsi untuk mengolah air baku menjadi air bebas mineral yang menggunakan unit resin penukar ion yang terdiri dari kolom resin penukar kation, kolom resin penukar anion dan kolom *mixbed* resin. Setelah beberapa waktu tertentu resin penukar ion akan jenuh sehingga perlu dilakukan regenerasi terhadap resin penukar ion. Regenerasi dilakukan dengan cara mengalirkan bahan kimia ke dalam resin penukar ion. Telah dilakukan verifikasi konsentrasi regearan pada proses regenerasi resin penukar ion sistem air bebas mineral(GCA01) yang dilakukan pada 5 Januari 2011. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil penentuan secara laboratorium dengan metode titrasi dan perhitungan berdasarkan design sistem serta berdasarkan spesifikasi resin penukar ion yang digunakan pada sistem air bebas mineral(GCA01). Dari hasil verifikasi menunjukan adanya perbedaan konsentrasi regenerasi hasil penentuan secara laboratorium dengan metode titrasi dan perhitungan berdasarkan design sistem serta berdasarkan spesifikasi resin penukar ion yang digunakan pada sistem air bebas mineral(GCA01).

*Kata kunci; regeneran,,sistem air bebas mineral*

### ABSTRACT

**VERIFICATION OF REGENERANT CONCENTRATIONON THE REGENERATION PROCESS OF ION EXCHANGE RESIN DEMINERALIZED WATER SISTEM (GCA01) RSG-GAS.** The Demineralized water system (GCA01) is a system which is function to process raw water to be demineralized water using ion exchange resin unit consisting of a column of cation exchange resins, anion exchange resin column and the column mixbed resin. After certain time, the ion exchange resins to be saturated so that is needed regeneration .Regeneration is done by chemicals flowing into the ion exchange resin. Verification of regerant concentration on the regeneration of ion exchange resin demineralized water system (GCA01) that occurred in January 5, 2011 has been performed. Verification is done by comparing the results of determination in the laboratory by titration methods and calculations based on system design and specification based on ion exchange resins are used in the demineralized water system (GCA01). From the results of verification regenerants showed a difference in the concentration determination results in the laboratory by titration method and calculations based on system design and specification based on ion exchange resin used in the demineralized water system (GCA01).

*Key words: regenerant, Demineralized water system*

### 1. PENDAHULUAN

Sistem Air Bebas Mineral<sup>(1)</sup> (GCA01) merupakan salah satu Sistem Bantu yang mempunyai fungsi untuk mengolah air baku menjadi air bebas mineral yang selanjutnya air bebas mineral

digunakan sebagai pemasok air pendingin primer reaktor RSG-GAS. Di dalam proses pembuatan air bebas mineral, air baku dialirkan melewati resin penukar ion yang berada dalam tangki/kolom yang terdiri dari tangki (kolom) resin penukar kation,

tangki (kolom) resin penukar anion dan tangki (kolom) *mixbed* resin.

Resin penukar ion pada Sistem Air Bebas Mineral berfungsi untuk mengambil pengotor yang tidak dikehendaki dengan cara reaksi pertukaran ion yang mempunyai tanda muatan sama antara air sebagai bahan baku dengan resin penukar ion yang dilaluiinya, dimana kation resin akan mengambil kation pengotor air dan anion resin akan mengambil anion pengotor air sehingga setelah beberapa waktu tertentu resin penukar ion tidak mampu lagi mengambil ion pengotor dalam air baku. Dalam keadaan dimana resin penukar kation dan resin penukar anion tidak mampu lagi mengambil pengotor dalam air maka resin penukar ion dikatakan jenuh. Oleh karena itu untuk menjaga unjuk kerja sistem air bebas mineral maka perlu dilakukan regenerasi resin penukar ion pada sistem air bebas mineral, guna mengembalikan kemampuan resin penukar ion dalam mengambil pengotor dalam air baku. Regenerasi dilakukan menggunakan larutan HCl untuk tangki (kolom) resin penukar kation, larutan NaOH untuk tangki (kolom) resin penukar anion. Pada saat berlangsungnya regenerasi akan mengeluarkan anion dan kation pengotor air pada resin dan tempatnya akan diisi oleh ion  $H^+$  dan  $OH^-$  dari regenerasi dalam jumlah yang ekivalen. Dalam tulisan ini akan dilakukan verifikasi konsentrasi regeoran pada proses regenerasi resin penukar ion sistem air bebas mineral(GCA01) yang dilakukan pada 5 Januari 2011. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil penentuan secara laboratorium dengan metode titrasi dan perhitungan berdasarkan design sistem serta berdasarkan spesifikasi resin penukar ion yang digunakan pada sistem air bebas mineral(GCA01) RSG-GAS

## 2. TEORI

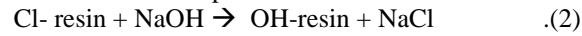
Proses regenerasi<sup>2,3)</sup> merupakan proses pengaktifan kembali gugus fungsional resin penukar ion yang berfungsi untuk mengambil atau mengikat ion-ion pengotor yang berada dalam air baku . Regenerasi dilakukan dengan cara mengalirkan bahan kimia ke dalam resin penukar ion . Proses regenerasi berfungsi untuk menukar ion pengotor air yang terikat pada resin dengan ion pada regenerasi. Regenerasi adalah bahan kimia yang digunakan untuk meregenerasi resin penukar ion. Bahan kimia yang dipakai adalah larutan pekat yang berarti mengandung banyak ion  $H^+$  atau  $OH^-$  yang dapat dipertukarkan. Bahan kimia yang dapat digunakan untuk menukar ion  $H^+$  dengan kation pengotor adalah HCl dan bahan kimia yang digunakan untuk menukar ion  $OH^-$  dengan anion pengotor adalah NaOH.

Pertukaran ion ini dilakukan dengan cara menukar ion yang bermuatan sama. Dimana kation pengotor terikat pada resin akan dipertukarkan dengan kation pada regenerasi sedangkan anion pengotor pada resin akan dipertukarkan dengan anion pada regenerasi. Pada saat regenerasi resin, reaksi akan bergeser ke kiri. Mekanisme reaksi regenerasi yang terjadi di kolom resin penukar kation dan kolom resin penukar anion berlangsung menurut reaksi sebagai berikut :

Pada kolom resin penukar kation



Pada kolom resin penukar anion



Pada sistem air bebas mineral(GCA01) di RSG-GAS terdapat dua jalur yang masing-masing jalur terdiri dari resin penukar kation, resin penukar anion dan *mix-bed* resin. Regenerasi dilakukan apabila pada jalur yang dioperasikan konduktifitas air keluaran kolon resin penukar anion  $\geq 5\mu S/cm$ .

Sistem regenerasi resin penukar ion pada sistem air bebas mineral(GCA01) RSG-GAS meliputi<sup>(1)</sup>

1. Tangki penyimpan bahan kimia BB 005, BB006.
2. Tangki transfer bahan kimia BB 001, BB002, BB007, BB008 dengan injektor AP003, AP004, AP005, AP 006.
3. Pompa sentrifugal AP 016, AP 017.
4. Pompa diafragma AP 011, AP 013, AP 014, AP015.
5. Blower AN 001.
6. Tangki penyerap BB 013, BB 014.

Pada proses regenerasi, larutan regenerasi dialirkan dengan arah aliran berlawanan dengan arah aliran pada saat proses produksi yaitu dari atas resin penukar ion. Sedangkan urutan tahapan regenerasi meliputi tahapan: memasukan regeneran, *slow rinse* untuk mendorong regeneran ke media resin, *fast rinse* untuk menghilangkan sisa regeneran dari resin dan ion yang tak diinginkan ke saluran pembuangan. Pada proses pembilasan dilakukan dengan air bersih aliran ke bawah.

Pada sistem air bebas mineral (GCA01) RSG-GAS regenerasi resin penukar kation menggunakan bahan kimia HCl dengan kecepatan alir 185L/jam dan dalam waktu bersamaan dialirkan air bebas mineral dengan kecepatan alir 850 L/jam dalam waktu 15 menit. Kemudian dilakukan pembilasan dengan air bebas mineral selama 10 menit dengan kecepatan 3,5 L/jam

Regenerasi resin penukar anion menggunakan bahan kimia NaOH dengan kecepatan alir 78 L/jam dan dalam waktu bersamaan

dialirkan air bebas mineral dengan kecepatan alir 850 L/jam selama waktu 20 menit. Kemudian dilakukan pembilasan dengan air bebas mineral selama 15 menit dengan kecepatan alir 4,5 L/jam. Diagram alir proses regerasi resin penukar ion ditunjukkan pada Gambar 1 (Lampiran I)

Tabel 1. Resin yang digunakan pada pembuatan air bebas mineral<sup>4,5)</sup>

Jenis resin	Kation	Anion
Lewatit MonoPlus S 100		Lewatit MP 600 WS
Volume	250 L	550 L
<i>Ionic form as shipped</i>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
<i>Functional group</i>	Sulfonic acid	Quarternary amine
<i>Density</i>	1.28 g/mL	1.10 g/mL
<i>Total capacity</i>	2.0 eq /L	1.15 eq/L
<i>pH range</i>	0-14	0-14
<i>Operating temperatur</i>	120 <sup>0</sup> C	30 <sup>0</sup> C max
<i>Regenerant</i>	HCl	NaOH
<i>Regenerant concentration</i>	6-10%	3-5%

Untuk resin *mix-bed* digunakan campuran antara resin penukar kation-anion dengan volume 150L (dengan komposisinya : 75 L MonoPlus S 100 kation, 75 L MP 500 anion).

Pada bagian atas kolom resin penukar kation dan kolom resin penukar anion dipasang resin jenis IN 40 untuk menahan terlepasnya resin penukar ion.

## 2.1. TITRASI.<sup>6,7)</sup>

Titrasi adalah cara penentuan konsentrasi suatu larutan dengan volume tertentu dengan menggunakan larutan yang sudah diketahui konsentrasi dan mengukur volumenya secara pasti. Bila titrasi menyangkut titrasi asam-basa maka disebut dengan titrasi adisi-alkalimetri. Reaksi asam basa adalah reaksi yang terjadi antara larutan asam dengan larutan basa, hasil reaksi ini dapat bersifat netral disebut juga reaksi penetralan asam basa tergantung pada larutan yang direaksikan. Larutan yang direaksikan ini salah satunya disebut larutan baku. Larutan baku adalah larutan yang konsentrasi diketahui dengan tepat dan dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan lain. Larutan baku ada dua yaitu larutan baku primer dan larutan baku sekunder. Larutan baku primer adalah larutan baku yang konsentrasi dapat ditentukan dengan jalan menghitung dari berat zat terlarut yang dilarutkan dengan tepat. Larutan baku sekunder adalah larutan baku yang konsentrasi harus ditentukan dengan cara titrasi terhadap larutan baku primer.

Larutan asam bila direaksikan dengan larutan basa akan menghasilkan garam dan air. Sifat asam dan sifat basa akan hilang dengan terbentuknya zat

Sedangkan resin penukar ion yang digunakan pada sistem air bebas mineral (GCA01) RSG-GAS adalah sebagai berikut :

baru yang disebut garam yang memiliki sifat berbeda dengan sifat zat asalnya. Karena hasil reaksinya adalah air yang memiliki sifat netral yang artinya jumlah ion H<sup>+</sup> sama dengan jumlah ion OH<sup>-</sup>, maka reaksi itu disebut dengan reaksi neutralisasi atau penetralan. Pada reaksi penetralan, jumlah asam harus ekivalen dengan jumlah basa. Untuk itu perlu ditentukan titik ekivalen reaksi. Titik ekivalen adalah keadaan dimana jumlah mol asam tepat habis bereaksi dengan jumlah mol basa. Untuk menentukan titik ekivalen pada reaksi asam-basa dapat digunakan indikator asam-basa. Ketepatan pemilihan indikator merupakan syarat keberhasilan dalam menentukan titik ekivalen. Pemilihan indikator didasarkan atas pH larutan hasil reaksi atau garam yang terjadi pada saat titik ekivalen.

Salah satu manfaat reaksi neutralisasi adalah untuk menentukan konsentrasi asam atau basa yang tidak diketahui. Penentuan konsentrasi ini dilakukan dengan titrasi asam-basa. Titrasi adalah cara penentuan konsentrasi suatu larutan dengan volume tertentu dengan menggunakan larutan yang sudah diketahui konsentrasi dan mengukur volumenya secara pasti. Bila titrasi menyangkut titrasi asam-basa maka disebut dengan titrasi adisi-alkalimetri. Larutan yang telah diketahui konsentrasi disebut dengan *titran*. Titran ditambahkan sedikit demi sedikit (dari dalam buret) pada titrat (larutan yang dititrasi) sampai terjadi perubahan warna indikator. Saat terjadi perubahan warna indikator, maka titrasi dihentikan. Saat terjadi perubahan warna indikator dan titrasi diakhiri, disebut dengan titik akhir titrasi dan diharapkan titik akhir titrasi sama dengan titik ekivalen. Semakin jauh titik akhir titrasi dengan titik ekivalen, maka semakin besar kesalahan titrasi. Oleh



### **3.1.3.6. Penentuan konsentrasi regenerasi resin penukar kation**

Sebanyak 10 mL regenerasi kation dimasukkan dalam erlenmeyer 50 mL kemudian ditambahkan 2-3 tetes indikator fenophthalein (indikator PP). Selanjutnya dititrasi dengan menggunakan NaOH hasil pengenceran 10 kali sampai terjadi perubahan warna yang konstan (terjadi perubahan warna dari bening menjadi merah muda)

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 2. Hasil Standarisasi Larutan NaOH

No	Volume Asam Oksalat (mL)	Volume NaOH (mL)	Konsentrasi NaOH Pengenceran (M)	Konsentrasi NaOH (M)	Konsentrasi NaOH (%)
1	10	2.84	1.76	17.61	33.06
2	10	2.8	1.79	17.86	33.53
3	10	2.8	1.79	17.86	33.53
4	10	2.8	1.79	17.86	33.53
5	10	2.83	1.77	17.67	33.18
6	10	2.8	1.79	17.86	33.53
<b>Rerata</b>			<b>1.78</b>	<b>17.78</b>	<b>33.40</b>

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa konsentrasi NaOH setelah distandarisasi dengan asam oksalat 0,5 N sebesar 17,78 M dan bila dikonversikan dalam prosentasi adalah 33,40%. Natrium hidroksida ini selanjutnya digunakan untuk meregenerasi anion resin bersama air yang dilewatkan pada kolom anion

Regenerasi resin penukar ion dilakukan dengan mengalirkan larutan HCl untuk tangki (kolom) resin penukar kation, sedangkan regenerasi anion resin dengan mengalirkan larutan NaOH. Karena sifat dasar NaOH yang higroskopis (mudah menyerap  $H_2O$ ) maka dilakukan standarisasi NaOH terlebih dahulu untuk menentukan konsentrasi NaOH sebenarnya. Standarisasi dilakukan dengan menggunakan larutan asam oksalat 0,5 N. Hasil standarisasi larutan NaOH ditampilkan pada Tabel 2.

resin. Disamping itu ditentukan juga konsentrasi dari Larutan HCl yang digunakan sebagai bahan untuk regenerasi resin penukar kation. Hasil penentuan konsentrasi dari HCl dengan metode titrasi, ditampilkan pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil penentuan konsentrasi HCl dengan metode titrasi

No	Volume HCl (mL)	Volume NaOH (mL)	Konsentrasi HCl (M)	Konsentrasi HCl (%)
1	10	6.12	10.88	33.38
2	10	6.16	10.95	33.59
3	10	6.2	11.02	33.81
4	10	6.16	10.95	33.59
5	10	6.12	10.88	33.38
6	10	6.12	10.88	33.38
<b>Rerata</b>			<b>10.93</b>	<b>33.52</b>

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa konsentrasi HCl setelah dititrasi dengan NaOH sebesar 33,52 %. Asam klorida ini selanjutnya digunakan untuk meregenerasi kation resin dengan mengalirkan larutan HCl bersama air yang dilewatkan pada kolom kation resin.

Resin penukar ion mempunyai kapasitas tukar ion tertentu, sehingga dengan berjalanannya waktu penggunaan resin penukar ion, kemampuan

tukar resin penukar ion semakin berkurang dan lama kelamaan tidak mampu lagi mempertukarkan ion-ion pengotor didalam air dengan  $H^+$  maupun  $OH^-$  dari resin penukar kation maupun penukar anion, oleh karena itu perlu dilakukan regenerasi. Hasil penentuan konsentrasi regenerasi resin penukar kation dengan metode titrasi ditampilkan pada Tabel 4 sedang hasil pengukuran konsentrasi regenerasi resin penukar anion dengan metode titrasi ditampilkan pada Tabel 5 .

Tabel 4. Hasil penentuan konsentrasi regenerasi resin penukar kation dengan metode Titrasi

Menit ke	Pengukuran ke	Volume regenerasi (mL)	Volume NaOH (mL)	Konsentrasi regenerasi (M)	Konsentrasi regenerasi (%)	Rerata Konsentrasi regenerasi (%)
5	1	10	8.5	1.51	4.64	4.62
	2	10	8.4	1.49	4.58	
	3	10	8.5	1.51	4.64	
10	1	10	8.35	1.48	4.55	4.55
	2	10	8.3	1.48	4.53	
	3	10	8.35	1.49	4.56	
15	1	10	8.2	1.46	4.47	4.47
	2	10	8.18	1.45	4.46	
	3	10	8.2	1.46	4.48	
<b>Rerata</b>						<b>4.55</b>

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa konsentrasi regenerasi kation resin dengan menggunakan metode titrasi sebesar 4,55%.

Pada sistem air bebas mineral (GCA01) RSG-GAS regenerasi resin penukar kation menggunakan bahan kimia HCl dengan kecepatan alir 185 L/jam dan dalam waktu bersamaan dialirkan air bebas mineral dengan kecepatan alir 850L/jam dalam waktu 15 menit, sehingga berdasarkan perhitungan design sistem, konsentrasi regenerasi kation resin adalah sebesar 5,99 %. Konsentrasi ini mendekati konsentrasi yang diinginkan pada deskripsi resin

yang digunakan pada sistem air bebas mineral (GCA01) RSG-GAS yaitu 6-10%. Perbedaan konsentrasi regenerasi kation resin dengan menggunakan metode titrasi dengan perhitungan design sistem dan deskripsi resin yang digunakan pada sistem air bebas mineral (GCA01), kemungkinan disebabkan oleh kurang konstannya laju alir dari regenerasi. Seperti terlihat pada Tabel 4 bahwa pada menit ke sepuluh dan menit ke lima belas konsentrasi regenerasi kation resin mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan adanya pengecilan laju alir dari regenerasi.

Tabel 5. Hasil penentuan konsentrasi regenerasi resin penukar Anion dengan metode Titrasi

Menit ke	Pengukuran ke	Volume Oksalat (mL)	Volume Regenerasi (mL)	Konsentrasi regenerasi (M)	Konsentrasi regenerasi (%)	Rerata Konsentrasi regenerasi (%)
5	1	10	3.32	1.51	2.83	2.84
	2	10	3.3	1.52	2.85	
	3	10	3.3	1.52	2.85	
10	1	10	3.12	1.60	3.01	3.05
	2	10	3.06	1.63	3.07	
	3	10	3.06	1.63	3.07	
15	1	10	3.14	1.59	2.99	3.00
	2	10	3.12	1.60	3.01	
	3	10	3.12	1.60	3.01	
20	1	10	3.18	1.57	2.95	2.95
	2	10	3.22	1.55	2.92	
	3	10	3.18	1.57	2.95	
<b>Rerata</b>						<b>2.96</b>

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa konsentrasi regenerasi anion resin dengan menggunakan metode titrasi sebesar 2,96 %. Pada sistem air bebas mineral (GCA01) RSG-GAS regenerasi resin penukar anion

menggunakan bahan kimia NaOH dengan kecepatan alir 78 L/jam dan dalam waktu bersamaan dialirkan air bebas mineral dengan kecepatan alir 850 L/jam selama waktu 20 menit, sehingga

berdasarkan perhitungan design system, konsentrasi regenerasi kation resin adalah sebesar 2,82%. Konsentrasi ini mendekati konsentrasi yang diinginkan pada deskripsi resin yang digunakan pada sistem air bebas mineral (GCA01) RSG-GAS yaitu 3 – 5 %. Ketidaktepatan konsentrasi regenerasi anion resin dengan menggunakan metode titrasi dan perhitungan design sistem serta deskripsi resin yang digunakan pada sistem air bebas mineral (GCA01), kemungkinan disebabkan oleh kurang konstannya laju alir dari regenerasi. Pada 5 menit pertama laju alir regenerasi belum terpenuhi dan dilakukan perubahan laju alir, sehingga terjadi kenaikan konsentrasi pada regenerasi anion resin pada menit ke sepuluh tetapi kemudian terjadi penurunan laju alir lagi pada menit terakhir proses regenerasi. Disamping itu disebabkan oleh sifat dari regenerasi resin penukar anion yang menggunakan bahan kimia NaOH yang bersifat higroskopis.

Pada proses regenerasi akan mengeluarkan anion dan kation pengotor air yang terikat pada resin dan tempatnya akan diisi oleh ion H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> dari regenerasi dalam jumlah yang ekivalen. Jika konsentrasi regenerasi terlalu rendah dari deskripsi resin yang telah ditentukan, maka ketersediaan ion H<sup>+</sup> maupun OH<sup>-</sup> tidak mencukupi untuk dipertukarkan dengan pengotor-pengotor kation dan anion. Sehingga resin yang dihasilkan masih akan mengandung pengotor. Dan jika konsentrasi regenerasi terlalu tinggi maka akan menghasilkan ikatan resin dengan ion H<sup>+</sup> maupun OH<sup>-</sup> yang sangat kuat sehingga resin akan kesulitan untuk menukar muatannya dengan anion dan kation pengotor. Oleh karena itu, konsentrasi regenerasi ini perlu diukur untuk mengetahui keberhasilan proses regenerasi.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil verifikasi terhadap konsentrasi regenerasi pada proses regenerasi resin penukar ion sistem air bebas mineral (GCA01) yang dilakukan pada 5 Januari 2011, dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan konsentrasi regenerasi yang ditentukan secara laboratorium dengan metode titrasi dan perhitungan berdasarkan design sistem serta berdasarkan spesifikasi resin penukar ion yang digunakan pada sistem air bebas mineral.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

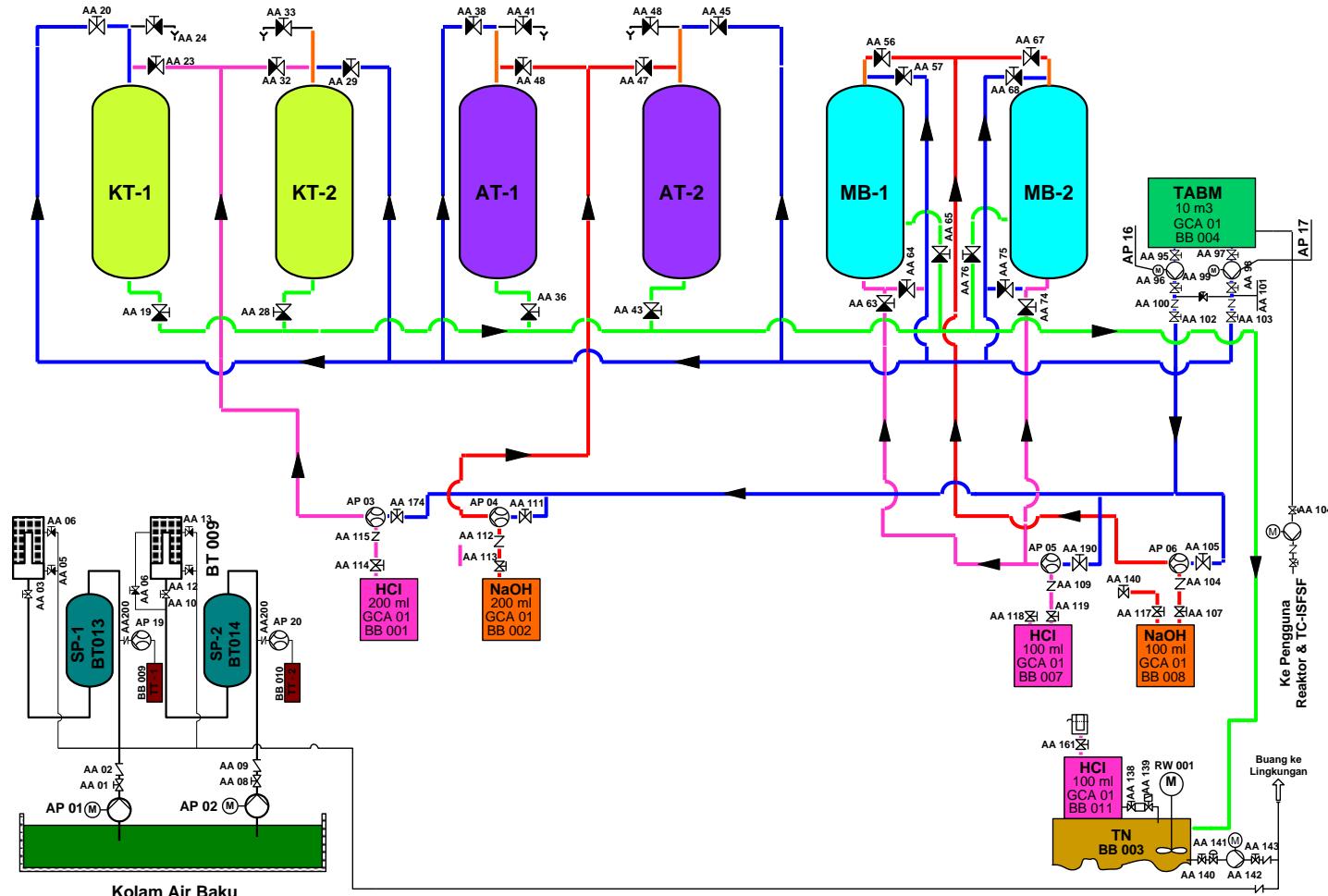
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Anne dan Rangga (siswa SMAKBO) yang telah membantu dalam pengambilan data.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. ANONYMOUS, Plant Description and Operating Instruction Demineralization Plant GCA01, Interatom
2. DR.ENDANG ASIJATI W ,MSc , *Ion Exchanger*, Diktat pada National Training Course on Water Chemistry of Nuclear Reactor System, August 30 – September 9,2004,Dept Kimia FMIPA, Universitas Indonesia,(2004)
3. ISMONO, Drs, Catatan kuliah Zat Penukar Ion dan Reaksi Penukaran Ion dalam Analisa Kimia, jurusan kimia FMIPA, ITB, (1988).
4. ANONYMOUS, Product Information Lewatit MonoPlus S 100, Lanxess
5. ANONYMOUS Product Information Lewatit MP 600 WS, Lanxess
6. UNDERWOOD A.L, *Analisis Kimia Kuantitatif*, edisi kelima, a.b : Pudjaatmaka, H., Erlangga : Jakarta. (1986).
7. W.HARIYADI. Ilmu Kimi Analitik Dasar, PT Gramedia,Jakarta,(1986).

## 8. LAMPIRAN

Diagram alir Tahapan proses Regenerasi Resin



Gambar 1 : Diagram Alir Tahapan Proses Regenerasi Resin