

PENGARUH *BAFFLE SPACING* TERHADAP EFEKTIVITAS PENUKAR PANAS *SHELL AND TUBE* JENIS *ORIENTATION TRIPLE-SEGMENTAL BAFFLE*

I Gede Darma Susila

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: isusilo16050754023@mhs.unesa.ac.id

I Made Arsana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: imadearsana@unesa.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan penukar panas jenis *shell and tube* untuk saat ini semakin luas utamanya dibidang industri dan teknologi. Banyak penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penukar panas tipe *shell and tube* agar proses produksi dapat berjalan secara maksimal, komponen penting *shell and tube* yang paling dominan berpengaruh terhadap nilai efektivitas adalah komponen *baffle*. Perancangan penukar panas yang baik sangat mutlak diperlukan agar mampu memberikan efektivitas perpindahan panas yang maksimal, salah satunya dengan susunan jarak *baffle*. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui pengaruh susunan jarak *baffle* atau *baffle spacing* terhadap efektivitas dan *pressure drop* pada penukar panas tipe *shell and tube* dengan menggunakan jenis *baffle* tipe *triple-segmental*. Objek penelitian eksperimen ini adalah penukar panas *shell and tube* tipe *triple-segmental* dengan variasi jarak *baffle* atau *baffle spacing*, dimana peletakan *baffle* dilakukan dengan variasi jarak antara lain 50 mm, 80 mm, dan 100 mm. Proses pengambilan data dimulai dari inputan fluida air dingin pada *shell* (T_{cin}) suhu 30°C dengan debit air 6 lpm dan inputan fluida air panas pada *tube* (T_{hout}) suhu 80°C dengan debit 4 lpm, kedua fluida tersebut masuk pada tabung *shell* sehingga terjadi proses pertukaran panas, selanjutnya pengambilan data *temperature* fluida dingin keluar (T_{cout}), fluida panas keluar (T_{hout}), dan tekanan air panas masuk (P_{in}) dan keluar (P_{out}). Data yang diperoleh kemudian dianalisa secara deskriptif yaitu pengambilan data dari alat ukur, hasil dari pengukuran dimasukkan dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Nilai *temperature* dan tekanan tersebut sebagai data awal untuk menghitung nilai efektivitas dan *pressure drop*.

Kata Kunci: *Baffle Spacing*, *Shell and Tube*, Perpindahan Panas, Variasi Sudut, *Pressure Drop*.

Abstract

The utilization of *shell and tube* heat exchangers is currently increasingly widespread, especially in the fields of industry and technology. Many studies have been conducted to improve the efficiency of *shell and tube* type heat exchangers so that the production process can run optimally, the important component of *shell and tube* that most dominantly affects the effectiveness value is the *baffle* component. A good heat exchanger design is absolutely necessary in order to provide maximum heat transfer effectiveness, one of which is the arrangement of *baffle* distances. The purpose of this research is to determine the effect of *baffle spacing* on the effectiveness and *pressure drop* in *shell and tube* type heat exchangers using a *triple-segmental* type *baffle*. The object of this experimental research is a *triple-segmental shell and tube* heat exchanger with variations in *baffle spacing*, where the placement of baffles is carried out with a variety of distances including 50 mm, 80 mm, and 100 mm. The data collection process starts from the input of cold water fluid in the *shell* (T_{cin}) temperature of 30 ° C with a water discharge of 6 lpm and hot water fluid input in the *tube* (T_{hout}) temperature of 80 ° C with a discharge of 4 lpm, the two fluids enter the *shell tube* so that the heat exchange process occurs, then taking data on the *dingan* fluid temperature out (T_{cout}), hot fluid out (T_{hout}), and hot water pressure in (P_{in}) and out (P_{out}). The data obtained is then analyzed descriptively, namely taking data from measuring instruments, the results of the measurements are entered in the table, and displayed in graphical form. The temperature and pressure values are the initial data for calculating the effectiveness and *pressure drop* values.

Keywords: *Baffle Spacing*, *Shell and Tube*, Heat Exchanger, Angle Variatoin, *Pressure Drop*.

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman dan meningkatnya inovasi energi, banyak penelitian dilakukan untuk membuat suatu peralatan yang dapat membantu manusia dalam meningkatkan suatu teknologi. Meningkatkan suatu energi salah satunya dengan cara meningkatkan efisiensi dan inovasi. Banyak peralatan yang digunakan dalam

meningkatkan efisiensi agar proses dalam produksi dapat di gunakan secara maksimal, salah satunya adalah *Heat Exchanger*.

Heat Exchanger adalah peralatan yang digunakan untuk pertukaran energi dalam bentuk panas antara sirkulasi fluida dengan suhu berbeda yang dapat terjadi melalui kontak langsung maupun kontak tidak langsung (Arsana, Budhikardjono, Susianto, & Altway, 2016).

Heat Exchanger adalah alat yang digunakan untuk mentransfer energi termal dari satu media ke media lainnya. Mediana mungkin dua atau lebih fluida, permukaan padat dan fluida, atau partikulat padat dan fluida, dan mereka harus berada pada suhu dan kontak termal yang berbeda. *Heat Exchanger* adalah salah satu peralatan yang paling banyak digunakan dalam industri proses untuk pendinginan, pemanasan, kondensasi, pendidihan atau penguapan. (Arsana, dkk, 2019).

Shell And Tube merupakan jenis *heat exchanger* yang pada umumnya lebih banyak digunakan. *Shell and tube* terdiri dari sejumlah *tube* yang terpasang didalam *shell* yang berbentuk silindris. Terdapat dua fluida yang mengalir, dimana satu fluida mengalir di dalam *tube*, dan yang lainnya mengalir diluar *tube*. (Sudrajat, 2017).

Umumnya *Heat exchanger* tipe *Shell and Tube* dibangun dari tabung dan baffle yang terkandung dalam cangkang silinder. Tujuan penggunaan baffle adalah mendapatkan aliran silang di dalam tabung di sisi cangkang, mengarahkan fluida dengan cara zigzag melintasi bundel tabung dan mengurangi getaran. Oleh karena itu, dampak keseluruhan baffle di *Heat exchanger* tipe *Shell and Tube* adalah peningkatan laju perpindahan panas serta menyebabkan penurunan tekanan di sisi shell dari penukar panas (Sudrajat, 2017).

Dalam penelitian (Ali, 2019) Jenis baffle yang digunakan dalam *Heat exchanger* tipe *Shell and Tube* hingga saat ini adalah segmental konvensional. Jenis baffle ini dibuat dari disk dengan area potong yang disebut baffle spacing, *Baffle spacing* memiliki beberapa jenis diantaranya *traditional baffle spacing*, *concave baffle spacing*, dan *convex baffle spacing*. *traditional baffle spacing* menghasilkan tekanan lebih rendah, sedangkan *concave baffle spacing* menghasilkan tekanan yang lebih besar.

Dalam penelitian (Kiswanto, 2018) Perpindahan panas dan penurunan tekanan aliran di dalam shell sangat dipengaruhi oleh *baffle spacing*. *Baffle spacing* bervariasi antara 50mm sampai 100mm dengan yang paling umum adalah 100mm dan *baffle spacing* yang optimal umumnya 100 mm, karena memberikan perpindahan panas tertinggi dengan penurunan tekanan terendah.

Penelitian Sebelumnya mengembangkan enam kasing dengan enam variasi baffle spacing. Setelah membandingkan semua hasil enam kasus, Peneliti menemukan bahwa baffle spacing adalah pemotongan optimal untuk baffle segmental tunggal, ini memberikan kombinasi terbaik dari kecepatan sisi shell dan aliran B dan menghasilkan turbulensi yang cukup untuk koefisien perpindahan panas yang lebih baik. (Satvirpal & Grewal, 2018)

Penelitian Sebelumnya menyebutkan bahwa untuk baffle spacing 12,5% menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 13,27% pada detik ke150, baffle spacing 80mm menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 11,85% pada detik ke-150, baffle spacing 50% menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 10,48% pada detik ke-150. (Mesin, Teknik, & Jember, 2013)

Penelitian sebelumnya melakukan penelitian dengan memvariasikan jarak baffle, *baffle spacing* dengan 50-100mm untuk laju aliran massa 28kg / detik, penurunan

tekanan dan komponen suhu diperoleh dalam setiap kasus. Penukar panas dengan kombinasi segmental dan baling-baling memiliki penurunan tekanan yang sangat kurang jika dibandingkan dengan segmental baffle. (Journal et al., 2016)

Penelitian Sebelumnya, simulasi numerik penukar panas tubular dilakukan untuk mempelajari efek *baffle* dan orientasi yang berbeda. Simulasi dilakukan untuk menghitung koefisien perpindahan panas pada kecepatan fluida yang berbeda. Disimpulkan bahwa penggunaan baffle memiliki dampak yang signifikan terhadap penukar panas tubular. (Shelke & Bhaiswar, 2017)

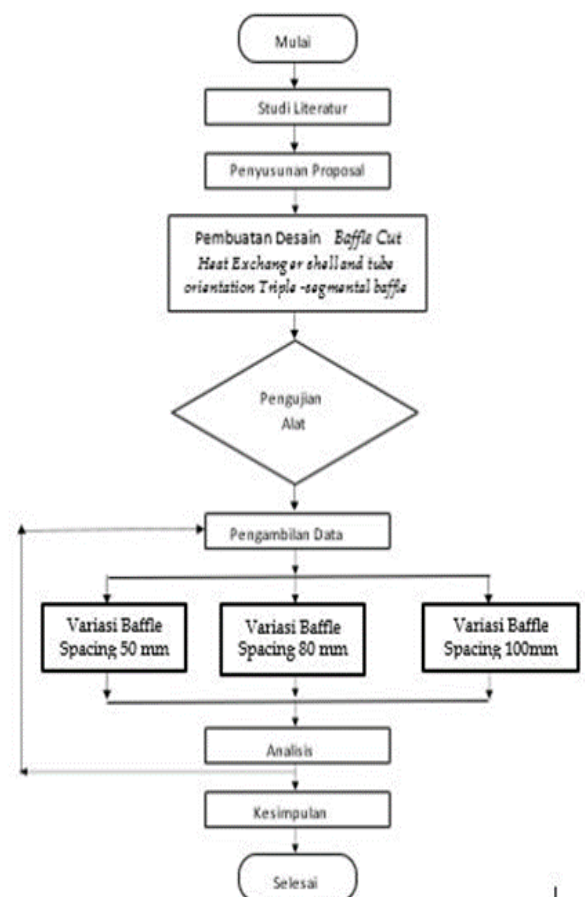
Penelitian Sebelumnya, studi perbandingan efektivitas *heat exchanger tipe shell and tube* dengan *helical baffle* dan *double segmental baffle*. Studi dilakukan untuk analisis data dan statistic deskriptif. Nilai efektivitas *helical baffle* 34,89% , sedangkan *double segmental baffle* 29,51%. Nilai *pressure drop* *helical baffle* sebesar

7.356,7 Pa, sedangkan *double segmental baffle* sebesar 14.478,9 Pa. (Laili, 2017)

Penelitian saat ini terfokus pada variasi *Baffle spacing* pada *Orientation* desain baffle sehingga penulis mengambil topik “Pengaruh *Baffle Spacing* Terhadap Efektivitas Penukar Panas *Shell and Tube* Jenis *Orientation Segmental-Baffle*”.

METODE

• Flowchart Penelitian



Gambar 1. Diagram Flowchart Penelitian

• Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu cara untuk menemukan suatu hubungan sebab akibat antara beberapa faktor yang saling berpengaruh. Eksperimen dalam penelitian ini dilaksanakan di laboratorium perpindahan panas dalam kondisi dan peralatan yang disesuaikan guna memperoleh data tentang pengaruh variasi *Baffle Spacing* 50mm, 80mm, 100mm terhadap efektivitas panas pada *shell and tube heat exchanger*.

• Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu nilai dari orang, obyek ataupun kegiatan dalam variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian diambil kesimpulannya. Variabel dalam penelitian eksperimen ini terdiri dari tiga macam yaitu: variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Penelitian ini terdiri dari beberapa variabel yaitu;

Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebasnya yaitu variasi *baffle spacing* sebesar 50mm, 80mm, dan 100mm. Penentuan ini berdasarkan pertimbangan variasi orientasi *baffle spacing* yang dapat berpengaruh pada *shell and tube heat exchanger*

Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya yaitu nilai efektivitas, dan *pressure drop* pada *shell and tube heat exchanger*

Variabel Kontrol

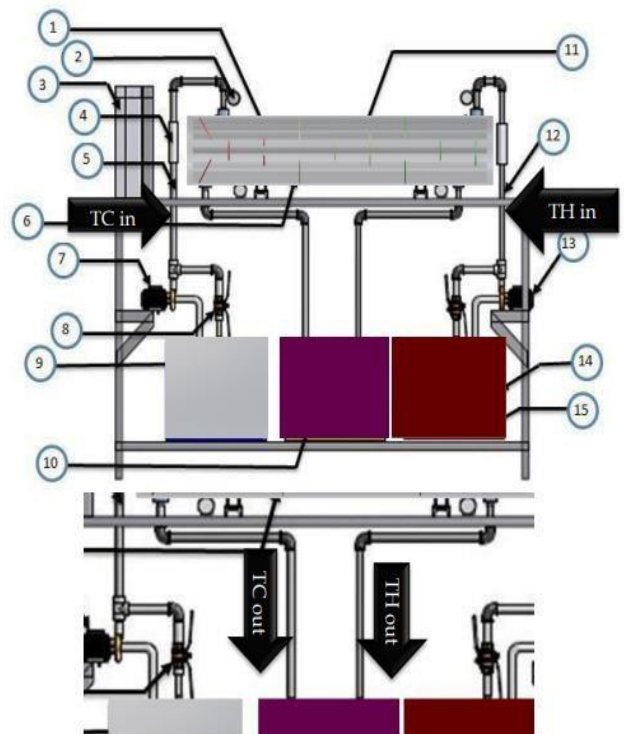
- Temperatur yang ditentukan pada temperatur fluida dingin adalah T_{cin} , yaitu sebesar 30°C sesuai dengan suhu ruangan.
- Kemiringan baffle menggunakan sudut adalah 30° .
- Temperatur yang ditentukan pada temperatur fluida panas adalah T_{cin} , yaitu sebesar 80°C .
- Mengatur regulator flowmeter dengan debit aliran fluida dingin 6 lpm.
- Mengatur regulator flowmeter dengan debit aliran fluida panas 4 lpm.

• Spesifikasi Baffle

Tabel 1. Spesifikasi *Baffle*

No.	Komponen	Klasifikasi Konstruksi	Dimensi
1	Fluida	Aliran	Counter flow
		Tipe perpindahan panas	Kontak tidak langsung
		Laluan fluida	Satu fase
		Fluida di sisi Shell	Air
		Fluida di sisi Tube	Air
		Temperatur fluida dingin inlet di sisi Shell	30
2	Shell	Temperatur fluida panas inlet di sisi Tube	80
		Diameter luar Shell	170 mm
		Diameter dalam Shell	164 mm
		Panjang Shell	960 mm
		Material Shell	Stainless steel
3	Tube	Jumlah laluan sisi Shell	1 laluan
		Jumlah Tube	12
		Diameter luar Tube	0.5 in
		Ketebalan Tube	0.8 mm
		Panjang Tube	966 mm
		Material Tube	Tembaga
		Jumlah laluan Tube	1 laluan
		Susunan Tube	Rotate Triangular 60°
4	Baffle	Tube pitch	45 mm
		Jarak Baffle	100 mm
		Material Baffle	Aluminium
		Ketebalan Baffle	3 mm
		Cut	20%, 30%, dan 40%

• Peralatan Eksperimen dan Instrumen Penelitian



Gambar 2. Skema Alat Uji

• Teknik Analisa Data

Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari instrument yang terdapat pada objek penelitian, dihitung secara teoritis dan disajikan

dalam bentuk tabel serta grafik sehingga hasil dari penelitian mudah dipahami. Eksperimen ini dilakukan untuk memberikan informasi serta mengilmiahkan berbagai fenomena yang terjadi pada objek eksperimen ketika dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi *baffle spacing* terhadap keefektifitasan pada *shell and tube heat exchanger*.

Prosedur Pengambilan Data

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

• Alat

- *Shell and tube heat exchanger prototype*
- Pompa fluida
- *Heating Element*
- *Thermocouple*
- Pipa saluran fluida
- Tangki fluida
- Katup
- MCB

• Bahan

Bahan yang digunakan adalah fluida panas berupa air (H₂O) yang dipanaskan menggunakan heater serta fluida dingin yang juga berupa air (H₂O)

• Instrumen

- *Thermocontrol* : Alat yang digunakan untuk mengontrol suatu mesin berdasarkan temperature
- *Pressure Gauge* : alat yang digunakan untuk mengukur tekanan

• Persiapan

Setelah semua peralatan pengujian terpasang (dengan *baffle spacing* yang digunakan untuk pengujian pertama dengan jarak *baffle* adalah 50 mm), terlebih dahulu dilakukan persiapan pengecekan perlengkapan penelitian. Alat-alat yang harus dicek diantaranya:

- Mengondisikan volume fluida panas pada tandon fluida panas masuk
- Mengondisikan volume fluida dingin pada tandon fluida dingin masuk
- Pompa fluida panas dan pompa fluida dingin untuk mensirkulasikan fluida yang akan masuk
- Kondisi valve pada saluran perpipaan Heat Exchanger shell and tube
- Membuka valve saluran by pass fluida dingin masuk
- Membuka valve saluran pembuangan fluida dingin ke tangki masuk fluida dingin
- Menutup valve saluran pembuangan fluida dingin ke tangki masuk fluida dingin
- Membuka valve saluran by pass fluida panas masuk
- Menutup valve saluran pembuangan fluida panas ke tangki masuk fluida panas
- Kondisi tangki fluida dingin dan fluida panas serta heater untuk memanaskan fluida panas

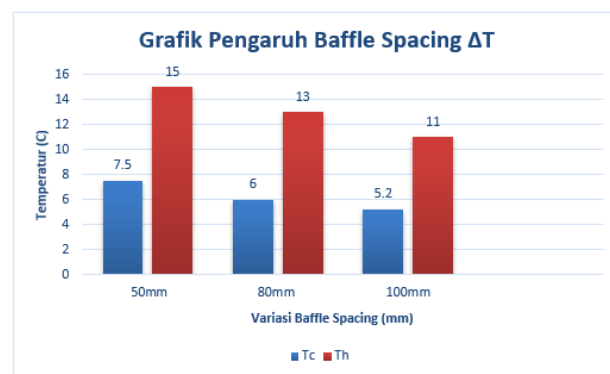
- Kondisi pipa saluran fluida dan tabung Heat Exchanger tipe shell and tube tidak bocor dengan cara menyalakan pompa fluida dingin dan fluida panas sehingga masing-masing fluida akan mengalir masuk ke dalam *Heat Exchanger*
- Regulator pada flow meter untuk menentukan debit aliran
- *Thermocontrol* untuk mengatur suhu dan menampilkan suhu yang terhubung ke beberapa sensor thermocouple.

• Pengambilan Data

Setelah semua peralatan pengujian terpasang (dengan *baffle spacing* yang digunakan untuk pengujian pertama adalah dengan jarak 50 mm) dan proses pengecekan peralatan sudah dilakukan, maka tahap pengambilan data dapat dilakukan sebagai berikut:

- Menyalakan heater untuk memanaskan fluida panas pada tangki fluida panas hingga temperature 80°
- Mengondisikan temperature masuk fluida dingin pada temperature 30°C (Jika suhu kurang dari 30°C maka tandon air fluida dingin dibawa keluar ruangan sehingga mendapatkan suhu 30°C, sedangkan jika suhu fluida dingin lebih dari 30°C maka dapat menggunakan air conditioner (AC) untuk mengondisikan suhu tepat 30°C
- Menyalakan pompa fluida dingin, sehingga fluida dingin masuk pada heat exchanger shell and tube dibagian shell hingga kondisi stabil (steady state) dengan waktu yang dibutuhkan ± 4 menit
- Mengatur regulator flowmeter untuk menentukan debit aliran fluida dingin sebesar 6 lpm
- Mengondisikan temperature masuk fluida panas pada temperature 80°C
- Membuka valve saluran pembuangan fluida panas ke tangki masuk fluida panas
- Menyalakan pompa fluida panas, sehingga fluida panas masuk pada *heat exchanger shell and tube* dibagian tube hingga kondisi stabil (steady state) (stabil dalam artian tidak terjadi perubahan temperature) dengan waktu yang dibutuhkan ± 2 menit
- Mengatur regulator flowmeter untuk menentukan debit aliran fluida panas sebesar 4 lpm. kedua fluida panas di sisi tube dan fluida dingin di sisi shell mengalami proses perpindahan panas, setelah itu dilakukan pengambilan data tekanan saat keadaan Steady (dalam artian tidak terjadi perubahan temperature), temperature fluida dingin keluar dan fluida panas keluar dengan waktu yang dibutuhkan ± 2 menit

- Mencatat tekanan yang terjadi pada saluran fluida dingin dan saluran fluida panas pada pressure gauge.
- Mencatat temperature yang terjadi di saluran fluida dingin masuk pada alat ukur display thermocontrol Tcin.
- Mencatat temperature yang terjadi di saluran fluida panas masuk pada display thermocontrol Thin
- Mencatat temperature yang terjadi pada fluida dingin keluar pada alat ukur display thermocontrol Tcout
- Mencatat temperature yang terjadi pada fluida panas keluar pada alat ukur display thermocontrol Thout
- Mengganti/Mengatur baffle spacing dengan variasi 80 mm dan 100 mm. Kemudian melakukan pengambilan data tersebut dimulai dari prosedur nomer 1 sampai 14 dengan pengulangan pengujian sebanyak 3 kali.



Gambar 3. Grafik Pengaruh *Baffle spacing* Terhadap Selisih Temperatur Fluida Masuk dan Fluida Keluar (ΔT). Hasil Perolehan Torsi

Gambar diatas menunjukkan menunjukkan bahwa pengaruh variasi baffle spacing terhadap suhu (ΔT) mengalami penurunan seiring meningkatnya baffle spacing baik pada fluida panas yang mengalir di tube maupun fluida dingin yang mengalir di dalam shell. Pada baffle spacing 50 mm (ΔTh) yang terjadi pada tube adalah 15 °C. Pada baffle spacing 80 mm nilai (ΔTh) menurun yaitu 13 °C, dan nilai (ΔTh) menurun lagi pada baffle spacing 100 mm sebesar 11 °C. Terlihat bahwa selisih temperatur fluida dingin masuk dan fluida dingin keluar (ΔTc) yang paling tinggi pada baffle spacing 50 mm dan selisih yang paling rendah yaitu pada baffle spacing 100 mm. Pada keadaan baffle spacing 50 mm (ΔTc) menunjukkan angka tertinggi yaitu 7.5 °C dan mengalami penurunan nilai (ΔTc) pada baffle spacing 80mm sebesar 6 °C . kemudian pada baffle spacing 100mm terlihat bahwa (ΔTc) semakin menurun menjadi 5.2 °C.

Dari gambar 3. bahwa pengaruh variasi *baffle spacing* terhadap temperatur (ΔT) fluida masuk dan fluida keluar menunjukan semakin kecilnya persentase *baffle spacing* akan memperbesar nilai ΔTh maupun ΔTc . Hal ini karena laju aliran fluida dingin pada persentase *baffle spacing* 50mm yang mengalir pada *shell* lebih rendah yaitu 0,0993 kg/s, sehingga waktu untuk proses pertukaran panas lebih banyak. Penjelasan ini sesuai dengan pernyataan oleh Rozi, F., & Arsana, M. (2021), yang menyatakan semakin tingginya temperatur, maka akan cepat menyerap panas dari fluida panas pada tube yang memiliki temperatur lebih tinggi ke fluida dingin yang memiliki temperatur lebih rendah.

Pengaruh Variasi *Baffle Spacing* Terhadap Nilai Log Mean Temperature Difference (LMTD)

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Penelitian

Tabel di bawah ini merupakan hasil eksperimen pengaruh variasi persentase *baffle spacing* terhadap proses heat exchanger *shell and tube tipe triple segmental* dengan beberapa parameter yang tertulis sebagai berikut.

Tabel 2. Pengaruh *Baffle Spacing* Terhadap Proses Heat Exchanger *Shell and Tube Tipe Triple Segmental*

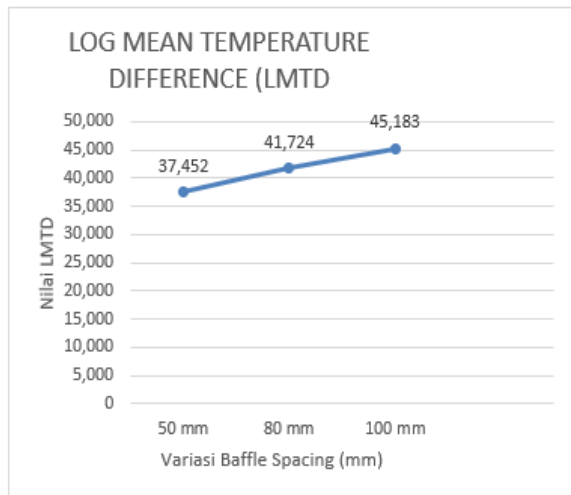
Baffle Cut (%)	Baffle Spacing (mm)	Qh (m ³ /s)	Qc (m ³ /s)	Thin (°C)	Tcin (°C)	Thout (°C)	Tcout (°C)	Pinlet (Pa)	Poutlet (Pa)
30%	50	0,00006	0,0001	80	30	65	37.5	19613,3	16636,37
	80	0,00006	0,0001	80	30	67	36	19613,3	17790,66
	100	0,00006	0,0001	80	30	69	35.2	19613,3	18490,66

Tabel 2 merupakan hasil pengambilan rata rata dari beberapa kali eksperimen, data yang diambil yaitu temperatur panas keluar (Thout), temperatur dingin keluar (Tcout), tekanan masuk (Pinlet) dan tekanan keluar (Poutlet). Selanjutnya mencari nilai karakteristik fluida pada setiap variasi *baffle spacing*, nilai karakteristik ini.

didapat dari tabel *thermophysical* pada buku perpindahan panas. Nilai ini sebagai data awal untuk mendapatkan nilai efektivitas dan *pressure drop* dengan beberapa persamaan yang telah di hitung dan dilampirkan.

• Analisa dan Pembahasan

Pengaruh Variasi *Baffle Spacing* Terhadap Selisih Temperatur Fluida Masuk dan Fluida Keluar (ΔT)



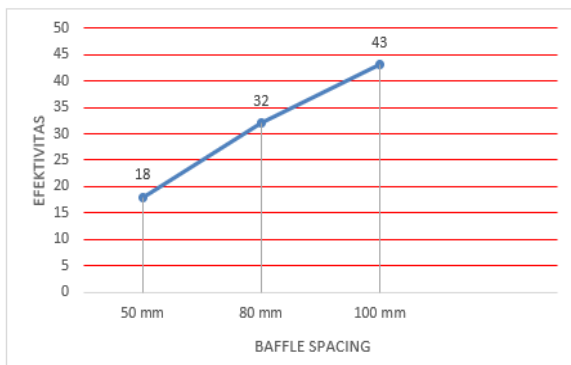
Gambar 4 Grafik Pengaruh Variasi *Baffle spacing* terhadap Laju Perpindahan Panas (q) Metode LMTD

Gambar 4 menunjukkan pengaruh variasi baffle spacing terhadap nilai LMTD yang menunjukkan kondisi variasi baffle spacing 50mm memiliki nilai LMTD sebesar 37,452 °K, kondisi variasi baffle spacing 80mm meningkat menjadi 41,724 °K, kemudian meningkat lagi pada variasi baffle spacing 100mm 45,183 °K. Hal ini dikarenakan laju perpindahan panas dipengaruhi oleh nilai koefisien perpindahan panas konveksi dan konduksi pada shell atau tube (Nada, Q., & Arsana, 2021).

Pengaruh variasi baffle spacing memberikan dampak terhadap luas aliran fluida (cross flow) yang melintasi permukaan luar tube sehingga berpengaruh pada koefisien perpindahan panas. Koefisien perpindahan panas konveksi yang terjadi pada shell lebih kecil daripada tube, hal ini menjadikan nilai perpindahan panas yang diserap fluida dingin besar, sehingga mengakibatkan nilai perpindahan panas juga besar.

Berbeda dengan penjelasan yang menyatakan bahwa nilai LMTD yang rendah kemungkinan besar pelepasan panas (heat losses) pada tube semakin kecil yang terbuang, artinya penyerapan panas oleh sistem shell and tube lebih baik (Nada, Q., & Arsana, 2021).

Pengaruh Variasi *baffle spacing* terhadap efektivitas shell and tube heat exchanger dengan metode effectiveness-NTU



Gambar 5 Grafik Pengaruh Variasi *Baffle spacing* terhadap Efektivitas

Gambar 5 Merupakan grafik pengaruh variasi baffle spacing terhadap nilai efektivitas shell and tube heat exchanger dengan metode effectiveness-NTU yang menggambarkan kenaikan nilai efektivitas dengan semakin besarnya jarak baffle spacing. Pada kondisi baffle spacing 50mm nilai efektivitas mencapai 18%, kondisi baffle spacing 80mm nilai efektivitas menurun menjadi 32%, dan saat baffle spacing 100mm nilai efektivitas menurun lagi menjadi 43%.

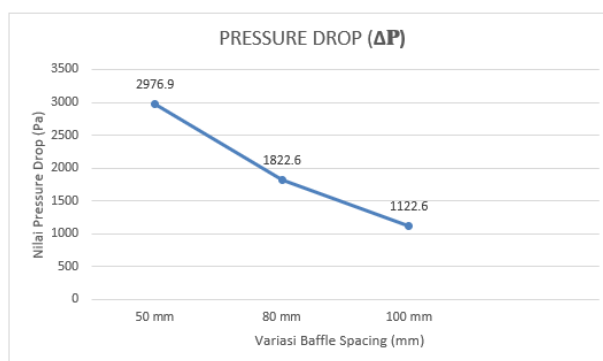
Hal ini di karenakan semakin kecil luasan potongan baffle yang bekerja pada heat exchanger semakin meningkat gesekan antara fluida dengan permukaan baffle, artinya fluida dingin di sisi shell mengalir lebih lambat sehingga lebih banyak waktu untuk menyerap panas, menyatakan nilai koefisiensi perpindahan panas dipengaruhi oleh kecepatan fluida dan panas spesifik.

Penjelasan ini sejalan sesuai dengan pernyataan oleh Pamuji, Lulus. (2017) nilai efektivitas berbanding lurus dengan nilai laju perpindahan fluida dingin. Rajive, 1998 yang menyatakan pemotongan yang ideal untuk pemotongan baffle diambil 50mm s/d 35% dari diameter shell, apabila pemotongan baffle diambil kurang dari 50mm atau lebih dari 35% dari diameter selongsong (shell) maka akan menurunkan penyerapan kalor. Pramesti, S. T., & Arsana, I. M. (2020) juga menyatakan penggunaan baffle akan meningkatkan koefisien perpindahan panas, efisiensi shell and tube dengan baffle tipe triple segmental akan menurun dengan meningkatnya jarak baffle atau baffle spacing.

Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Rajive, 1998 yang menyatakan pemotongan yang ideal untuk pemotongan baffle diambil 30% dari diameter shell dengan pemasangan berjarak 50mm atau baffle spacing. Nenad dkk, 1384 juga menyatakan penggunaan baffle spacing akan meningkatkan koefisien perpindahan panas, efisiensi shell and tube dengan baffle tipe triple segmental akan menurun dengan meningkatnya baffle spacing dari 50 mm sampai 100 mm. Hal ini sama Seperti pernyataan Soegijarto, R. A., & Arsana, M. (2021). bahwa Baffle spacing bervariasi antara 50mm sampai 100mm dan baffle spacing yang optimal umumnya 100mm, karena memberikan perpindahan panas tertinggi dengan penurunan tekanan terendah.

Selain itu Peningkatan efektivitas variasi baffle spacing di pengaruhi dengan bilangan Reynold. Hal ini menunjukan bahwa dengan meningkatnya turbulensi maka akan meningkatkan koefisien perpindahan panas dan akhirnya akan meningkatkan penyerapan kalor yang terjadi.

Pengaruh Variasi *baffle* Terhadap *Pressure Drop* (ΔP)

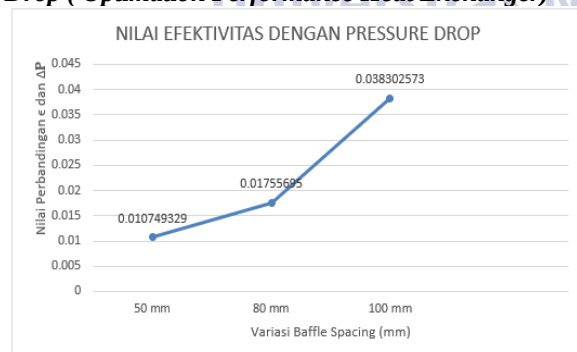


Gambar 6 Grafik Pengaruh Variasi sudut baffle terhadap *Pressure Drop* (ΔP)

Pada gambar 6 terlihat bahwa pengaruh variasi *baffle spacing* terhadap ΔP mengalami penurunan seiring bertambahnya variasi *baffle spacing*. Pada kondisi *baffle spacing* 50mm memiliki nilai *pressure drop* tertinggi sebesar 2976.93 Pa, Pada kondisi *baffle spacing* 80mm, nilai *pressure drop* menurun yaitu 1822.64 Pa. Nilai *pressure drop* menurun lagi pada *baffle spacing* 100mm sebesar 1122.64 Pa. Hal tersebut sesuai dengan analisis Zhang semakin kecil jarak *baffle* dari inlet maka semakin merugikan, yang artinya nilai *pressure drop* di sisi *shell* semakin tinggi.

Penurunan *pressure drop* pada *heat exchanger shell and tube* disebabkan oleh jenis aliran yang mengalir pada *shell*, menurut analisis Mustaza, (2015), menjelaskan Semakin besar nilai bilangan Reynolds peningkatan maka *pressure drop* semakin besar pula, pada kondisi aliran fluida pada variasi *baffle spacing* 50mm bilangan reynold lebih besar sehingga nilai *pressure drop* lebih besar, menurut penjelasan (Nada, Q., & Arsana, 2021), jika nilai *pressure drop* lebih tinggi hal itu karena laju aliran fluida lebih kecil, sehingga aliran lebih lambat yang menyebabkan nilai *pressure* meningkat.

Perbandingan Nilai Efektivitas dengan *Pressure Drop* (*Optimisation Performance Heat Exchanger*)



Gambar 7 Grafik Perbandingan Nilai Efektivitas dengan *Pressure Drop* (*Optimisation Performance Heat Exchanger*)

Gambar diatas terlihat nilai perbandingan antara efektivitas dengan *pressure drop* mengalami peningkatan seiring bertambahnya variasi *baffle spacing*. Nilai tertinggi 0,038302573 Pa terdapat pada variasi *baffle spacing* 100 mm, kemudian menurun pada *baffle spacing* 80mm dengan nilai 0,01755695 Pa, dan pada *baffle spacing* 50 mm mengalami penurunan lagi dengan nilai 0,010749329 Pa. Perhitungan perbandingan dilakukan karena arti nilai efektivitas berbanding terbalik dengan nilai *pressure drop*.

Apabila nilai efektivitas tinggi maka memiliki arti variasi *baffle spacing* tersebut merupakan hasil yang paling optimal yaitu pada Baffle Spacing 100mm, sedangkan jika nilai *pressure drop* tinggi berarti variasi *baffle spacing* tersebut merupakan variasi yang paling merugikan, yaitu pada variasi *baffle spacing* 50mm (Pramesti, S. T., & Arsana, I. M, 2020). *Baffle spacing* bervariasi antara 50mm sampai 100mm dengan yang paling umum adalah yang lebih besar dari 50mm, dan *baffle spacing* yang optimal umumnya 100 mm, karena memberikan perpindahan panas tertinggi dengan penurunan tekanan terendah. (Kiswanto, 2018).

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh variasi persentasi *baffle spacing* terhadap nilai efektivitas dan *pressure drop shell and tube heat exchanger*, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

- Terdapat pengaruh variasi *baffle spacing* terhadap nilai efektivitas perpindahan panas, pada variasi *baffle spacing* 50mm nilai efektivitas mencapai 18%, *baffle spacing* 80mm menghasilkan nilai efektivitas 32%, dan variasi *baffle spacing* 100mm nilai efektivitas menjadi 43%. Nilai efektivitas *shell and tube heat exchanger* meningkat seiring dengan membesarnya jarak antar *baffle* atau variasi *baffle spacing*, hal ini dikarenakan gesekan antara fluida dengan permukaan *baffle* yang terjadi lebih besar dengan laju aliran fluida mengalir lebih rendah dengan bilangan reynold lebih besar sehingga fluida dingin pada *shell* lebih banyak menyerap panas dengan baik
- Efektivitas paling optimal adalah variasi *baffle spacing* 100mm dengan nilai efektivitas 43%.
- Terdapat pengaruh variasi *baffle spacing* terhadap nilai *pressure drop*, pada variasi *baffle spacing* 50mm menghasilkan nilai *pressure drop* tertinggi sebesar 2976.9 Pa, pada kondisi *baffle spacing* 80mm nilai *pressure drop* menurun yaitu 1822.6 Pa, nilai *pressure drop* menurun lagi pada *baffle spacing* 100mm sebesar 1122.6 Pa. nilai *pressure drop* mengalami penurunan seiring bertambahnya jarak variasi *baffle spacing*, hal ini disebabkan semakin besar jarak *baffle spacing* maka semakin kecil gesekan fluida dengan *baffle*.
- Nilai *pressure drop* paling optimal terdapat pada *baffle spacing* 100 mm sebesar 1122.6 Pa.

Saran

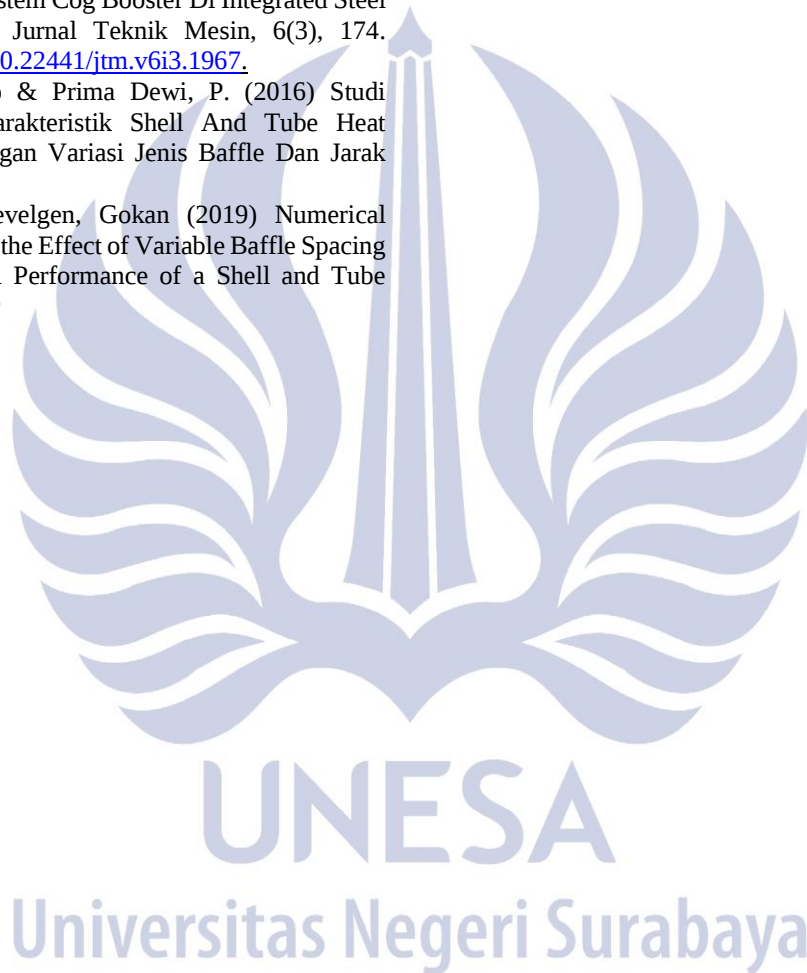
- Perlu ditambahkan variasi dan nilai variabel yang mampu mengoptimalkan hasil penelitian terkait pengaruh dari baffle spacing pada baffle bertipe triple segmental baffle terhadap efektivitas perpindahan panas.
- Penggunaan variasi jarak antar baffle atau baffle spacing dapat digunakan dalam bidang industri menengah, maupun industri yang berskala rumahan dan khususnya industri besar yang sangat memanfaatkan perpindahan panas agar mendapatkan hasil produksi yang lebih baik dan optimal.
- Perlu ada pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh baffle spacing pada baffle tipe triple segmental terutama untuk alat penukar panas tipe shell and tube yang berkapasitas lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitiya, A., & Ichsani, D. (2013). Simulasi Performansi *Heat Exchanger Type Shell And Tube Dengan Double Segmental Baffle Terhadap Helical Baffle*. 2(3)
- Ahmed, A., Ferdous, I. U., & Saha, S. (2017). Comparison of performance of shell-and-tube heat exchangers with conventional segmental baffles and continuous helical baffle. *AIP Conference Proceedings*, 1851. <https://doi.org/10.1063/1.4984695>.
- Ali, M. H. (2019). Experimental investigation of the effect of baffle cut shape on shell side pressure drop in shell and tube heat exchanger. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 42(2), 101–105. <https://doi.org/10.26480/jmerd.02.2019.101.105>
- Akbar, F. R., & Arsana, I. M. (2020). Effect of wire pitch on capacity of single staggered wire and tube heat exchanger using computational fluid dynamic simulation. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 33(8), 1637–1642. <https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.08b.22>
- Akpabio, E., Oboh, I., & Aluyor, E. O. (2009). The effect of baffles in shell and tube heat exchangers. *Advanced Materials Research*, 62–64, 694–699. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.62-64.694>.
- Anggoro, F., & Arsana, M. (2022). RANCANG BANGUN FIN TIPE HELICAL PADA PENUKAR PANAS DOUBLE PIPE. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(01), 35-40
- Ariwibowo, T. H. (2017). EXPERIMENTAL STUDY OF SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER ON VARIOUS TYPE AND SPACE OF BAFFLE . *HEAT EXCHANGER DENGAN VARIASI JENIS BAFFLE*
- Arsana, I. Made, Budhikardjono, K., Susianto, & Altway, A. (2016). Modelling of the single staggered wire and tube heat exchanger. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(8), 5591–5599
- Arsana, I Made, dkk. (2016). Optimization of The Single Staggered Wire and Tube Heat Exchanger. *Journal of Nopember Institute of Technology Surabaya (ITS)*
- Arsana, I. M., Putra, Y. R. R., Sari, H. N., Nurjannah, I., & Wahyuono, R. A. (2020). Optimized Hydraulic Diameter and Operating Condition of Tube Heat Exchanger for Food Industry – A Numerical Study. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 43(6), 329–338
- Bizzy, I., & Setiadi, R. (2013). Studi Perhitungan Alat Penukar Kalor Tipe Shell and Tube Dengan Program Heat Transfer Research Inc. (Htri). *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Sriwijaya*, 13(1), 67–76
- Incropera, Frank. 2002. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 7th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Joemer, C. S., Thomas, S., Rakesh, D., & Nidheesh, P. (2015). Optimization of Shell & Tube Heat Exchanger by Baffle Inclination & Baffle Cut. 4(12), 69–73
- Kiswanto, Yudha Dwi (2018). Optimisasi Pada Desain Ulang Shell and Tube Heat Exchanger Menggunakan Helical Baffle Di Pt . Pjb Up Paiton
- Khalfatirius, A. D., & Arsana, M. (2022). SIMULASI NUMERIK PENGARUH PITCH HELICAL FIN TERHADAP PRESSURE DROP PADA DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(01), 55-60
- kumar, N., & kumar Jhinge, D. P. (2014). Effect of Segmental Baffles at Different Orientation on the Performances of Single Pass Shell and Tube Heat Exchanger. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 15(9), 423–428. <https://doi.org/10.14445/22315381/ijett-v15p281>
- Kuppan, T. 2000. *Heat Exchanger Design Handbook*. New York: Marcel Dekker Inc
- Mesin, J. T., Teknik, F., & Jember, U. (2013). Efektivitas Heat Exchanger Tipe Shell and Tube
- Musilim, A. A., A. Nwagwo, and O. K. U. (2017). Effect of Baffle Cut Sizes on Temperature and Pressure Drop at Various Mass Flow Rate in a Shell and Tube Heat Exchanger. *Journal Homepage: Http://Www. Ijmra. Us*, 6(1), 1–10
- Nada, Q., & Arsana, (2019) RANCANG BANGUN BAFFLE BERSUDUT PADA HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE
- Pamuji, Lulus. 2017. Pengaruh Jarak Baffle Terhadap Efektivitas Heat Exchanger Tipe Shell and Tube dengan Double Segmental Baffle. *Skripsi. Teknik Mesin Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya*
- Pramesti, S. T., & Arsana, I. M. (2020). Experimental Study of Baffle Angle Effect On Heat Transfer Effectiveness Of The Shell And Tube Heat Exchanger Using Helical Baffle. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 43(3), 332–338
- Rozi, F., & Arsana, M. (2021). PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS MENGGUNAKAN NANOFLUIDA CuO–AIR PADA SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER. *Jurnal Teknik Mesin*,

9(02), 81-88

- Satvirpal, E., & Grewal, S. (2018). Study the Effect of Single Segmental Baffle cut on Overall Heat Transfer Coefficient in Shell and Tube Heat Exchanger. 3(6), 1 –7
- Shelke, K. S., & Bhaiswar, N. N. (2017). Experimental Investigation of Tubular Heat Exchangers to Enhance Performance Characteristics. 2(7), 8 –13
- Soegijarto, R. A., & Arsana, M. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Fluida Masuk Terhadap Efektivitas Heat Exchanger Shell And Tube Dengan Menggunakan Nanofluida TiO₂. Jurnal Teknik Mesin, 9(02), 131-136
- Sudrajat, J. (2017). Analisis Kinerja Heat Exchanger Shell & Tube Pada Sistem Cog Booster Di Integrated Steel Mill Krakatau. Jurnal Teknik Mesin, 6(3), 174. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i3.1967>.
- Teguh, H.Ariwibowo & Prima Dewi, P. (2016) Studi Eksperimen Karakteristik Shell And Tube Heat Exchanger Dengan Variasi Jenis Baffle Dan Jarak Antar Baffle
- Halil, bayram & Sevelgen, Gokan (2019) Numerical Investigation of the Effect of Variable Baffle Spacing on the Thermal Performance of a Shell and Tube Heat Exchanger





UNESA
Universitas Negeri Surabaya