



BAB IX

URAIAN TUGAS KHUSUS

IX. 1 Uraian Tugas Khusus

Pada uraian tugas khusus terdapat permasalahan yang ingin diselesaikan, yaitu:

1. Modifikasi Desain *Sewage Treatment Process* (STP) pada Pengolahan *Light Waste* untuk Peningkatan Efektivitas Penurunan Kadar *Total Nitrogen* (TN).

Tujuan dari dua tugas khusus ini adalah:

1. Mengidentifikasi faktor yang menyebabkan penurunan kadar *Total Nitrogen* (TN) pada *Sewage Treatment Process* (STP) kurang optimal
2. Merencanakan Modifikasi desain *Sewage Treatment Process* (STP) pada pengolahan limbah *light waste* agar dapat lebih optimal dalam menurunkan kadar Total Nitrogen (TN)

Dengan tujuan yang ada, maka manfaat yang diperoleh dari tugas khusus ini adalah:

1. Dapat mengatasi kelemahan proses pengolahan limbah melalui *Sewage Treatment Process* (STP) serta meningkatkan efektivitas proses, sehingga pengurangan TN menjadi lebih maksimal.

IX. 1. 1 Mengidentifikasi Faktor Penyebab Penurunan Kadar Total Nitrogen (TN) Pada *Sewage Treatment Process* (STP) Kurang Optimal

Sewage Treatment Process (STP) adalah serangkaian proses pengolahan limbah cair domestik (*sewage*) yang bertujuan untuk menghilangkan kontaminan fisik, kimia, dan biologis dari air limbah, sehingga air tersebut dapat dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali dengan aman. Limbah yang diolah di STP disebut *light waste*. *Light Waste* adalah limbah yang berasal dari aktivitas domestik di pabrik, seperti air dari kantin, kamar mandi, toilet, wastafel, pencucian kendaraan, nash pump, meach seal dan lain sebagainya yang tidak berkaitan dengan proses produksi. Limbah ini umumnya memiliki karakteristik berupa kadar Total



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG

PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto *Factory*

UPN “Veteran” Jawa Timur



Organic Carbon (TOC), Total Nitrogen (TN), COD, dan BOD yang rendah. Meskipun rendah, kandungan COD, BOD, dan TN *light waste* harus dihilangkan.

Sewage Treatment Process (STP) dapat mengolah limbah domestic PT Ajinomoto Indonesia dan PT Ajinex sesuai dengan peraturan Dinas lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Mojokerto. Seperti yang sudah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya, kandungan COD, BOD, TN, Coliform, dan lain-lain dari limbah sudah sesuai dengan baku mutu dari Dinas lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Mojokerto. Namun, berdasarkan baku mutu yang ditetapkan oleh *Ajinomoto Group (spec. internal)*, kandungan TN dari proses STP masih belum memenuhi. Berbeda dengan proses *Biologycal De-Nitrification* (BDN) yang sudah dapat memenuhi baku mutu dari *Ajinomoto Group (spec. internal)* dengan rangkaian prosesnya. Hal ini menjadi sesuatu yang perlu di evaluasi dan dicari solusinya.

Total nitrogen (TN) yang berlebih pada suatu perairan akan berdampak pada keberadaan fitoplankton yang merugikan dan bersifat beracun jika masuk kedalam tubuh manusia yang dapat menyerang syaraf dan hati. Selain dampak untuk manusia, TN juga memiliki dampak buruk bagi lingkungan. Menurut Kusnadi (2023), hubungan antara total nitrogen berbanding lurus terhadap konsentrasi suhu. Semakin besar konsentrasi total nitrogen maka semakin besar juga oksigen dibutuhkan untuk mengurai bahan tersebut dan semakin besar juga karbon dioksida yang dilepaskan sehingga dapat berpengaruh terhadap suhu perairan. Penurunan TN pada STP yang kurang optimal kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. Waktu Hidrolik yang singkat

Waktu tinggal atau waktu hidrolik adalah waktu yang diperlukan limbah untuk berada di dalam tangki agar dapat diolah secara optimal. Jika waktu hidrolik terlalu singkat, proses biokimia penguraian nitrogen oleh bakteri tidak akan terjadi secara maksimal, sehingga TN tidak dapat terurai dengan baik. Dengan waktu yang cukup, bakteri dapat menguraikan nitrogen melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi secara lebih efektif. Waktu



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG

PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto *Factory*

UPN “Veteran” Jawa Timur



tinggal limbah pada STP sekitar 6-7 jam, dimana hal ini memungkinkan menjadi faktor proses biologis dalam penurunan TN kurang optimal.

2. Fluktuasi debit limbah yang besar

Aliran limbah yang berubah-ubah dapat mengganggu kestabilan proses pengolahan. Saat debit limbah terlalu tinggi, sistem pengolahan mungkin tidak memiliki kapasitas yang memadai untuk mengolah semua limbah, menyebabkan penurunan kinerja dalam menurunkan kadar TN. Sebaliknya, debit limbah yang terlalu rendah juga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang diperlukan untuk proses biokimia, yang berdampak pada efisiensi penguraian nitrogen. Laju alir STP berkisar dari 90-100 KL/jam. Laju alir ini bergantung pada jumlah limbah domestik yang dikirim dari PT Ajinomoto maupun PT AJINEX ke section WWTP 2.

3. Fungsi aerasi kurang baik

Aerasi adalah proses penambahan oksigen ke dalam sistem, yang sangat penting dalam pengolahan limbah karena oksigen mendukung proses nitrifikasi yang mengubah amonia menjadi nitrat. Jika aerasi tidak optimal—misalnya, akibat peralatan aerasi yang tidak berfungsi maksimal atau penyebaran oksigen yang tidak merata—maka proses penguraian nitrogen tidak akan berlangsung efektif, sehingga TN dalam limbah tidak tereduksi sesuai target. Aerasi pada STP hanya ada satu tahap. Hal ini berbeda dengan proses BDN yang memiliki beberapa tangki aerasi (nitrification tank & aeration tank).

4. Penyumbatan pada membrane biofilter

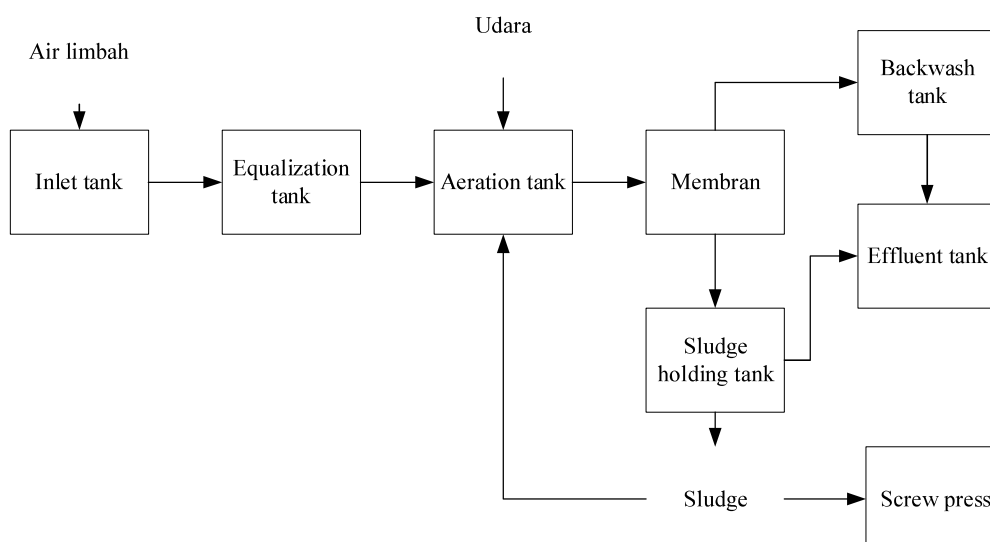
Membran biofilter digunakan untuk menyaring dan menguraikan limbah melalui aktivitas mikroba yang menempel pada membran. Namun, jika terjadi penyumbatan, maka aliran limbah akan terhambat, mengurangi kontak antara mikroba dan substrat (limbah), serta mengurangi efisiensi penguraian TN. Penyumbatan juga bisa menyebabkan peningkatan tekanan dalam sistem yang mengurangi umur membran dan memerlukan

perawatan tambahan, meningkatkan biaya operasional serta menurunkan efektivitas pengolahan TN.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, diperlukan adanya modifikasi sistem pada Sewage Treatment Process (STP) agar penurunan TN di unit WWTP 2 lebih optimal dan memenuhi baku mutu dari *Ajinomoto Group (spec. internal)*.

IX. 1. 2 Modifikasi Desain *Sewage Treatment Process* (STP)

a. Diagram Alir Proses Sebelum Modifikasi

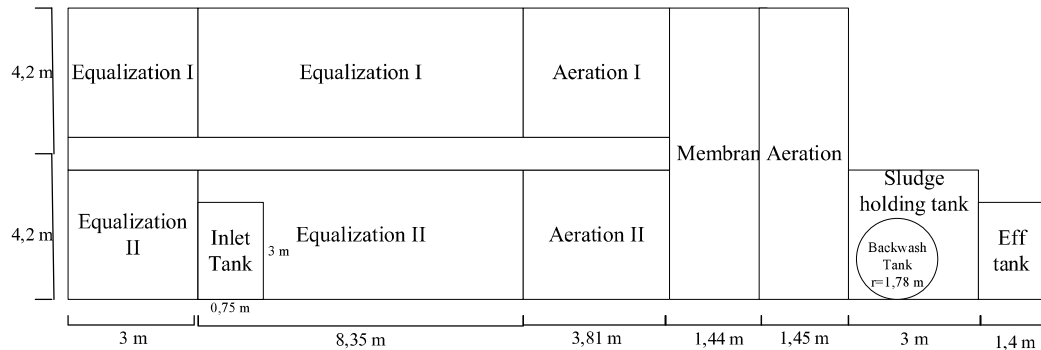


Gambar IX. 1 Diagram Alir Proses STP sebelum modifikasi

Light waste/ limbah domestik dilewatkan inlet tank, dimana terdapat filter yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang biasanya berupa plastik, kertas, karet, dan sebagainya. *Light waste* kemudian dialirkan menuju *equalization tank* yang berfungsi sebagai tangka penampung sementara sebelum memasuki *aeration tank*. Laju alir *light waste* yang memasuki unit WWTP 2 ini sekitar 90-100 KL/jam. *Light waste* yang memasuki *aeration tank* akan diproses secara biologis dengan penambahan lumpur aktif /*activated sludge* ditambah dengan aerasi dari blower. Waktu tinggal limbah adalah sekitar 6-7 jam. Setelah mengalami proses biologis, *light waste* difilter oleh membrane biofilter untuk memisahkan sludge dan air. Filtrat berupa air akan melewati backwash tank sebelum nantinya ditampung pada

effluent tank. *Effluent tank* menampung air sementara yang kemudian air tersebut akan dialirkan menuju *waterpool*. Sebagian sludge akan dikembalikan ke *aeration tank* dan sebagian lagi akan dipompa menuju *screwpress*.

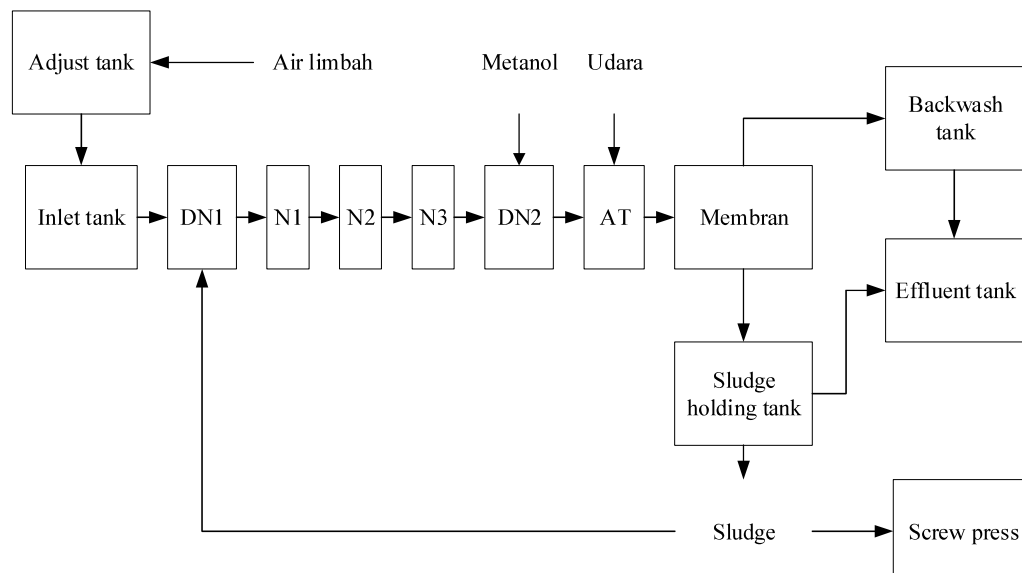
b. Sketsa Design Sebelum Modifikasi



Gambar IX. 2 Sketsa Design Proses STP Sebelum Modifikasi

Rangkaian tersebut akan dimodifikasi dengan menambahkan proses biologi berupa Biological Denitrification Proses (BDN) yang penempatannya akan menggantikan proses equalization dan aeration.

a. Diagram Alir Setelah Modifikasi



Gambar IX. 3 Diagram Alir Proses STP setelah modifikasi



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG

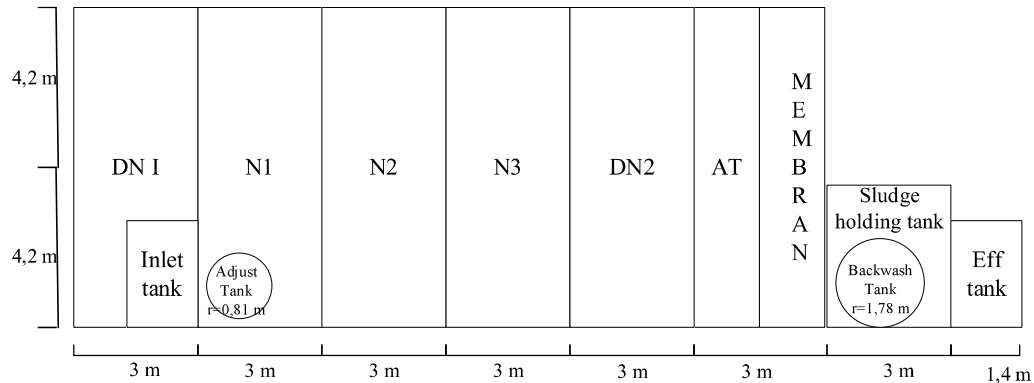
PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto Factory

UPN “Veteran” Jawa Timur



Light waste sebelum memasuki sistem STP akan dikondisikan terlebih dahulu pH melalui adjust tank. Hal ini dikarenakan pemanfaatan mikroorganisme pada *activated sludge* akan bekerja optimal pada kondisi operasi pH 7,00-7,80. Pengkondisian pH dengan menambahkan NaOH 12% atau H₂SO₄ 98%. *Light waste*/ limbah domestik dilewatkan inlet tank, dimana terdapat filter yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang biasanya berupa plastik, kertas, karet, dan sebagainya. Selanjutnya limbah akan dialirkan menuju tangka denitrifikasi 1. Denitrifikasi adalah proses pengubahan Senyawa nitrat (NO₃) dan nitrit (NO₂) menjadi gas nitrogen (N₂) dengan bantuan mikroorganisme. Limbah yang masuk harus memiliki kondisi operasi yang sesuai, diantaranya suhu 38°C dan pH 7,00-7,80. Selanjutnya limbah dialirkan menuju tangka nitrifikasi. Nitrifikasi adalah proses penguraian senyawa kompleks khususnya senyawa amonia (NH₃) diubah menjadi nitrat (NO₃). Pada proses nitrifikasi terdapat proses aerasi yang berfungsi agar mikroorganisme pada lumpur aktif dapat hidup dan bekerja menguraikan senyawa kompleks. Tangki nitrifikasi dibagi menjadi 3, yaitu N-1, N-2, dan N-3. Perbedaan ketiga tangki ini adalah pada penggunaan blower atau kebutuhan O₂. Pada N-1 total *Dissolved Oxygen* (DO) sekitar maksimal 2 ppm sedangkan pada N-3 DO tidak boleh melebihi 0,5 ppm. Hal ini dikarenakan setelah proses nitrifikasi akan ada proses denitrifikasi 2 yang bekerja secara anaerob. Selanjutnya limbah akan dialirkan menuju tangki denitrifikasi 2 dimana prosesnya sama dengan proses pada denitrifikasi 1, hanya saja terdapat penambahan metanol sebagai sumber karbon bagi mikroorganisme dalam proses metabolismenya. Setelah melalui tangki denitrifikasi 2, limbah dialirkan menuju tangki aerasi. Tujuan dari *aeration tank* setelah proses denitrifikasi di DN-2 adalah mengurangi COD dan BOD limbah akibat penambahan *methanol*. Setelah mengalami proses biologis, *light waste* difilter oleh membran biofilter untuk memisahkan sludge dan air. Filtrat berupa air akan melewati backwash tank sebelum nantinya ditampung pada *effluent tank*. Effluent tank menampung air sementara yang kemudian air tersebut akan dialirkan menuju waterpool. Sebagian sludge akan dikembalikan ke tangki denitrifikasi 1 dan sebagian lagi akan dipompa menuju screwpress.

b. Sketsa design



Gambar IX. 4 Sketsa Design Proses STP setelah modifikasi

c. Perhitungan

Debit influent adalah 1000 m³/hari (data actual di PT Ajinomoto Indonesia, Mojokerto Factory).

1. Optimalisasi debit influent

Debit influent dari data PT Ajinomoto Indonesia – *Mojokerto Factory* awalnya adalah 1000 m³/hari. Debit tersebut belum optimal menjadi debit influent karena kapasitas dari pengolahan limbah masih besar sehingga dilakukan optimalisasi debit berdasarkan volume dari tiap tangki yang ada di proses pengolahan. Volume yang dipakai adalah volume dari *equalization tank* hingga *aeration tank* dan bisa dihitung berdasarkan data Panjang, lebar, dan, tinggi dari sketsa design yang sudah ada.

a) Mencari volume dari *equalization tank* sampai *aeration tank*

$$vol\ equal\ s.d.\ aeration\ tank = p \times l \times t$$

$$vol\ equal\ s.d.\ aeration\ tank = (3 + 8,35 + 6,7) \times (4,2 + 4,2) \times (4,5)$$

$$vol\ equal\ s.d.\ aeration\ tank = 682,29\ m^3$$

b) Mencari debit optimal

$$waktu\ tinggal\ proses\ BDN(t) = 11\ jam$$

$$Q = \frac{volume}{waktu\ tinggal}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG

PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto Factory

UPN “Veteran” Jawa Timur



$$Q = \frac{682,29 \text{ m}^3}{\frac{11}{24} \text{ hari}}$$

$$Q = 1488,63 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}$$

2. Adjust tank

Proses BDN memiliki rentang pH yang harus dikondisikan agar pengolahan limbah secara biologi dapat optimal. Sehingga perlu ditambahkan *adjust tank* sebagai pengatur pH dari air limbah yang akan masuk ke proses pengolahan limbah.

asumsi waktu homogen atau waktu tinggal (t) = 3 menit

volume = Q × waktu tinggal

$$Volume = 1488,63 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}} \times 3 \text{ menit}$$

$$volume = 3 \text{ m}^3$$

Dipilih profiler tank dengan volume 3,2 m³ sesuai dengan yang dijual di pasaran yang memiliki diameter sebesar 1,62 m dan tinggi sebesar 1,63m.

3. Inlet tank

Memiliki design yang sama dengan proses sebelum dimodifikasi karena inlet tank hanya tempat untuk menyaring air limbah dari kotoran bersifat makro.

4. BDN Process

Modifikasi yang dilakukan untuk menambah proses BDN adalah dengan menyediakan tangki-tangki sebagai tempat proses denitrifikasi, nitrifikasi, dan aerasi. Tangki yang dibutuhkan adalah sebanyak 6 tangki yaitu denitrifikasi 1, nitrifikasi 1, nitrifikasi 2, nitrifikasi 3, denitrifikasi 2, dan aerasi.

a) Volume BDN

volume BDN = vol equal s.d. aeration tank

$$volume \text{ BDN} = 682,29 \text{ m}^3$$

b) Panjang BDN total



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG

PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto Factory

UPN “Veteran” Jawa Timur



$\text{panjang BDN} = \text{panjang equal s.d. aeration tank}$

$$\text{panjang BDN} = 3 + 8,35 + 6,7$$

$$\text{panjang BDN} = 18,05 \text{ m}$$

- c) Panjang tiap tank

BDN terdiri dari 6 process tank yang diasumsikan memiliki dimensi yang sama, sehingga

$$\text{panjang tiap tank} = \frac{\text{panjang total}}{\text{jumlah tangki}}$$

$$\text{panjang tiap tank} = \frac{18,05 \text{ m}}{6}$$

$$\text{panjang tiap tank} = 3 \text{ m}$$

- d) Volume tiap tank

Tank berbentuk bak atau balok dengan lebar dan tinggi menyesuaikan design sebelum modifikasi

$$\text{volume bak} = p \times l \times t$$

$$\text{volume bak} = 3 \times 8,4 \times 4,5$$

$$\text{volume bak} = 113,715 \text{ m}^3$$

- e) Kebutuhan bakteri untuk proses BDN

Diketahui:

$$Q = 1488,63 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} = 1.488.630 \frac{\text{L}}{\text{hari}}$$

$$TOC = 250 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Sehingga,

- 1) Mencari BOD Concentration

$$\text{BOD Concentration} = 2,3 \times TOC$$

$$\text{BOD Concentration} = 2,3 \times 250 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{BOD Concentration} = 575 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

- 2) Mencari BOD Load (F)

$$\text{BOD load (F)} = \text{BODConcentration} \times Q$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG

PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto *Factory*

UPN “Veteran” Jawa Timur



$$BOD\ load\ (F) = 575 \frac{mg}{L} \times 1.488.630 \frac{L}{hari}$$

$$BOD\ load\ (F) = 855.962.250 \frac{mg}{hari}$$

$$BOD\ load\ (F) = 855,9622\ kg/hari$$

3) Mencari kebutuhan bakteri

F/M ratio standar PT Ajinomoto untuk proses BDN adalah 0,25

$$\frac{F}{M} = 0,25$$

$$\frac{855,9622 \frac{kg}{hari}}{M} = 0,25$$

$$M = 3423,8488\ kg/hari$$

4) Menghitung screw press

$$Kebutuhan\ screw\ press = BOD\ Load\ (F) \times 0,3$$

$$Kebutuhan\ screw\ press = 855,9622\ kg/hari \times 0,3$$

$$Kebutuhan\ screw\ press = 256,7887\ kg/hari$$



BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

X.1 Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan praktik kerja lapangan yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto *Factory* memiliki dua proses *waste water treatment* yaitu Biological Denitrification (BDN) dan Seawage Treatment Process (STP). Hasil proses pengolahan limbah pada proses BDN sudah dapat memenuhi standar yang ditetapkan oleh Dinas Lingkungan Hidup maupun standar internal PT Ajinomoto. Sedangkan hasil pada proses STP belum dapat memenuhi standar dari PT Ajinomoto walaupun sudah memenuhi standar dari Dinas Lingkungan Hidup. Total Nitrogen (TN) pada hasil pengolahan limbah di STP masih cukup tinggi jika dibandingkan dengan standar internal yang dimiliki PT Ajinomoto.
2. Modifikasi design dari STP dengan penambahan proses Biological Denitrification diharapkan dapat menurunkan kadar TN pada hasil olahan limbah agar memenuhi standar internal PT Ajinomoto.

X.2 Saran

PT Ajinomoto Indonesia – Mojokerto *Factory* khususnya *Waste Water Treatment Section* dapat lebih mengoptimalkan proses penghilangan Total Nitrogen (TN) pada olahan limbah yang dihasilkan dari *Seawage Treatment Process*.