

# Perancangan Tangki Pemisah Limbah Cair Fasa Minyak (Cumene) Dari Limbah Cair Untuk Dimanfaatkan Sebagai Bahan Bakar Boiler: Studi Kasus di D-Plant PT. NMC

**Abdul Wahid dan Deni Purnama**

Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI, Depok 16424 Telp. 7863515, 7863516

E-mail : [wahid@che.ui.edu](mailto:wahid@che.ui.edu)

Homepage: <http://www.chemeng.ui.ac.id/~wahid>

## Abstrak

*Untuk mengurangi jumlah limbah cumene pada proses D-Plant, dibutuhkan usaha untuk memanfaatkan limbah tersebut menjadi limbah yang berguna. Salah satu alternatif pengurangan dan pemanfaatan limbah cumene adalah dengan menjadikan limbah cumene sebagai campuran bahan bakar boiler (solar). Hal ini karena cumene memiliki titik bakar hampir sama dengan solar. Karena limbah cumene di D-Plant berasal dari beberapa proses, maka harus diteliti laju alir sumber limbah proses D-Plant yang mengandung cumene yang besar. Pemisahan limbah fasa minyak (cumene) dan fasa air memerlukan separator yang sesuai sehingga hasilnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang bisa dicampurkan dengan bahan bakar boiler, yaitu solar.*

## 1. Pendahuluan

Produk organik peroksida merupakan salah satu produk yang paling mendasar untuk menjadi bahan dasar perkembangan industri petrokimia. Mengingat kapasitas buangan limbah di D-Plant yang sangat besar dan dapat mempengaruhi hasil kualitas WWT (waste water treatment), maka untuk mengurangi kapasitas dan konsentrasi limbah diperlukan evaluasi kualitas limbah. Dilihat dari hasil evaluasi limbah buangan D-plant menunjukkan bahwa komposisi limbah buangan memiliki kandungan cumene yang terbesar yaitu sebesar 71,44 % [1].

Mengingat antara cumene dan solar memiliki titik bakar (Flash Point) yang berdekatan [2-3] dan jumlah limbah cumene yang besar, maka perlu diteliti potensi cumene untuk digunakan sebagai bahan bakar campuran dengan solar di reboiler. Permasalahannya adalah bagaimana melakukan proses pemisahan cumene dari limbah sebelum dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar dengan solar. Untuk itu perlu dilakukan suatu perancangan separator untuk memisahkan cumene dari sumber-sumber limbah yang mengandung cumene.

Metode yang digunakan adalah studi literature [4-12], yang bertujuan untuk mengetahui secara lebih mendalam mengenai pemanfaatan dan pengurangan limbah proses, sehingga dapat diketahui karakteristik dan komposisi limbah yang mengandung cumene. Kemudian melakukan analisa sumber aliran limbah yang memiliki kandungan cumene yang cukup tinggi.

## 2. Penelitian

Sample yang dianalisa adalah aliran limbah buangan proses D-Plant yang menuju ke T-302. Analisa sample limbah tersebut dilakukan beberapa kali dan dilakukan juga penentuan beberapa laju alir. Hal-hal yang perlu ditentukan adalah [13-14]:

1. Laju alir buangan proses yang dianalisa pada percobaan ini dari aliran HE-303, S-309, S-310, dan HE-313.
2. Banyaknya persentase fasa minyak dan fasa air.
3. pH limbah fasa minyak, untuk menentukan kebutuhan zat penetralnya
4. Tangki separator yang dibutuhkan untuk pemisahan limbah fasa minyak dari limbah cairnya.

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

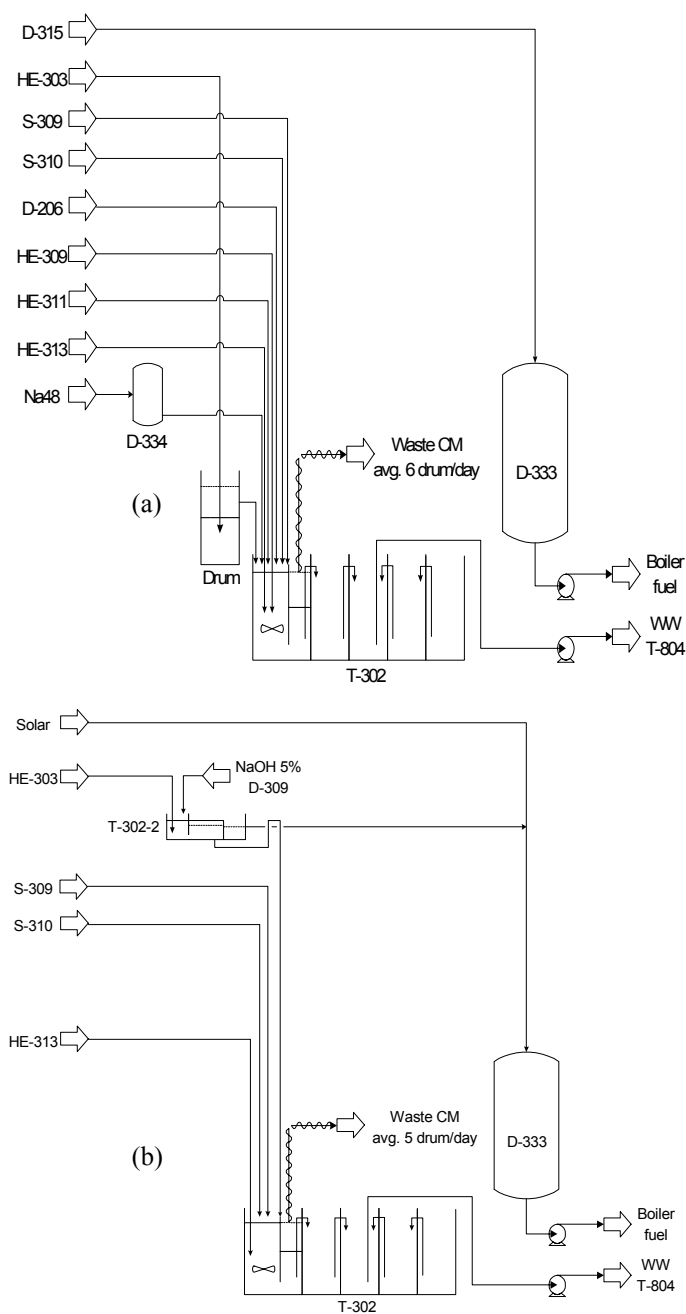
### 3.1 Modifikasi Aliran Limbah yang menuju T-302

Untuk memanfaatkan Limbah CM pada T-302 sebagai campuran bahan bakar boiler perlu diketahui komposisi dan laju alir dari limbah tersebut. Dari data tersebut maka dapat diketahui aliran mana yang

merupakan sumber utama dari limbah cumene di T-302 dan bagaimana kandungan tiap sumber limbah sehingga upaya yang dilakukan untuk mengurangi limbah cumene di T-302 akan menjadi lebih efektif.

Pemilihan pemanfaatan limbah dari HE-303 menjadi campuran bahan bakar boiler didasari oleh hal-hal berikut :

1. Limbah dari HE-303 ini merupakan sumber utama dari limbah cumene yang ada di T-302
2. Separasi pada limbah HE-303 sangat jelas sehingga usaha pemisahan berdasarkan gaya gravitasi menjadi lebih mudah
3. Limbah fasa minyak HE-303 memiliki kadar cumene yang sangat tinggi yaitu rata-rata 71,44% serta memiliki nilai kalor yang cukup tinggi yaitu sekitar 10293 Kcal/Kg.
4. Kandungan kontaminan lain terutama  $\alpha$ -CA dan DCP dalam limbah ini relatif kecil sehingga jumlah total residu karbon pada total bahan bakar boiler tidak melewati batas spesifikasi bahan bakar boiler



Gambar 3.1. Aliran Limbah Cumene Menuju T-302:  
(a) sebelum dilakukan modifikasi (b) struktur baru

Gambar 1 menunjukkan bahwa limbah dari HE-303 bersifat asam yaitu memiliki harga pH 3,9 ~ 4,2 sehingga bila langsung digunakan sebagai campuran bahan bakar boiler dikhawatirkan akan merusak boiler. Untuk mengatasi hal tersebut maka limbah HE-303 sebelum dipisahkan antara fasa minyak dan fasa air dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan NaOH 5% dari D-310 sebanyak 0,78%-vol.

Elemen asam seperti phenol,  $\alpha$ -MS, dan acetofenon akan bereaksi sebagian dengan NaOH dan akan larut dalam air. Setelah pencucian limbah fasa minyak dari HE-303 yang akan digunakan sebagai campuran bahan bakar boiler memiliki pH 7,1.

Pemisahan antara fasa minyak dan fasa air menggunakan gaya gravitasi di laboratorium dalam keadaan diam (tidak mengalir) waktu pemisahan tidak lebih dari 5 menit tetapi disaat keadaan mengalir waktu pemisahan diperkirakan akan lebih lama, sehingga diambil waktu pemisahan selama satu jam. Air limbah hasil pencucian kemudian dibuang ke T-302.

Untuk menghemat biaya maka untuk mengalirkan limbah dari T-302-2 ke D-333 dan T-302 menggunakan sistem overflow, sehingga tidak memerlukan pompa lagi. Setelah melewati kamar II maka fasa minyak dari limbah relatif tidak mengandung air lagi, tetapi untuk menjaga agar kandungan air dalam limbah sesedikit mungkin maka perlu dipisahkan lagi dalam kamar III, bila masih terdapat fasa air dalam kamar ini maka dilakukan pembuangan manual melalui valve yang terdapat di level gauge.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam T-302-2 ini adalah pada saat start-up tangki diisi dengan air untuk menjaga kevakuman pada HE-303, hal tersebut juga menjadi alasan mengapa penempatan T-302-2 berada di lantai mid-2 dengan jarak dari HE-303 sebesar 13,5 m. Untuk menjaga kevakuman pada HE-303 sebesar 15 torr diperlukan jarak sebesar 11,28 m antara HE-303 dan T-302-2.

### 3.2 Penentuan komposisi dan laju alir limbah

Sampel diambil sebanyak 6 kali pada saat penelitian berlangsung, hasil komposisi dan laju alir limbah yang didapat dapat dilihat datanya pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2. Dari Tabel 3.1. dapat dilihat bahwa komposisi sumber limbah pada HE-303 memiliki kandungan cumene yang paling besar yaitu 71,44 %. Maka limbah dari HE-303 sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan bakar campuran dengan solar. Meskipun kalau dilihat laju alir yang paling besar adalah aliran limbah dari S-310, tetapi karena kandungan cumenena rendah dan kandungan air tinggi, maka limbah dari S-310 kurang potensial untuk dijadikan sebagai bahan bakar.

Tabel 3.1 Komposisi Sumber Limbah menuju T-303

Parameter	Sumber Aliran Limbah (%)			
	S-309	S-310	HE-303	HE-313
CHP	0.01	0.01	0.92	1.61
H <sub>2</sub> O	86.67	91.01	0.38	85.14
CM	10.85	6.47	71.44	0.62
$\alpha$ -CA	-	-	8.18	6.99
$\alpha$ -MS	0.64	2.15	15.44	0.64
Phenol	-	-	2.40	0.05
AP	-	-	0.77	0.24
DCP	1.83	0.38	0.48	4.16
MeOH	-	-	-	0.54

Tabel 3.2 Laju Alir Sumber Limbah Menuju Tanki T-303

Pengambilan Laju Alir	Sumber Aliran Limbah (L/day)			
	S-309	S-310	HE-303	HE-313
1	649.6	1410.0	698.4	3954.0
2	660.0	1440.0	700.8	3978.0
3	641.6	1440.0	695.4	3954.0
4	628.0	1626.0	687.0	3888.0
5	636.0	1602.0	683.4	4128.0
6	596.0	1578.0	675.6	4038.0
Rata 2	635.2	1516.0	690.1	3299.9

### 3.3 Netralisasi Fasa Minyak

Limbah yang akan dibuang harus dalam kondisi netral agar tidak merusak lingkungan. Untuk menetralkan limbah fasa minyak diperlukan penambahan alkali (NaOH 5 %) pada komponen asam yang terkandung pada fasa minyak. Kebutuhan penambahan alkali untuk pencucian asam yang terkandung di dalam fasa minyak dapat dilihat pada Tabel 3.3. Penambahan NaOH 5 % kira-kira sebanyak 0,78%-vol untuk netralisasi, sehingga limbah fasa minyak HE-303 memiliki pH 7,1. Kebutuhan alkali tidak terlalu banyak, sehingga tidak memerlukan biaya yang tinggi. Komposisi fasa minyak HE-303 setelah netralisasi dapat dilihat pada Tabel 3.4. Dari tabel tersebut terlihat bahwa netralisasi merubah komposisi. Kandungan cumene setelah netralisasi naik dari 71,44% menjadi 75,19%. Hal ini terjadi karena komposisi komponen lainnya berkurang, kecuali air dan DCP yang bertambah.

Tabel 3.3 Kebutuhan NaOH untuk Netralisasi pH $\pm$ 7

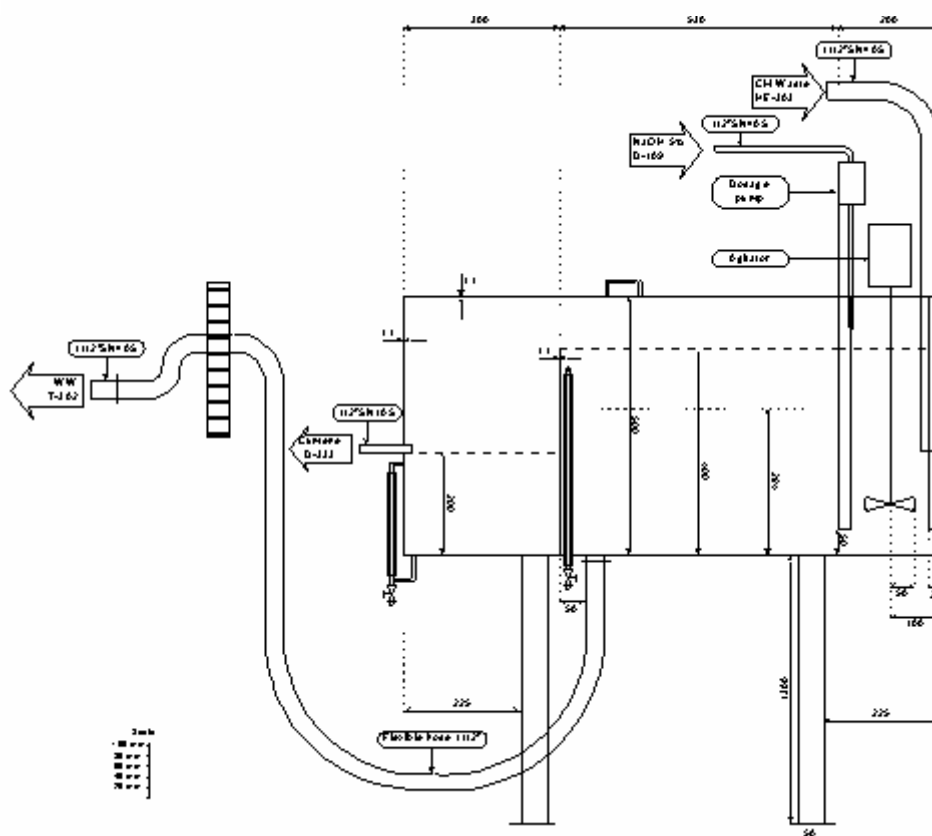
Pencucian	Penambahan NaOH 5 % (L)
1	0.08
2	0.07
3	0.08
4	0.08
5	0.08
6	0.07
7	0.08
8	0.08
9	0.08
10	0.08
Rata - rata	0.078

Tabel 3.4 Komposisi Limbah HE-303 Fasa Minyak Setelah Netralisasi

Parameter	Aliran Limbah HE-303 Sebelum Pencucian (%)	Aliran Limbah HE-303 Setelah Pencucian (%)
CHP	0.92	0.95
H <sub>2</sub> O	0.38	0.59
CM	71.44	75.19
$\alpha$ -CA	8.18	7.95
$\alpha$ -MS	15.44	12.80
Phenol	2.40	1.32
AP	0.77	0.63
DCP	0.48	0.59
Total	100	100

### 3.4 Hasil Perancangan Separator

Gambar 3.2 menunjukkan sketsa hasil rancangan tangki separator yang digunakan untuk memisahkan limbah fasa minyak yang banyak mengandung cumene dari limbah cairnya. Tabel 3.6 menunjukkan dimensi dari tangki separatornya. Dengan tangki tersebut dapat dihasilkan komposisi yang sesuai dengan yang bisa dicampurkan dengan solar sebagai bahan bakar boiler.



Gambar 3.2 Sketsa rancangan tangki separator

Tabel 3.6 Hasil rancangan tangki separator

NO	PARAMETER	BESAR
1	Kebutuhan NaOH untuk netralisasi	324,75 mL/h
2	Total limbah dari HE-303	41,41 L/h
3	Air limbah dari T-302-2	29,9 L/h
4	Tinggi tangki (dalam)	50 cm
5	Lebar tangki (dalam)	20 cm
6	Panjang tangki total (dalam), meliputi:	103 cm
	Ruangan I	20 cm
	Ruangan II	53 cm
	Ruangan III	30 cm
7	Waktu tinggal	1,02 jam
8	Tinggi pembatas ruangan I – II	45 cm
9	Tinggi pembatas ruangan II – III	50 cm
10	Tinggi keluaran menuju D-333	20 cm
11	Diameter pipa dari HE-303	1,5 in.
12	Diameter pipa air limbah (T-302)	1,5 in.
13	Diameter pipa limbah cumene	0,5 in.
14	Janrak tangki dari dasar	1,3 m
15	Jarak keluaran HE-303 dari HE-313	13,5 m
16	Volume baja yang dibutuhkan	1719,12 cm <sup>3</sup>

#### 4. Kesimpulan

1. Untuk pemanfaatan kembali limbah cumene sebagai bahan bakar boiler yang paling cocok adalah limbah dari HE-303 karena kadar cumenanya tinggi dan kadar airnya rendah.
2. Limbah cumene dari HE-303 sebelum dijadikan campuran bahan bakar boiler perlu diproses terlebih dahulu yaitu pencucian dengan NaOH 5% untuk menghilangkan komponen asam, dan pemisahan antara fasa air dan fasa minyak.
3. Untuk memisahkan fasa minyak yang banyak mengandung cumene dibutuhkan tangki separator dengan kapasitas 29,9 L/h.

#### 5. Daftar Pustaka

1. "Organik Peroksida", NOF Corp. 1996.
2. "Cumene.com - Global Resource for Phenol, Acetone, and NO COMMISSION TRADING", [www.cumene.com](http://www.cumene.com)
3. "Pertamina Unit Pembekalan Dan Pemasaran Dalam Negeri VI Spesifikasi Minyak Solar", <http://www.balikhpapan.indo.net.id/corporate/uppdn6/solar.htm>
4. ASTM Test Methods D3760-98 Standard Test Methods For Analysis of Cumene by Gas Chromatografi
5. Instruksi Kerja Raw Material IK/QA/R, NOF Mas Chemical Industries 1997.
6. Kirk Orthmer, "Encyclopedia of Chemical Technology" 4<sup>th</sup> Ed. Vol. 22 John Wiley & Sons, Inc, New York, 1964.
7. Perry, Robert H, Perry's "Chemical Engineers' Handbook" 6<sup>th</sup> Ed, Mc-Graw Hill Book Co., New York, 1984.
8. Instruksi Kerja Finished Product IK/QA/A, NOF Mas Chemical Industries 1997.
9. F. Megysey, Paul Buthod, "Pressure Vessel", Mc-Graw-Hill Book Co., New York, 1984
10. Faith, Keyes & Clark's, Industrial Chemical, F. A. Lowenheim, M. K. Noran, Eds. (Wiley-Interscience, New York, 4<sup>th</sup> ed., 1975).
11. Reynolds, "Water Technology" Prentice- Hall, New York, 1983.
12. NIOSH, Pocket Guide to Chemical Hazards (DHHS/NIOSH 90-117, 1990)
13. Standard Operaton Procedure, A-Plant Producton, NOF Mas Chemical Industries 1997
14. Standard Operaton Procedure, D-Plant Producton, NOF Mas Chemical Industries 1997