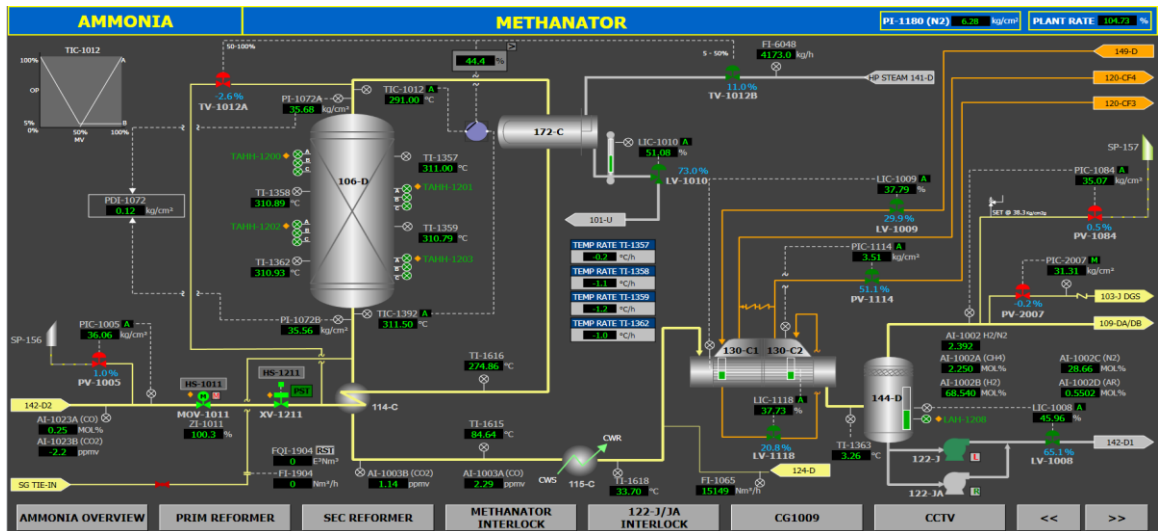


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Prinsip Kerja Transmitter Temperature RTD di Plant Ammonia pada Area Methanator (106-D)

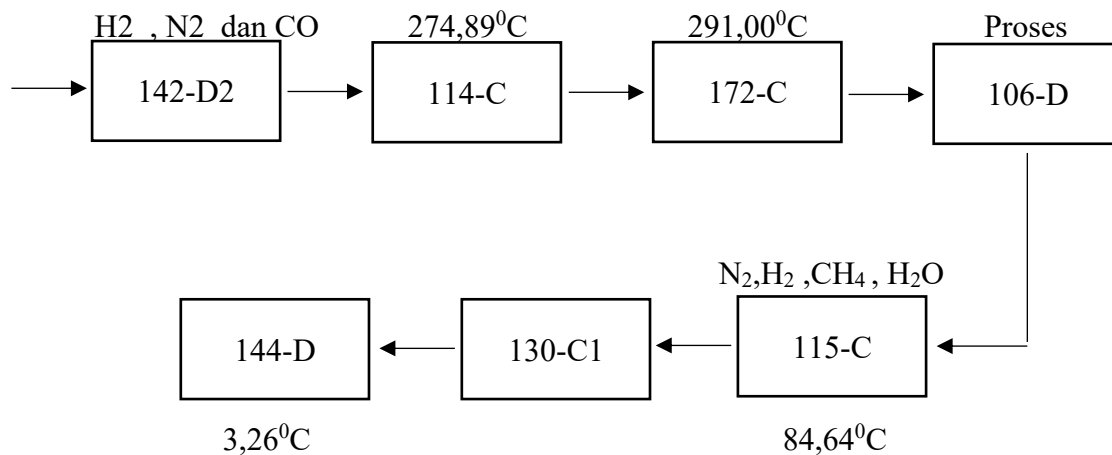


Gambar 4.1 Tampilan HMI Proses kerja Pembuatan Gas Methan di area Ammonia

(Sumber : Muhammad Nur Syamsi, 2019)

*Methanator* merupakan suatu proses pembuatan gas metana yang mana proses pembuatan metana sangat di perlukan karna dalam proses pembuatan ammonia kita membutuhkan gas metana sebagai salah satu dari bahan pembuatan ammonia, dalam proses methanator akan menghasilkan gas berupa  $N_2, H_2, CH_4, H_2O$  yang mana gas-gas hasil dari proses methanator ini akan dilanjutkan ke proses selanjut, untuk memperoleh gas metana kita harus mencampurkan beberapa gas lain untuk menghasilkan gas metana. Gas metana merupakan bagian dari senyawa hidrokarbon dan merupakan komponen utama gas alam. Gas ini adalah jenis gas yang tidak memiliki warna dan bau. Tetapi, karena alasan keamanan, maka metana ditambahkan bau belerang. untuk di olah menjadi ammonia.

### Blok Diagram



Gambar 4.2 Blok Diagram Aliran Pada Tangki Methanator 106-D

Gas yang dihasilkan dari proses sebelumnya akan di tampung pada tangki 142-D2, pada tangki 142-D2 gas yang di tampung berupa gas  $H_2$ ,  $N_2$  dan  $CO$  merupakan gas-gas yang dibutuhkan untuk proses pembuatan methan, dari tangki 142-D2 gas-gas tersebut akan di alirkan ke Tangki 114-C, dari tangki 114-C gas-gas tersebut akan di panaskan dari suhu  $50^\circ C$  suhu awal dari gas-gas tersebut menjadi  $316^\circ C$  batas maksimal dari suhu gas-gas tersebut.

Dari tangki 114-C atau sering disebut Effluent Exchanger gas-gas tersebut akan di alirkan menuju tangki berikutnya yaitu tangki 172-C yang mana pada tangki ini gas-gas tersebut akan di dipanaskan kembali dari suhu  $274,89^\circ C$  menjadi  $291,00^\circ C$  ini merupakan suhu yang di ukur oleh temperature RTD (TIC 1012), setelah melewati tangki 172-C gas-gas tersebut akan di alirkan ke tangki 106-D yang mana tangki ini akan mencampurkan ketiga gas-gas tersebut untuk membuat gas methan, yang mana gas methan merupakan salah gas yang dibutuhkan untuk proses pembuatan ammonia.

Untuk membuat gas-gas tersebut menjadi gas-gas jenis lain maka kita membutuhkan suhu tertentu dan tekanan tertentu untuk membuatnya, karna itulah pada tangki 106-D di pasang beberapa sensor suhu dan beberapa sensor tekanan, karna untuk memproses gas-gas tersebut menjadi jenis gas yang dibutuhkan kita

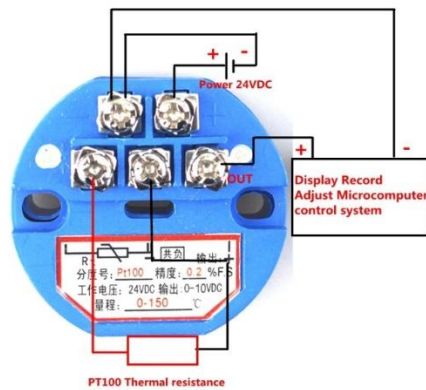
harus memastikan suhu dan tekanan pada gas-gas tersebut berada pada set-point yang ditentukan.

Setelah memalui tangki 106-D maka gas akan keluar melalui outlet dari tangki 106-D dan akan mengalirkan gas jenis baru berupa gas  $N_2, H_2, CH_4, H_2O$  yang mana gas-gas ini memiliki suhu sekitar  $84,64^{\circ}C$ , Setelah keluar dari tangki 106-D aliran tersebut akan melewati kembali tangki 114-C, gas-gas yang keluar dari outlet dari 106-D akan mengalami penurunan suhu dari  $311,50^{\circ}C$  menjadi  $84,64^{\circ}C$  pada outlet tangki 114-C digunakan sebagai penurunan suhu, karna gas-gas tersebut telah terbentuk ke gas yang lain.

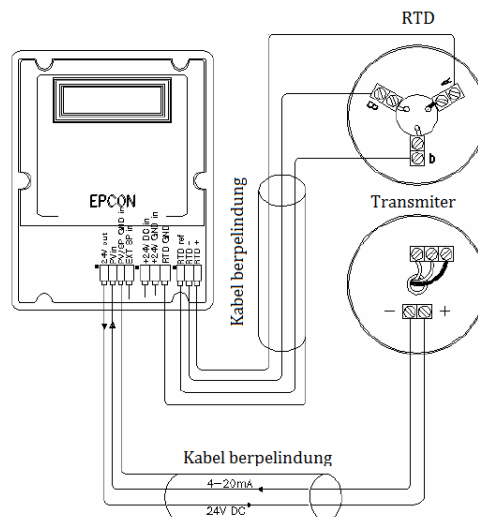
Setelah itu aliran akan mengalir menuju tangki 115-C pada tangki ini gas  $N_2, H_2, CH_4, H_2O$  akan mengalami penurunan suhu kembali karna tangki 115-C difungsikan sebagai penurun suhu dari gas tersebut, yang mana dari suhu  $84,64^{\circ}C$  menjadi  $33,70^{\circ}C$  lalu dari tangki 115-C gas akan di alirkan kembali menuju tangki berikutnya yaitu tangki 130-C1 dan 131-C2 pada tangki ini aliran gas akan di turunkan kembali suhu dari suhu  $33,70^{\circ}C$  menjadi  $3,26^{\circ}C$  pada tangki 130-C1 dan 130-C2 dilakukan 2 kali penurunan sehingga suhu yang di peroleh setelah melewati tangki tersebut menjadi sangat kecil yaitu  $3,26^{\circ}C$ .

Proses terakhir dari aliran gas ini adalah di tangki 144-D yang mana tangki ini merupakan tangki yang menampung gas-gas hasil dari tangki 106-D dengan suhu yang kecil karna melalu penurunan suhu beberapa kali sehingga di peroleh suhu sesuai dengan yang di inginkan. Lalu dari tangki 144-D aliran gas akan di alirkan ke proses pembuatan ammonia selanjutnya.

#### 4.2 Instalasi Kabel *Temperature RTD Pt100 ke Transmitter*



Gambar 4.3 Instalasi Kabel Pada RTD Pt100  
(www. InstrumentationTools. Com)



Gambar 4.4 Instalasi Kabel dari RTD Pt100 ke Transmitter  
(Muhammad Nur Syamsi, 2019)

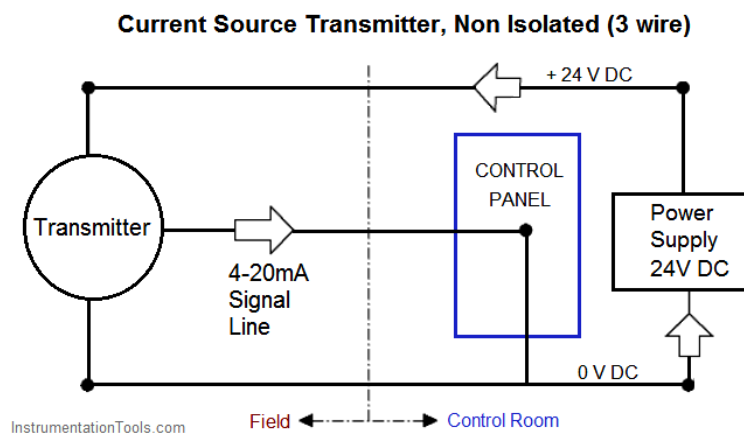
Untuk membuat TRD bekerja kita harus

- menghubungkannya ke tegangan input, tegangan input untuk RTD sendiri memerlukan tegangan sebesar 24 Vdc karna untuk standarnya RTD memerlukan tegangan DC sebesar 24 Vdc,
- pada bagian dalam RTD sendiri memiliki beberapa Pin di antaranya Pin output dan Pin input, yang mana pin input berupa kaki + dan kaki – yang mana dari kaki-kaki pin itu akan di hubungkan ke bagian positif dan

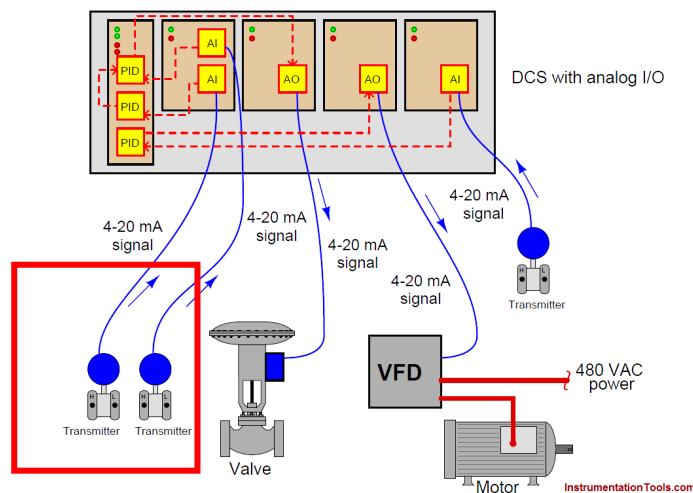
negative pada transmitter lalu yang bagian outputnya juga akan di hubungkan dengan bagian output dari *transmitter*,

- karna ini adalah RTD wire 3, karna itu untuk outputnya di pisah tapi untuk kabel output akan memiliki panjang yang sama dengan kabel positif pada pin input RTD tersebut.

### 4.3 Konfigurasi Kabel dari Transmitter ke DCS



Gambar 4.5 Rangkaian *Transmitter* ke DCS (*Control Panel*)  
(www. InstrumentationTools. Com)

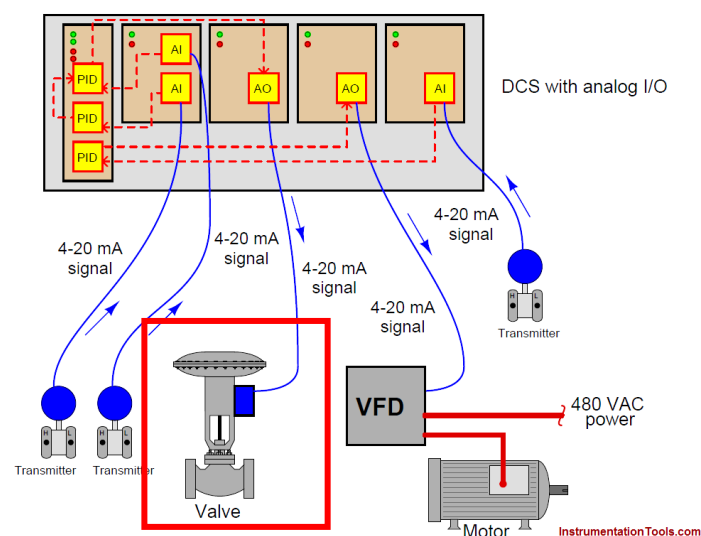


Gambar 4.6 *Instalasi* Kabel dari *Transmitter* ke DCS  
(www. InstrumentationTools. Com)

Agar *Transmitter* dapat menerima sinyal dari *input sensor element* maka :

- transmitter harus di hubungkan dengan tegangan input, yang mana tegangan input di dapatkan dari power supply 24 Vdc untuk menghidupkan atau memberi tegangan kepada transmitter,
- lalu dari transmitter akan di hubungkan ke DCS karna kita menggunakan jenis RTD 3 wire, maka kita juga akan menggunakan *Transmitter* yang 3 wire,
- lalu dari 3 kabel itu memiliki warna-warna yang berbeda di antaranya warna merah untuk kabel positif dan kabel hitam untuk kabel negatif lalu kabel hijau untuk kabel display atau kabel output.
- setelah itu baru lah kita menghubungkan transmitter ke DCS yang mana untuk *transmitter* akan di hubungkan ke *Analog Input* pada DCS, yang akan di hubungkan adalah kebel hitam dan kabel merah yang mana kedua kabel itu akan menjadi sebagai input dari transmitter ke DCS,
- lalu kabel yang hijaunya akan di hubungkan ke terminal yang berada disebelah dari terminal positif dan negatif input, maka *transmitter* akan terhubung ke DCS.

#### 4.4 Konfigurasi Kabel dari Control Valve ke DCS



Gambar 4.7 Instalasi Kabel dari *Control Valve* ke DCS  
(www. InstrumentationTools. Com)

Untuk *instalasi* kabel dari *control valve* ke DCS, kabel dari DCS akan di hubungkan ke *analog output* dari DCS tersebut, mengapa di hubungkan ke *analog Output* karna *control valve* merupakan *final element* dari *system Loop* apapun, karna *control valve* akan ditugaskan sebagai pengkoreksi dari jalannya suatu proses pengontrolan, oleh karna itu *control valve* akan di hubungkan ke analog output.

#### 4.5 Konfigurasi I/O Module di DCS

Terminal	Signal	Conversion	Service Comment	Low Limit	High Limit	Unit	Set Details	P&ID Tag Name	Label
%Z033101	Input		121-J DISCHARGE FLOW	4	20 mA	No		PT-1062	%%PT-1062
%Z033102	Input	Current Input	HS LEVEL CONTROL	4	20 mA	No		LT-1010	%%LT-1010
%Z033103	Input	Current Input	114-C PRESS.CONTROL	4	20 mA	No		PT-1005	%%PT-1005
%Z033104	Input	Current Input	106-D INLET PRESSURE	4	20 mA	No		PT-1072A	%%PT-1072A
%Z033105	Input	Current Input	106-D OUTLET PRESSURE	4	20 mA	No		PT-1072B	%%PT-1072B
%Z033106	Input	Current Input	172-C TEMP. CONTROL	4	20 mA	No		TT-1012	%%TT-1012
%Z033107	Input	Current Input	106-D TEMPERATURE	4	20 mA	No		TT-1357	%%TT-1357
%Z033108	Input	Current Input	106-D TEMPERATURE	4	20 mA	No		TT-1358	%%TT-1358
%Z033109	Input	Current Input	106-D TEMPERATURE	4	20 mA	No		TT-1362	%%TT-1362
%Z033110	Input	Current Input		4	20 mA	No			%%F03-N3803C
%Z033111	Input	Current Input		4	20 mA	No			%%F03-N3803C
%Z033112	Input	Current Input		4	20 mA	No			%%F03-N3803C
%Z033113	Input	Current Input		4	20 mA	No			%%F03-N3803C
%Z033114	Input	Current Input		4	20 mA	No			%%F03-N3803C
%Z033115	Input	Current Input		4	20 mA	No			%%F03-N3803C
%Z033116	Input	Current Input		4	20 mA	No			%%F03-N3803C

Gambar 4.8 Konfigurasi I/O Module untuk TIC 102 dari DCS

(Sumber : Muhammad Nur Syamsi, 2019)

Dari table konfigurasi di atas untuk Transmitter Temperature RTD (TIC 1012) pada analog data, data yang di masukkan yaitu :

- Analog data : Terminal : %Z033106
- Hart Variable : 1. Signal : Input
2. Conversion : Current Input
3. Service Comment : 172-C Temp. Control
4. Low Limit : 4 mA
5. High Limit : 20 mA
6. Unit : mA
7. Set Details : NO
8. P&ID Tag Name : TT 1012
9. Label : %%TT-1012

Dari keterangan diatas kita dapat lihat bahwa untuk I/O Module akan memberikan kode-kode tertentu untuk menjalankan proses kerja dari TIC-1012.

Terminal	Signal	Conversion	Service Comment	Low Limit	High Limit	Unit	Set Details	P&ID Tag Name	Label
%Z037101	Output	Current Output (to HART 101-B HS PRESSURE CONTROL		4	20	mA	Direct Output	HV-1048	%%HV-1048
%Z037102	Output	Current Output (to HART 144-D LEVEL CONTROL		4	20	mA	Direct Output	LV-1008	%%LV-1008
%Z037103	Output	Current Output (to HART 130-C1 LEVEL CONTROL		4	20	mA	Direct Output	LV-1009	%%LV-1009
%Z037104	Output	Current Output (to HART 130-C2 LEVEL CONTROL		4	20	mA	Direct Output	LV-1118	%%LV-1118
%Z037105	Output	Current Output (to HART 144-C OUTLET PRESSURE CONTROL		4	20	mA	Direct Output	PV-1084	%%PV-1084
%Z037106	Output	Current Output (to HART 130-C2 PRESSURE CONTROL		4	20	mA	Direct Output	PV-1114	%%PV-1114
%Z037107	Output	Current Output (to HART DRY GAS SEAL PRESSURE TO 103-J LP CASING		4	20	mA	Reverse Output	PV-2007	%%PV-2007
%Z037108	Output	Current Output (to HART 142-D1 LEVEL CONTROL		4	20	mA	Direct Output	LV-1003A	%%LV-1003A
%Z037109	Output	Current Output (to HART 142-D1 LEVEL CONTROL		4	20	mA	Direct Output	LV-1003B	%%LV-1003B
%Z037110	Output	Current Output (to HART HS LEVEL CONTROL		4	20	mA	Direct Output	LV-1010	%%LV-1010
%Z037111	Output	Current Output (to HART 114-C PRESS. CONTROL		4	20	mA	Direct Output	PV-1005	%%PV-1005
%Z037112	Output	Current Output (to HART 172-C TEMP. CONTROL		4	20	mA	Direct Output	TV-1012A	%%TV-1012A
%Z037113	Output	Current Output (to HART 172-C TEMP. CONTROL		4	20	mA	Reverse Output	TV-1012B	%%TV-1012B
%Z037114	Output	Current Output (to HART 149-D LEVEL CONTROL		4	20	mA	Direct Output	LV-1021	%%LV-1021
%Z037115	Output	Current Output		4	20	mA	Direct Output		%%F03-N3807C
%Z037116	Output	Current Output		4	20	mA	Direct Output		%%F03-N3807C

Gambar 4.9 Konfigurasi I/O Module TV-1012 A&B

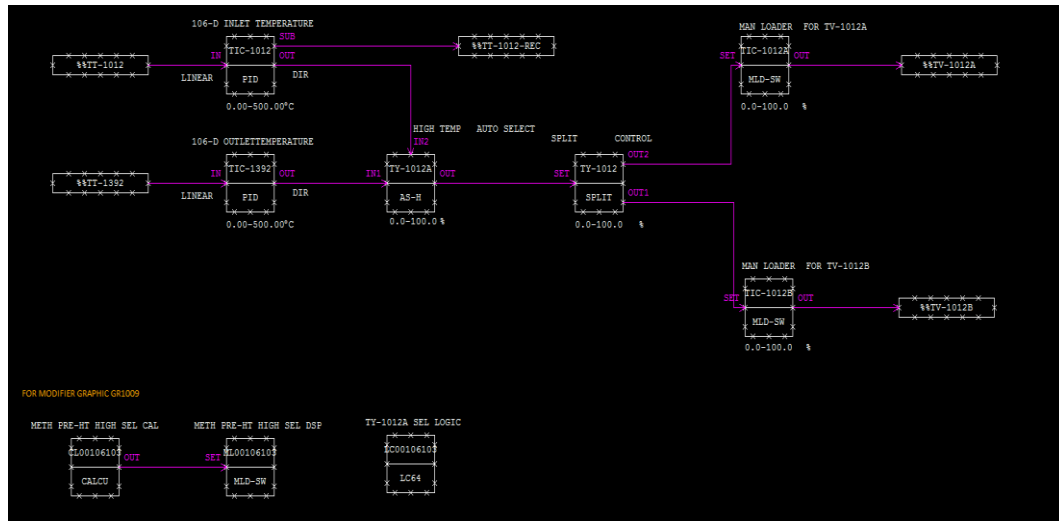
(Sumber : Muhammad Nur Syamsi, 2019)

Untuk Konfigurasi Kabel dari TV- 1012 A&B ke DCS sebagai berikut :

- Analog Data : 1. Terminal : %Z037112
- Hart Variable : 1. Signal : Output
2. Conversion : Current Output (to Hart Variable)
3. Service Comment : 172-C Temp. Control
4. Low Limit : 4 mA
5. High Limit : 20 mA
6. Unit : mA
7. Set Details : Direct Output
8. P&ID Tag Name : TV-1012A
9. Label : %%TT-1012A

Merupakan data yang akan di inputkan dari element input dan element output ke DCS, agar dapat di control oleh DCS dan juga agar fungsi setiap element sesuai dengan set-point yang di telah ditentukan.

#### 4.6 Konfigurasi Function Blok dari Element input dan Output ke DCS



Gambar 4.10 Konfigurasi Function Blok untuk DCS

(Sumber : Muhammad Nur Syamsi, 2019)

Setelah melakukan pemasangan alat di lapangan dan proses pemasangan kabel ke junction Box setelah dari Junction Box baru masuk ke marseling cabinet lalu baru di hubungkan ke I/O Moduke pada DCS,

- untuk menghubungkan semua alat harus mengetahui terlebih dahulu dimana posisi untuk menghubungkan peralatan tersebut di DCS, untuk RTD sendiri pada bagian methanator di pasang dengan menggunakan Tag name Tt-1012 dan pada lokasi FCS0103, Node 3, slot 3, channel 6 ini merupakan lokasi pemasangan RTD pada DCS,
- dengan kode diatas kita dapat dengan mudah menemukan lokasi dari RTD tersebut, karna dalam dunia industri pasti akan sangat banyak menggunakan alat yang di hubungkan ke sistem control baik itu DCS mau PLC,
- lalu untuk Control Valve nya di beri Tag name Tv-1012 A dan Tv-1012 B, karna untuk control valve yang digunakan pada RTD yang di Methanator mempunyai 2 Control Valve,
- oleh karna itu beri tag nama Tv-1012 A dan B, dan untuk lokasi pemasangan di DCS diletakkan pada FCS0103, Node 3, Slot 7, Channel 12 & 13, dengan memberikan kode mempermudah dalam hal mencari tag control valve tersebut.

- Setelah memberikan tag name dan letak posisi dari alat tersebut pada DCS. setelah itu kita akan menghubungkannya ke Function Blok, yang mana pada function blok merupakan bagian yang akan menentukan logika atau akumulatif perhitungan data yang dibutuhkan untuk suatu proses sistem control.
- Untuk menentukan nilai atau referensi perhitungan maka untuk mendapatkan kalkulasi nilai, harus membuat sistem P&ID untuk alat tersebut, setelah itu baru lah memperoleh PV (*Proses Value*), SV (*Set Value*) dan MV (*Manipulated Value*),
- yang mana PV merupakan data yang di peroleh pada saat pengukuran pada saat alat beroperasi, untuk SV ialah nilai yang di setting atau nilai ketetapan pada sistem control tersebut, dan MV merupakan nilai yang harus di keluarkan pada saat proses terjadi, dan untuk MV sendiri akan menjadi nilai yang akan membuka valve.

#### 4.9 Kalibrasi Temperature RTD dengan Parameter CA71 (Yokogawa)



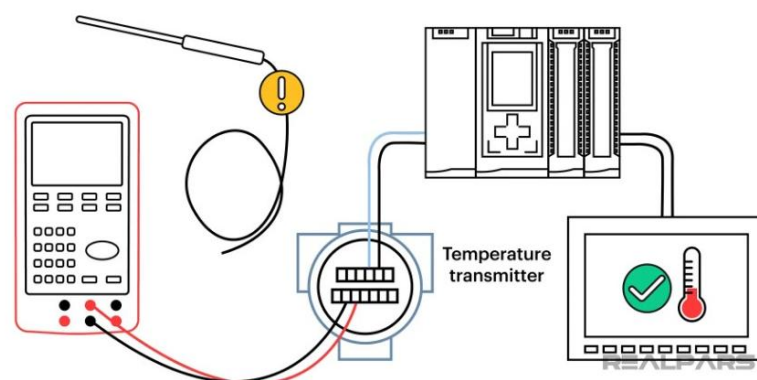
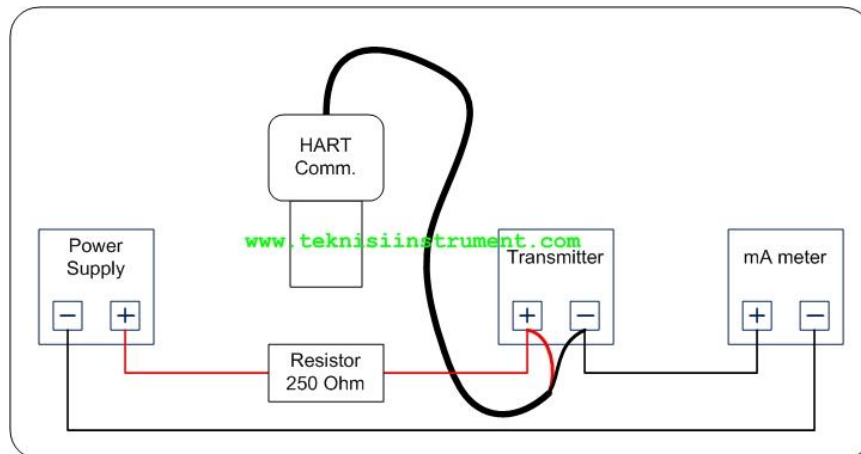
Gambar 4.15 Hart Comp Alat Kalibrasi *Transmitter*

(Sumber : Muhammad Nur Syamsi, 2019)



Gambar 4.16 Proses Kalibrasi Transmitter Temperature RTD Pt100

(Sumber : Muhammad Nur Syamsi, 2019)



Gambar 4.17 Skema Kalibrasi Transmitter Temperature RTD Pt100

(www. Tekniksiinstrument.com)

Tujuan utama dari proses kalibrasi agar nilai yang di ukur oleh suatu alat nilainya sesuai dengan yang ada, atau dengan kata lain kalibrasi adalah proses

menjadikan alat kembali ke posisi 0, untuk melakukan Proses kalibrasi terlebih dahulu harus menentukan range pengukuran, setelah itu menyiapkan alat ukur yang diperlukan dan referensi yang diperlukan. Tahap pertama pada proses kalibrasi ialah menghubungkan setiap alat satu sama lain seperti power supply dihubungkan ke transmitter temperature lalu ke Amper meter dan dihubungkan juga ke hart comp, setelah semua terhubung baru kita dapat melihat hasil dari proses kalibrasi tersebut. Tujuan lain dari kalibrasi adalah memastikan nilai yang diukur sesuai dengan keadaan yang ada.

#### 4.9.1 Hasil Kalibrasi Temperature RTD Pt100

**Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi dari Temperature RTD Pt100**

%	Input °C	Output	Sebelum Kalibrasi	Sesudah Kalibrasi
0	0	4	3,89	4
25	25	8	7,98	8
50	50	12	11,8	12
75	75	16	15,79	16
100	100	20	19,8	20

**Tabel 4.2 Keluaran (Output RTD) dari DCS**

PV	SV	MV	MV VALVE A	MV VALVE B
294,9591	295	46,23091	0,087425	7,488129
294,9982	295	46,23291	0,087425	7,537918
295,0049	295	46,29781	0,087425	7,554382
295,0057	295	46,28816	0,087425	7,455978
295,011	295	46,25763	0,087425	7,420258
294,9751	295	46,25329	0,087425	7,502464
294,9611	295	46,08039	0,087425	7,580681
294,9789	295	46,15987	0,087425	7,668076
294,9665	295	46,22952	0,087425	7,541443
294,9779	295	46,13274	0,087425	7,715019
294,9923	295	46,1003	0,087425	7,662254

295,0302	295	46,11031	0,087425	7,610146
295,013	295	46,22813	0,087425	7,714432
294,9827	295	46,12435	0,087425	7,622742

#### 4.9.3 Tabel Konfigurasi dari RTD Pt100

Adapun daftar nilai konversi RTD (ohm) ke mA adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Temperature Transmitter Range 0-400 °C

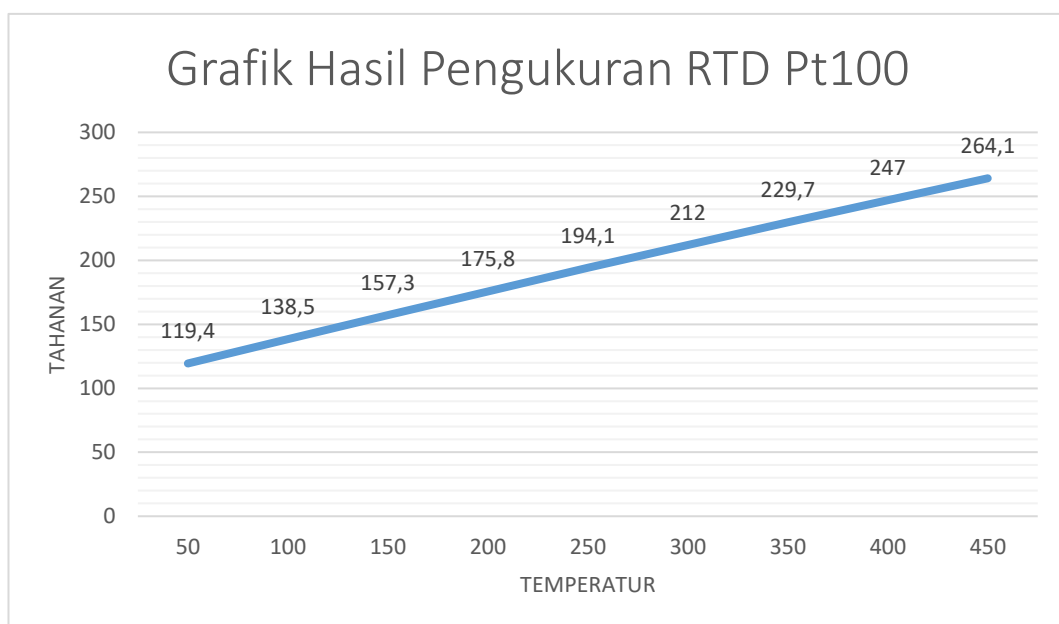
NO.	Persentase (%)	Temperature (°C)	Nilai Tahanan RTD ( $\Omega$ )	Nilai Arus (mA)
1	0	0	93.03	4.00
2	25%	100	134.68	8.00
3	50%	200	175.97	12.00
4	75%	300	216.90	16.00
5	100%	400	247.47	20.00

Tabel 4.4 *Data Sheet* Konfigurasi RTD PT100 IEC 751

$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$
-100	60.26	60	123.24	220	183.19	380	240.18
-95	62.28	65	125.16	225	185.01	385	241.91
-90	64.30	70	127.08	230	186.84	390	243.64
-85	66.31	75	128.99	235	188.66	395	245.37
-80	68.33	80	130.90	240	190.47	400	247.09
-75	70.33	85	132.80	245	192.29	405	248.81
-70	72.33	90	134.71	250	194.10	410	250.53
-65	74.33	95	136.61	255	195.91	415	252.25
-60	76.33	100	138.51	260	197.71	420	253.96
-55	78.32	105	140.40	265	199.51	425	255.67
-50	80.31	110	142.29	270	201.31	430	257.38
-45	82.29	115	144.18	275	203.11	435	259.08
-40	84.27	120	146.07	280	204.90	440	260.78
-35	86.25	125	147.95	285	206.70	445	262.48

-30	88.22	130	149.83	290	208.48	450	264.18
-25	90.19	135	151.71	295	210.27	455	265.87
-20	92.16	140	153.58	300	212.05	380	240.18
-15	94.12	145	155.46	305	213.83	385	241.91
-10	96.09	150	157.33	310	215.61	390	243.64
-5	98.04	155	159.19	315	217.38	395	245.37
0	100.00	160	161.05	320	219.15	400	247.09
5	101.95	165	162.91	325	220.92	405	248.81
10	103.90	170	164.77	330	222.69	410	250.53
15	105.85	175	166.63	335	224.45	415	252.25
20	107.79	180	168.48	340	226.21	420	253.96
25	109.73	185	170.33	345	227.96	425	255.67
30	111.67	190	172.17	350	229.72	430	257.38
35	113.61	195	174.02	355	231.47	435	259.08
40	115.54	200	175.86	360	233.21	440	260.78
45	117.47	205	177.69	365	234.96	445	262.48
50	119.40	210	179.53	370	236.70	450	264.18
55	121.32	215	181.36	375	238.44	-	-

#### 4.9.5 Grafik Hasil Pengukuran RTD Pt100 Sensor DIN IEC 751



Dari grafik yang di hasilkan dari proses pengukuran suhu dengan menggunakan RTD PT100 yang memakai sensor DIN IEC 751,

- setelah proses yang Panjang dan melakukan beberapa kali percobaan pengukuran serta kalibrasi maka dapat di katakan bahwa pada tahanan 100 ohm, suhu yang terdeteksi oleh RTD PT100 ialah 50<sup>0</sup>c yang mana suhu tersebut ialah suhu awal yang diukur oleh RTD PT100 pada bagian plat urea pada pembuatan Ammonia,
- semakin tinggi suhu yang di ukur maka semakin tinggi pula tahanan yang diperoleh melalui pengukuran suhu, pada saat 100 ohm, dan suhu 50<sup>0</sup>c arus Listrik yang di ukur pada transmitter adalah 4 mili ampere, itu karena arus yang diukur pada suhu terrendah akan menghasilkan arus terrendah pula,
- suhu tertinggi yang di ukur pada tangka 106D berada pada suhu 450<sup>0</sup>c dengan tahanan sebesar 264 ohm dengan arus Listrik sebesar 20 mili ampere.
- Setelah dilakukan pengujian pengukuran disertai kalibrasi pada alat sensor maka dapat saya katakan bahwa antara suhu dan tahanan akan mengalami kenaikan, semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula tahanan yang diperoleh begitu juga dengan arus yang di ukur akan semakin tinggi jika suhu yang di ukur semakin tinggi, dapat dikatakan diantar tiga parameter yang di ukur akan memiliki nilai yang berbanding lurus diantara ketiga nya.

#### 4.10 Hasil Perhitungan Suhu Pada RTD PT100

Rumus utama untuk RTD (*Resistance Temperature Detector*) dijelaskan oleh Persamaan *Callendar-Van Dusen*, yang mengkonversi nilai resistansi terukur menjadi suhu dalam derajat Celsius.

Rumus Persamaan *Callendar-Van Dusen pada suhu*  $-200^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0^{\circ}\text{C}$ , ini merupakan suhu yang digunakan untuk perhitungan konversi nilai resistansi terukur menjadi suhu dalam satuan derajat, suhu yang di ukur pada plant ammonia ialah suhu pada titik panas mulai dari 100<sup>0</sup>C hingga 650<sup>0</sup>C, perhitungan ini masukkan sebagai penbanding antara pengukuran resistansi yang terjadi pada RTD PT100 yang ada pada plant Amonia tersebut.

1.  $R_t = R_0[1 + A \times t + B \times t^2 + C \times (t - 100) \times T^3]$   
 $R_t = 100[1 + 3,9083 \times 10^{-3} \times (-200) + -5,775 \times 10^{-7} \times (-200^2) +$   
 $-4,183 \times 10^{-12} \times ((-200) - 100) \times (-200^3)]$   
 $R_t = 100 [1 - 0,78166 - 0,0231 - 0,0100392]$   
 $R_t = 100 [0,1852008]$   
 $R_t = 18,520 \Omega$
2.  $R_t = R_0[1 + A \times t + B \times t^2 + C \times (t - 100) \times T^3]$   
 $R_t = 100[1 + 3,9083 \times 10^{-3} \times (-150) + -5,775 \times 10^{-7} \times (-150^2) +$   
 $-4,183 \times 10^{-12} \times ((-150) - 100) \times (-150^3)]$   
 $R_t = 100 [1 - 0,586245 - 0,013 - 0,0035308125]$   
 $R_t = 100 [0,3972241875]$   
 $R_t = 39,722 \Omega$
3.  $R_t = R_0[1 + A \times t + B \times t^2 + C \times (t - 100) \times T^3]$   
 $R_t = 100[1 + 3,9083 \times 10^{-3} \times (-100) + -5,775 \times 10^{-7} \times (-100^2) +$   
 $-4,183 \times 10^{-12} \times ((-100) - 100) \times (-100^3)]$   
 $R_t = 100 [1 - 0,39083 - 0,005775 - 0,0008366]$   
 $R_t = 100 [0,6025584]$   
 $R_t = 60,255 \Omega$
4.  $R_t = R_0[1 + A \times t + B \times t^2 + C \times (t - 100) \times T^3]$   
 $R_t = 100[1 + 3,9083 \times 10^{-3} \times (-50) + -5,775 \times 10^{-7} \times (-50^2) +$   
 $-4,183 \times 10^{-12} \times ((-50) - 100) \times (-50^3)]$   
 $R_t = 100 [1 - 0,195415 - 0,00144375 - 0,00007843125]$   
 $R_t = 100 [0,80306281875]$   
 $R_t = 80,306 \Omega$
5.  $R_t = R_0[1 + A \times t + B \times t^2 + C \times (t - 100) \times T^3]$   
 $R_t = 100[1 + 3,9083 \times 10^{-3} \times (-25) + -5,775 \times 10^{-7} \times (-25^2) +$   
 $-4,183 \times 10^{-12} \times ((-25) - 100) \times (-25^3)]$   
 $R_t = 100 [1 - 0,0977075 - 0,0003609375 - 0,000008169]$   
 $R_t = 100 [0,901923]$

$$R_t = 90,192 \Omega$$

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Konversi Resistansi menjadi Suhu dengan range suhu  $-200^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0^{\circ}\text{C}$

No	Suhu	Hasil Perhitungan Resistansi $\Omega$
1.	$-200^{\circ}\text{C}$	18.520
2.	$-150^{\circ}\text{C}$	39,722
3.	$-100^{\circ}\text{C}$	60,255
4.	$-50^{\circ}\text{C}$	80,306
5.	$-25^{\circ}\text{C}$	90,192

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus *Callendar-Van Dusen pada suhu*  $-200^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0^{\circ}\text{C}$  diperoleh hasil seperti pada table 4.10.1 yang mana setiap suhu yang dicantumkan dalam perhitungan ini, memiliki kenaikan nilai resistansi yang signifikan, pada saat suhu  $-200^{\circ}\text{C}$  resistansi yang dihitung mendapatkan nilai sebesar  $18.520 \pi$ , sedangkan Ketika suhu pada nilai  $-150^{\circ}\text{C}$  nilai resistansi yang terhitung ialah  $39,722 \pi$  pada kedua suhu yang dimasukkan kedalam rumus memiliki kenaikan nilai resistansi  $\leq 20 \pi$ , nilai resistansi ini merupakan nilai yang di hitung berdasarkan rumus *Callendar-Van Dusen pada suhu*  $-200^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0^{\circ}\text{C}$ . nilai pada table 4.10.1 tidak dapat di bandingkan dengan hasil pengukuran suhu pada tangki methanator 106-D karena suhu yang di ukur ialah suhu pada titik  $50^{\circ}\text{C}$  s.d.  $450^{\circ}\text{C}$ , perhitungan ini dilakukan untuk menambah pengetahuan dan lebih meningkatkan pemahaman penggunaan RTD PT100.

- $R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$   
 $R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}))$   
 $R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 50^{\circ}\text{C})$

$$R_T = 100 (1 + 0,195)$$

$$R_T = 100 (1,195)$$

$$R_T = 119,5$$

$$2. R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 100^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 0,39)$$

$$R_T = 100 (1,39)$$

$$R_T = 139,0$$

$$3. R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 150^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 0,585)$$

$$R_T = 100 (1,585)$$

$$R_T = 158,5$$

$$4. R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 200^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 0,78)$$

$$R_T = 100 (1,78)$$

$$R_T = 178$$

$$5. R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 250^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 0,975)$$

$$R_T = 100 (1,975)$$

$$R_T = 197,5$$

$$6. R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 300^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 1,17)$$

$$R_T = 100 (2,17)$$

$$R_T = 217$$

7.  $R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 350^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 350^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 1,365)$$

$$R_T = 100 (2,365)$$

$$R_T = 236,5$$

8.  $R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 400^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 1,59)$$

$$R_T = 100 (2,59)$$

$$R_T = 250$$

9.  $R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 450^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 450^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 1,755)$$

$$R_T = 100 (2,755)$$

$$R_T = 275,5$$

10.  $R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$

$$R_T = 100 (1 + 0.0039 (0^{\circ}\text{C} - 500^{\circ}\text{C}))$$

$$R_T = 100 (1 + 0,0039 \times 500^{\circ}\text{C})$$

$$R_T = 100 (1 + 1,95)$$

$$R_T = 100 (2,95)$$

$$R_T = 295$$

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Konversi Resistansi menjadi Suhu dengan range suhu  $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 661^{\circ}\text{C}$ .

No	Suhu	Hasil Perhitungan Resistansi $\Omega$	Selisi antara Perhitungan dan Pengukuran $\Omega$
1.	50 <sup>0</sup> C	119,5	0.1
2.	100 <sup>0</sup> C	139,0	0.5
3.	150 <sup>0</sup> C	158,5	1,2
4.	200 <sup>0</sup> C	178	2,2
5.	250 <sup>0</sup> C	197,5	3,4
6.	300 <sup>0</sup> C	217	5
7.	350 <sup>0</sup> C	236,5	6,8
8.	400 <sup>0</sup> C	250	3
9.	450 <sup>0</sup> C	275,5	11,4
10.	500 <sup>0</sup> C	295	-

Perhitungan yang dilakukan mendapat hasil yang dapat dilihat pada table 4.10.2 yang mana hasil perhitungan tersebut menggunakan rumus *Callendar-Van Dusen pada suhu*  $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 661^{\circ}\text{C}$  memiliki sedikit perbedaan pada nilai hasil pengukuran, salah satu yang memiliki perbedaan paling jauh ialah pada saat suhu 450<sup>0</sup>C memiliki nilai resistansi sebesar 275,5  $\pi$  nilai ini merupakan hasil perhitungan, sedangkan untuk hasil pengukuran memiliki nilai resistansi 264,1  $\pi$  selisih diantaranya ialah 11,4  $\pi$ , nilai selisih ini masih tergolong dalam range yang aman dalam pengukuran suhu tersebut, karena memiliki nilai toleransi  $\pm 0,5\%$ . Tapi hal ini sudah menjadi perhatian karena semakin lama maka alat RTD PT100 tersebut perlu dilakukan kalibrasi ulang atau dilakukan pergantian sensor, ditakutkan akan mempengaruhi akurasi dari pengukuran suhu yang dilakukan oleh RTD PT100 tersebut.

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan ke dua rumus yang ada, maka akan di peroleh hasil perhitungan suhu yang akan menjadi referensi dalam hal pengukuran suhu dengan menggunakan RTD PT100, agar jika suhu yang diukur dapat memiliki nilai akurasi yang tinggi dan minim akan kesalahan pengukuran. Maka ada pula rumus untuk mengetahui seberapa efisiensi pengukuran suhu yang dilakukan pada saat proses pembuatan ammonia, pada plant ammonia 106-D.