

BAB IV

PEMBUATAN DAN APLIKASI MODEL TEMPLATE

Pada pembuatan template program yang digunakan adalah *Microsoft Excel 2003*, dan aplikasi *Autodesk Inventor 2008* pada sistem operasi *Microsoft Windows XP SP2*. Program ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu perhitungan dimensi *shell and tube heat exchanger* menggunakan *data sheet* pada *Microsoft excel* dan pembuatan *template* model dan gambar kerja menggunakan *Autodesk Inventor*.

Sebagai tahap awal adalah pembuatan program perhitungan dengan menggunakan fungsi-fungsi yang ada pada *Microsoft Excel*. Data perhitungan tersebut kemudian disusun sedemikian rupa dalam sebuah *data sheet* yang diintegrasikan pada template *autodesk inventor*. Data tersebut sebagai parameter dalam mengembangkan model desain.

Dalam aplikasinya template pada *Auotdesk Inventor* dihubungkan dengan *data sheet* dalam *Microsoft excel* sebagai input, yaitu data perhitungan dimensi *Shell and tube heat exchanger*. Dengan mengimport file data ini maka pemodelan sangat mudah dilakukan, sehingga hasil yang didapatkan secara otomatis sesuai dengan data desain dan analisa perhitungan. Inputan tersebut merupakan parameter dimensi fungsi dalam perancangan dan pembentukan model konstruksi.

4.1 PERANCANGAN PROGRAM PERHITUNGAN

Dalam program perhitungan *Microsoft excel*, terbagi terbagi menjafi 3 bagian, yaitu :

1. pemasukkan data
2. Proses perhitungan
3. Data hasil

Hasil pengolahan proses perhitungan akan secara otomatis di import oleh *autodesk inventor* sebagai parameter pembuatan 3D modeling.

4.1.1 Pemasukan Data

Spesifikasi masalah dan perkiraan dimensi tube dimasukkan dalam proses ini, sebagai acuan dalam proses perhitungan. Tampilan program proses pemasukkan data seperti ditunjukkan di gambar 4.1.

4.1.2 Proses perhitungan

Data akan diolah didalam proses ini sesuai.Tampilan program proses perhitungan seperti ditunjukkan di gambar 4.2.

4.1.3 Data hasil

Hasil perhitungan aka nditampilkan dalam data hasil ini. Tampilan program proses perhitungan seperti ditunjukkan di gambar 4.4.

DATA			
Shell Side Data		Tube Side Data	
Fluida :	<input type="text" value="-"/>		
Temperature		Temperature	
Form	Th1= <input type="text" value="200"/> °C	Form	Tc1= <input type="text" value="40"/> °C
To	Th2= <input type="text" value="90"/> °C	To	Tc2= <input type="text" value="78"/> °C
	Cph= <input type="text" value="2470.0"/> J/kg°C		Cpc= <input type="text" value="2050.00"/> J/kg°C
Flowrate	mh= <input type="text" value="20000.0"/> kg/hr	Flowrate	mc= <input type="text" value="70000.0"/> kg/hr
PHYSICAL PROPERTIES			
Thermal conductivity	k= <input type="text" value="0.132"/> W/m°C	Thermal conductivit	k= <input type="text" value="0.134"/> W/m°C
Viscosity	μ = <input type="text" value="0.0004"/> kg/ms	Viscosity	μ = <input type="text" value="0.0004"/> kg/ms
Density	ρ = <input type="text" value="730"/> kg/m ³	Density	ρ = <input type="text" value="820"/> kg/m ³
Prandtl Number	Pr= <input type="text" value="7.48"/>	Prandtl Number	Pr= <input type="text" value="48.95"/>
SHELL & TUBE DIMENSION ESTIMATION			
Tube Size			
Outside diameter	<input type="text" value="25.0"/> mm		
Pitch (Pt)	<input type="text" value=""/> mm		
Tube length (L)	<input type="text" value="5.0"/> m		
BWG	<input type="text" value=""/>		<input type="button" value="DESIGN"/>
Tube thickness	<input type="text" value=""/> mm		<input type="button" value="RESULT"/>
Tube arrangement	<input type="text" value=""/>		
<p>▶ 1-DATA DESIGN RESULT Int. /</p>			

Gambar 4.1. Tampilan program pemasukkan data

STEP 1			
Shell Side Data		Tube Side Data	
Fluida :	Crude oil	Fluida :	Kerosene
Temperature		Temperature	
Form	T _{h1} = 200 °C	Form	T _{c1} = 40 °C
To	T _{h2} = 90 °C	To	T _{c2} = 78 °C
Flowrate	m _h = 20000.0 kg/hr	Flowrate	m _c = 70000.0 kg/hr
STEP 2			
SHELL SIDE DATA		TUBE SIDE DATA	
Specific heat capacity	C _{ph} = 2470.00 J/kg°C	Specific heat capacity	C _{pc} = 2050.00 J/kg°C
Thermal conductivity	k= 0.132 W/m°C	Thermal conductivity	k= 0.134 W/m°C
Viscosity	μ= 0.0004 kg/ms	Viscosity	μ= 0.0004 kg/ms
Density	ρ= 730 kg/m³	Density	ρ= 820 kg/m³
Prandtl Number	Pr= 7.48	Prandtl Number	Pr= 48.95
STEP 3			
Duty	Q=M _c C _{pc} (T _{c2} -T _{c1})	1514.7 kW	
Assumed Overall Heat transfer coefficient		300 W/m²°C	
STEP 4			
Shell Diameter	0.837 mm	Tube Size	
		Outside diameter	19.05 mm
		Pitch (Pt)	23.81 mm
		Tube length (L)	5.0 m
		Inside diameter (Di)	14.85 mm
		BWG	13.0
		Tube thickness	2.1 mm
		Tube arrangement	Square
STEP 5			
Log Mean Temperature Different (LMTD)			
ΔT _m =	$\frac{(T_{h1}-T_{c2})-(T_{h2}-T_{c1})}{\ln((T_{h1}-T_{c2})/(T_{h2}-T_{c1}))}$	80.72	
True Temperature Different			
R=	$\frac{M_c C_{p,c}}{M_h C_{p,h}}$	2.8947	Temperature Correction factor
S=	$\frac{T_{c2}-T_{c1}}{T_{h2}-T_{c1}}$	0.2375	0.87 (tabel faktor koreksi)
STEP 6			
Heat Transfer Area		71.899 m²	
STEP 7			
Number of Tubes			
Area of one tube	A _o /N _t	0.2992 m²	
Number of Tubes	N _t =A _o /(πi ² dL)	240.0	

Gambar 4.2. Tampilan program perhitungan 2

STEP 8			
Tube side Heat reansfer Coefficient			
Reynolds number (Re)		3757.746	
Prandtl number (Pr)		48.955	
L/Di		336.700	
Nusselt number		92.272	
Heat transfer coefficient (hi)		832.620	W/m ² C
Baffle spacing		96.307	
	Number of Baffles		62.0
STEP 9			
Baffle Cut and type		25.0	%
			120.4 mm
STEP 10			
Shell Side Heat Transfer Coefficient			
Area for Cross Flow (As)		0.0106	m ²
Equivalent Diameter (De)		18.8025	mm
Shell side Volumetric Flow		0.0076	m ³ /s
Shell Side Velocity		0.7170	m/s
Mass Velocity		524.1090	kg/m ² s
Reynolds Number (Re)		#####	
Prandtl Number (Pr)		7.4800	
Nusselt Number (Nu)		165.8500	
Heat Transfer Coefficient (ho)		1164.3239	W/m ² C
STEP 11			
Material Of Construction	Carbon steel	Thermal Conductivity (k)	50.0 W/m ² C
Overall Heat Transfer Coefficient		Effectiveness & Number of Transfer Units	
Design	U _{o,calc} =	370.3704	W/m ² C
Clean	U _{o,calc} =	473.5321	W/m ² C
Assumed	U _{o,ass} =	300.0000	W/m ² C
		Effectiveness	0.0000
		Number of Transfer Units	0.0000
		Thermal Capacity Ratio	0.0000
STEP 12			
Shell Side Pressure Drop		Tube Side Pressure Drop	
Friction Factor (Jf)		0.0025	
			0.0043
Tube Side Pressure Drop		0.0498	
			0.6950
BACK			

Gambar 4.3. Tampilan program perhitungan 2

RESULT			
Shell Side Data		Tube Side Data	
Fluida :	Crude oil	Fluida :	Kerosene
Temperature		Temperature	
Form	Th1= 200 °C	Form	Tc1= 40 °C
To	Th2= 90 °C	To	Tc2= 78 °C
SHELL & TUBE DIMENSION ESTIMATION			
Shell Size		Tube Size	
Shell diameter	481.53	Outside diameter	19.05
Shell Thickness	9.53 mm	Pitch (Pt)	23.8 mm
Shell length (L)	5.0 m	Tube length (L)	5.0 m
		Tube thickness	2.1 mm
		Tube arrangement	square
		No of tubes	240.0
Baffle Size			
Baffle Diameter	478.3324		
Number of Baffle	52 mm		
Baffle Cut	120.3831 m		
Baffle Spasing	96.3065		
Baffle hole diameter	19.4469 mm		
			BACK
<p>▶ 1-DATA DESIGN RESULT Int. /</p>			

Gambar 4.4 Tampilan data hasil

Parameter Name	Unit	Equation	Nominal Value	Tol.	Model Value	Comment
- Model Parameters						
d4	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d6	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d12	mm	4740 mm	4740.000000	●	4740.000000	✓
d13	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d14	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d15	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d16	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d17	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d18	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d19	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d20	mm	723 mm	723.000000	●	723.000000	✓
d21	mm	359 mm	359.000000	●	359.000000	✓
d22	mm	2.0 mm	2.000000	●	2.000000	✓
d23	mm	728 mm	728.000000	●	728.000000	✓
d24	ul	1 ul	1.000000	●	1.000000	✓
d26	ul	6 ul	6.000000	●	6.000000	✓
d28	mm	2.0 mm	2.000000	●	2.000000	✓
d29	mm	728 mm	728.000000	●	728.000000	✓
d30	ul	1 ul	1.000000	●	1.000000	✓
d32	ul	6 ul	6.000000	●	6.000000	✓
d34	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d35	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d36	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d56	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d57	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d58	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓
d60	mm	0.0 mm	0.000000	●	0.000000	✓

Gambar 4.5 Tampilan data parameter

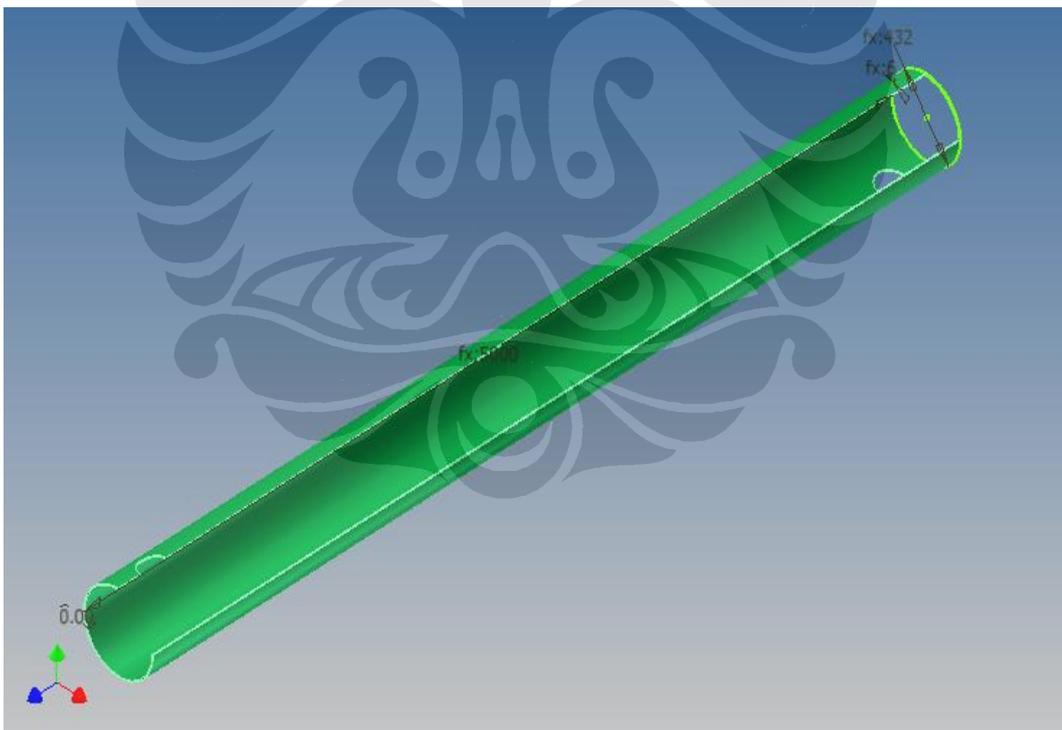
Data hasil pengolahan parameter kemudian akan menjadi acuan dimensi penggambaran modeling *shell and tube heat exchanger*. Fungsi-fungsi *assembly* dan *constrain* pada autodesk inventor akan melakukan perintah sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Tampilan parameter pada program autodesk inventor seperti ditunjukkan dalam gambar 4.5.

4.2 PEMODELAN 3D

Bentuk 3D modeling *shell and tube heat exchanger* seperti ditunjukkan dalam gambar 4.6, 4.7, 4.8, 4.9.



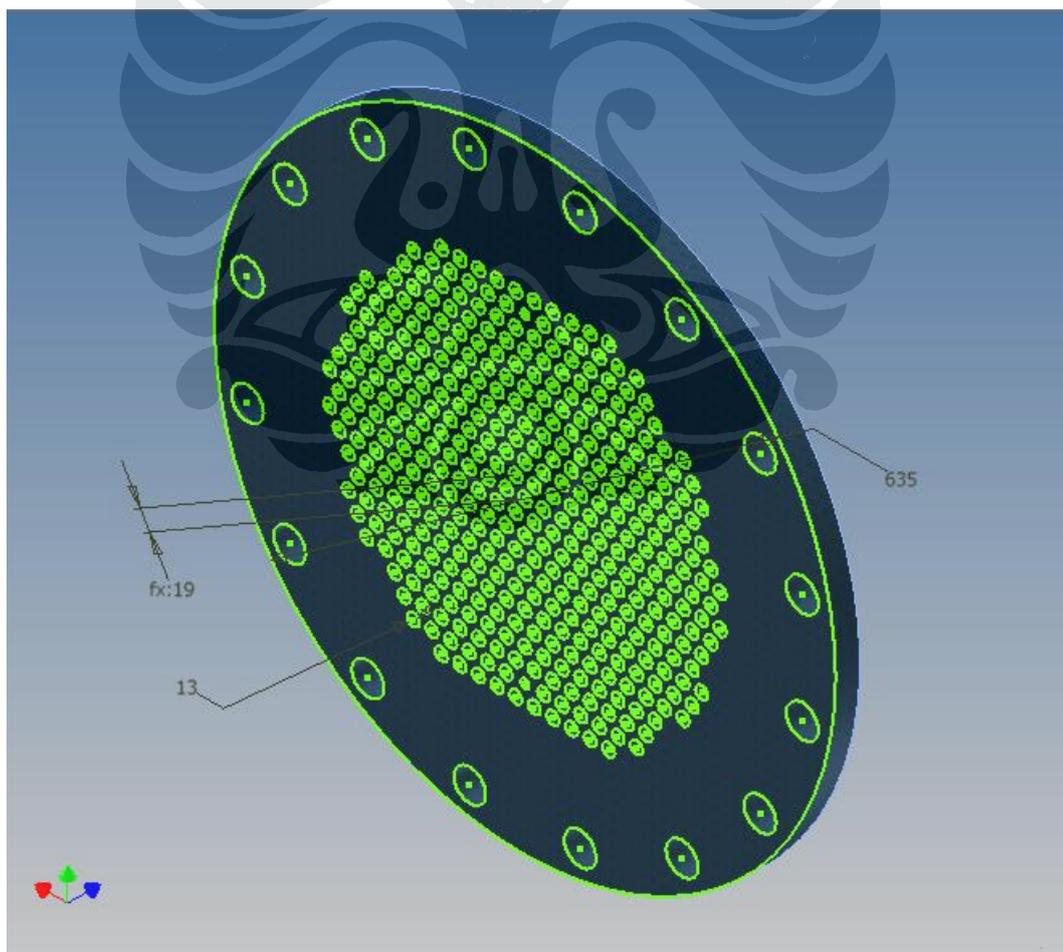
Gambar 4.6 3D *assembly* model



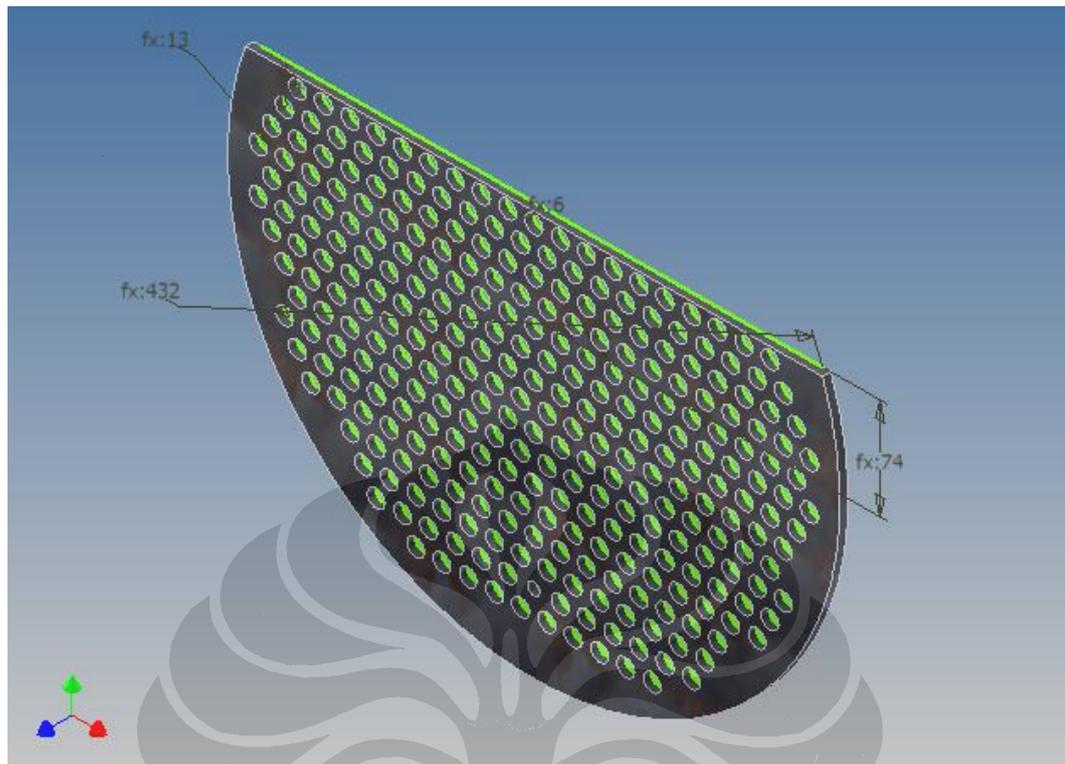
Gambar 4.7 3D model *shell*



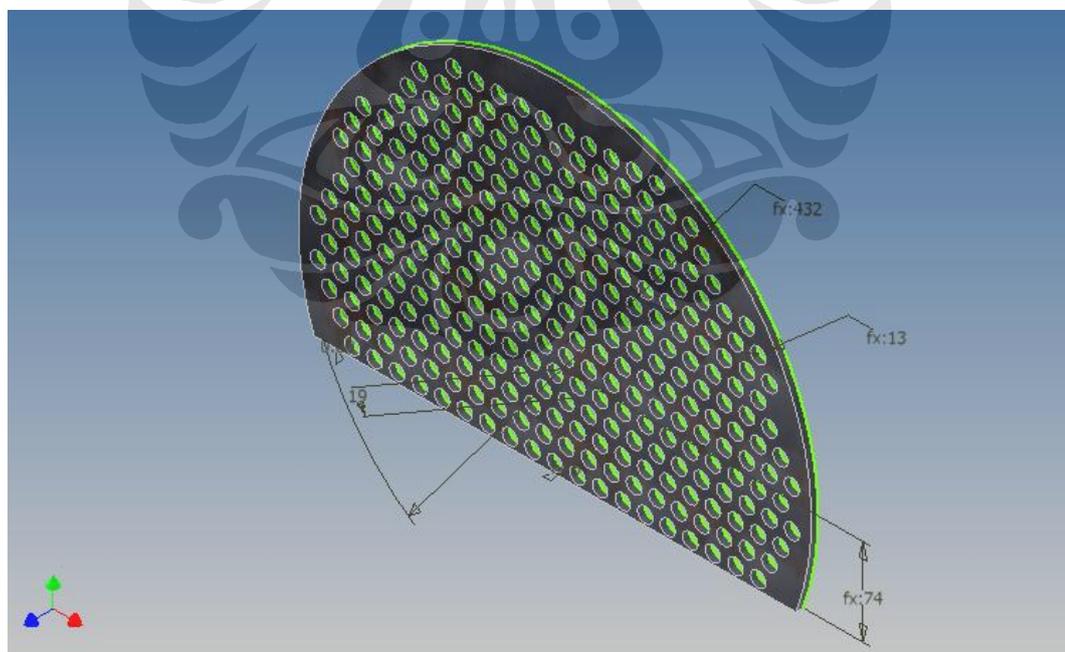
Gambar 4.8 3D model *tube*



Gambar 4.9 3D model tube sheet

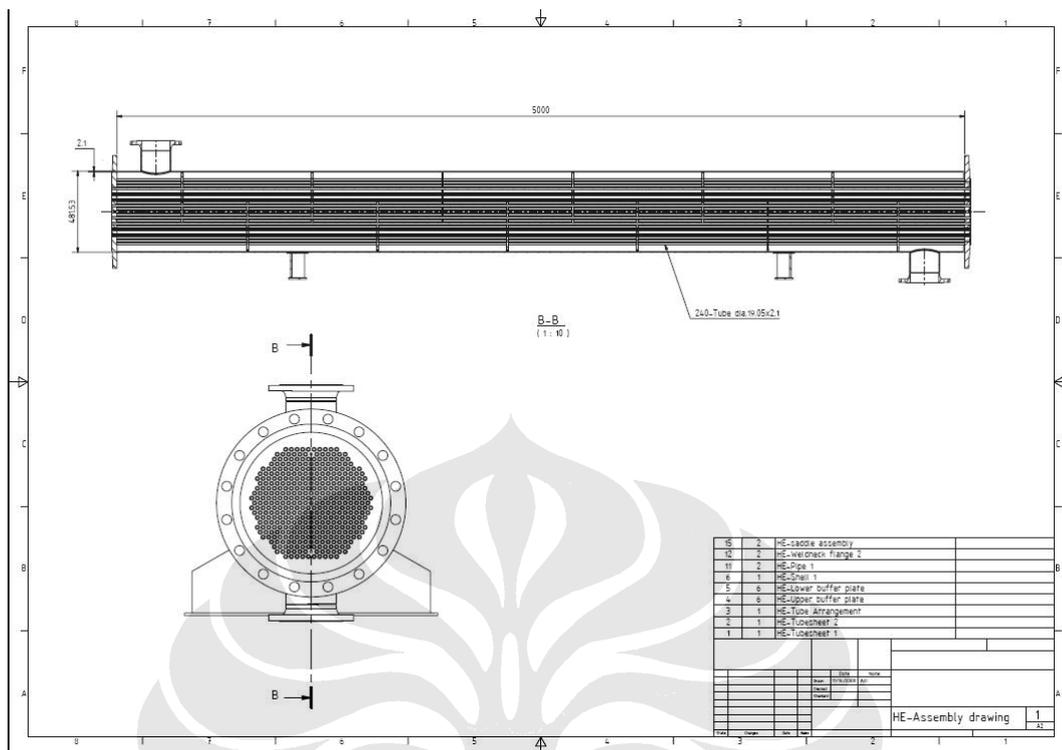


Gambar 4.10 3D model *lower baffle plate*



Gambar 4.11 3D model *upper baffle plate*

Gambar kerja shell and tube heat exchanger seperti ditunjukkan dalam gambar 4.5



Gambar 4.12 Tampilan gambar kerja susunan

4.3 EFEKTIFITAS PENGGUNAAN TEMPLATE

Untuk melihat nilai produktivitas penggunaan otomasi desain ini harus ada pembandingan terhadap penggunaan *Autodesk inventor*. Hal ini dilakukan agar memperlihatkan dengan jelas tingkat produktivitas dari penggunaan *Autodesk inventor*. Oleh karena itu media pembandingan dari aplikasi *Autodesk inventor* adalah penggunaan dari *Autocad* dalam pembuatan *Clamping* konstruksi transformer. Hal yang akan dibandingkan antara *Autocad* dan *Autodesk inventor* ialah waktu pengerjaan dalam pembuatan gambar kerja shell and tube Heat exchanger.

- PEMBUATAN GAMBAR DENGAN MENGGUNAKAN :
AUTOCAD

No.	JENIS KEGIATAN	WAKTU Pengerjaan
1	Pembuatan gambar assembly	180 menit
2	Pembuatan gambar detail Shell	20 menit
3	Pembuatan gambar detail Tube	10 menit
4	Pembuatan gambar detail Endplate	20 menit

5	Pembuatan gambar detail Baffle palte	20 menit
6	Pembuatan gambar detail Shell	20 menit
		270 menit

- PEMBUATAN GAMBAR DENGAN MENGGUNAKAN :
3D TEMPLATE AUTODESK INVENTOR

No.	JENIS KEGIATAN	WAKTU Pengerjaan
1	Update 3d model dan pembuatan pola tube (tube pattern)	20 menit
2	Update gambar kerja	10 menit
		30 menit

Perkiraan waktu penggambaran ini dilakukan oleh *drafter autocad* dengan pengalaman kerja 2 tahun dibidang industri migas.

Dari perbandingan waktu proses pengerjaan antara kedua jenis aplikasi di atas bahwa *autodesk inventor* memiliki tingkat produktivitas lebih tinggi dibanding AutoCad. Maka dengan hasil diatas pula telah terjadi peningkatan produktivitas antara sebelum dan sesudah penggunaan *autodesk inventor*, dimana nilai efisiensi waktu pengerjaan adalah :

$$\begin{aligned} \eta &= 280 / 30 \times 100\% \\ &= 900 \% \end{aligned}$$

Hasil analisa yang disimpulkan dari proses otomasi desain shell and tube heat exchanger dengan menggunakan *autodesk inventor* ini dapat mempercepat waktu pengerjaan 9kali lebih cepat dibandingkan dengan proses desain manual yang menggunakan Autocad 2D.