

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

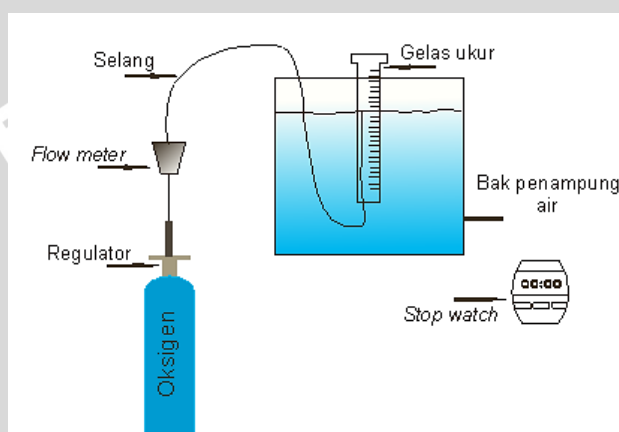
Pada penelitian *meso-scale combustion* ini, digunakan *combustor* dengan 5 diameter hidrolis yang berbeda dengan tujuan utama untuk mengetahui pengaruh diameter hidrolis terhadap daerah *flammability limit*, visualisasi nyala api dan temperatur dinding *combustor*. Dalam penelitian ini tidak ditentukan terlebih dahulu nilai rasio ekuivalen dan kecepatan reaktan yang akan diamati, tujuannya untuk mengetahui besarnya luas daerah *flammability limit* pada setiap *combustor* dengan diameter hidrolis yang berbeda.

Pada pengambilan data temperatur dan visualisasi bentuk nyala api berbeda dengan proses pengambilan data *flammability limit*. Pada proses pengambilan data ini ditentukan titik pengambilan data dengan menentukan kecepatan reaktan di jaga konstan 100 cm/s dengan rasio ekuivalen (Φ) sebesar 0.8, 1, dan 1.2. Variasi rasio ekuivalen dan kecepatan reaktan dilakukan dengan merubah komposisi debit oksidator dan bahan bakar.

4.1 Kalibrasi *Flow Meter* dan Data Hasil Penelitian

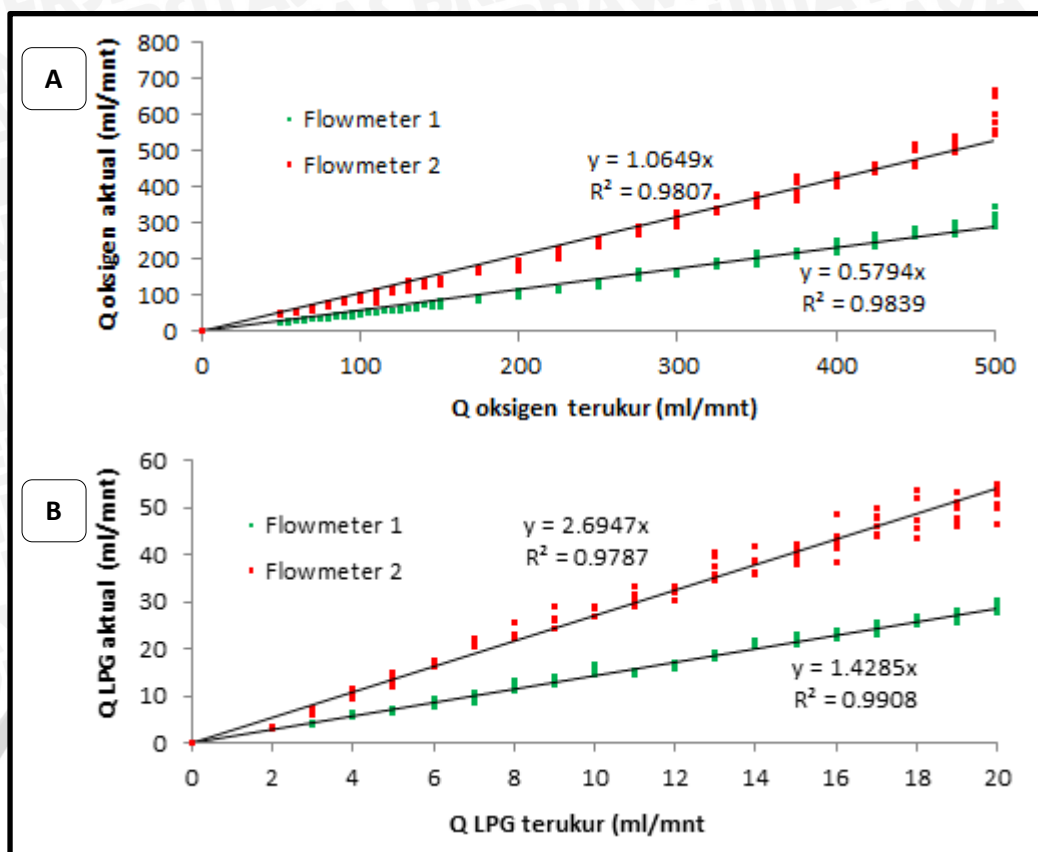
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada *meso-scale combustor* dengan menggunakan variasi diameter hidrolis maka didapatkan sejumlah data awal berupa debit oksidator (Q_{oksigen}) dan debit bahan bakar (Q_{LPG}). Data ini didapatkan pada kondisi dimana api menyala stabil di dalam *meso-scale combustor*. Data awal tersebut selanjutnya akan diolah menjadi data yang nantinya dapat menjadi grafik *flammability limit*. Pada grafik *flammability limit* dapat ditunjukkan batas-batas kestabilan nyala api yang disimbolkan dengan rasio ekuivalen (Φ). Ada dua batas yang terdapat pada rasio ekuivalen, yaitu *lower limit* dan *upper limit*. Daerah yang di batasi oleh *lower limit* dan *upper limit* merupakan suatu kondisi dimana api dapat menyala stabil pada konsentrasi reaktan tertentu. *Lower limit* merupakan daerah dengan konsentrasi udara tertinggi, sedangkan *upper limit* pada konsentrasi udara terendah untuk debit bahan bakar yang sama. Atau dengan kata lain *lower limit* merupakan suatu keadaan dimana api dapat menyala stabil di dalam *combustor* pada campuran debit udara maksimal dengan debit bahan bakar tertentu, sedangkan *upper limit* adalah keadaan dimana api dapat menyala stabil di dalam *combustor* pada campuran debit udara minimal dengan debit bahan bakar tertentu.

Pada masing-masing pengukuran debit bahan bakar dan oksidator menggunakan dua buah *flow meter*, karena api masih dapat menyala stabil dengan debit yang lebih besar oleh karena itu digunakan dua buah *flow meter* untuk melihat daerah *flammability limit*. *Flow meter* yang digunakan untuk debit LPG menggunakan *flow meter* untuk C_3H_8 sedangkan *flow meter* yang digunakan untuk mengukur debit oksigen adalah *flow meter* untuk oksidator udara, sehingga diperlukan proses kalibrasi sebelum digunakan untuk pengambilan data. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara debit yang terukur dan debit aktual. Proses kalibrasi oksigen dilakukan seperti skema pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Skema proses kalibrasi *flow meter* oksigen.

Proses kalibrasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 adalah proses kalibrasi *flow meter* untuk oksigen, diawali dengan mengisi penuh air bak penampung dan gelas ukur. Gelas ukur yang terisi air diposisikan terbalik, selanjutnya mengalirkan oksigen dari tabung oksigen dengan mengatur debit oksigen menggunakan *flow meter* yang terhubung dengan selang. Ujung selang yang dialiri oksigen tersebut dimasukkan ke dalam gelas ukur sampai batas permukaan air dalam gelas ukur. Volume air pada gelas ukur akan terus berkurang, seiring hal ini posisi gelas ukur ditarik ke atas sehingga permukaan air di dalam gelas ukur dan di luar gelas ukur dijaga tetap sama. Perbedaan volume air pada gelas ukur yang semakin berkurang yang terlihat di ukuran gelas ukur akan di catat setiap beberapa penurunan garis dengan lamanya waktu yang ditunjukkan. Kalibrasi pada *flow meter* LPG prosesnya sama dengan kalibrasi *flow meter* oksigen yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Hanya tabung oksidator diganti dengan tabung LPG. Hasil proses kalibrasi yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 (A) Kalibrasi *flow meter* oksigen (B) Kalibrasi *flow meter* LPG.

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah debit LPG dan debit oksigen. Pada pengambilan data *flammability limit* tidak ditentukan kisaran debit yang akan diambil karena untuk mengetahui besarnya luas daerah *flammability limit*. Sedangkan pada pengambilan data temperatur dan visualisasi bentuk nyala api di tentukan terlebih dahulu kecepatan reaktan dan rasio ekuivalennya. Campuran debit bahan bakar dan oksidator untuk pengambilan data temperatur dinding *combustor* dan visualisasi nyala api di tentukan seperti pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data untuk pengambilan visualisasi bentuk nyala api dan temperatur dinding *combustor*.

No	Q _{Oksigen} terukur (ml/min)		Q _{LPG} terukur (ml/min)		Q _{Oksigen} aktual (ml/min)	Q _{LPG} aktual (ml/min)	ϕ	V tot (cm/s)
	1	2	1	2				
1	400	99	16.2	0	337.185	23.142	0.40	100.09
2	454	50	19	6.2	316.293	43.849	0.80	100.04
3	438	50	19	9.7	307.022	53.280	1.00	100.08
4	410	57	20	12.4	298.253	61.984	1.20	100.07

Pada penelitian ini, peneliti mengalami keterbatasan pengambilan data dikarenakan *flow meter* hanya dapat membaca sampai pada debit tertentu. Pada *flow meter* (1) udara hanya dapat membaca debit sampai 500 atau 289.7 ml/menit pada oksigen dan *flow meter* (2) udara hanya dapat membaca debit sampai 500 atau 532.45 ml/menit pada oksigen. Dimungkinkan terdapat kondisi dimana api masih dapat stabil di dalam *combustor* pada debit oksigen diatas debit tersebut. Pada *flow meter* bahan bakar juga mengalami hal demikian, *flow meter* (1) bahan bakar C_3H_8 yang digunakan hanya dapat membaca debit sampai 20 atau 28.57 ml/menit pada LPG dan *flow meter* (2) bahan bakar C_3H_8 yang digunakan hanya dapat membaca debit sampai 20 atau 53.894 ml/menit pada LPG. Kemungkinan untuk kondisi api masih dapat stabil di dalam *combustor* pada debit bahan bakar di atas debit tersebut dapat terjadi. Sehingga dalam proses pengambilan data sebenarnya, api masih mungkin dapat stabil di luar daerah *flammability limit* yang di peroleh dari penelitian ini.

4.2 Perhitungan Data Penelitian

4.2.1 Menentukan rasio ekuivalen (Φ)

Rasio ekuivalen diperoleh dari nilai perbandingan antara *oxygen fuel ratio* teoritis (OFR_{stoic}) dengan *oxygen fuel ratio* aktualnya (OFR_{act}). Nilai OFR stoikiometri diperoleh dari hasil perhitungan pada bab II (2-5) sebesar 5.75. nilai OFR aktual diperoleh dari hasil penelitian, merupakan perbandingan antara debit oksigen dan debit bahan bakar aktual.

$$\Phi = \frac{OFR_{stoic}}{OFR_{act}}$$

$$\Phi = \frac{(Q_{oksigen}/Q_{bb})_{stoic}}{(Q_{oksigen}/Q_{bb})_{act}}$$

$$\Phi = \frac{(5.75)_{stoic}}{(316.293/43.849)_{act}}$$

$$\Phi = 0.8$$

4.2.2 Menentukan kecepatan total reaktan (v total)

Untuk menentukan kecepatan total reaktan, diperoleh dengan perbandingan antara jumlah debit bahan bakar dan debit oksidator dengan luas penampang *combustor*.

$$V_{total} = \frac{(Q_{oksigen} + Q_{bb})_{act}}{60 \left(\frac{A}{100} \right)}$$

$$V_{total} = \frac{(316.293 + 43.849)_{act}}{60 \left(\frac{6}{100} \right)}$$

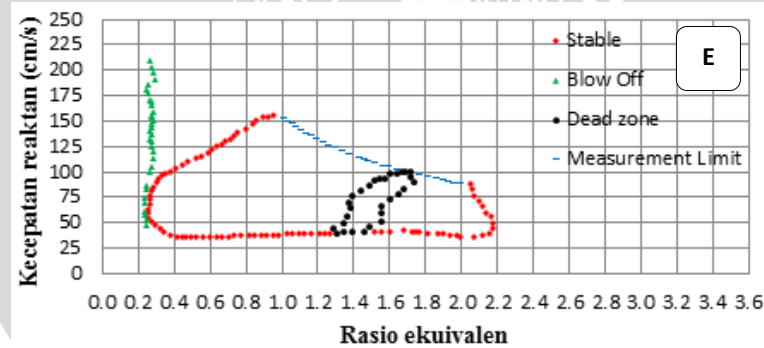
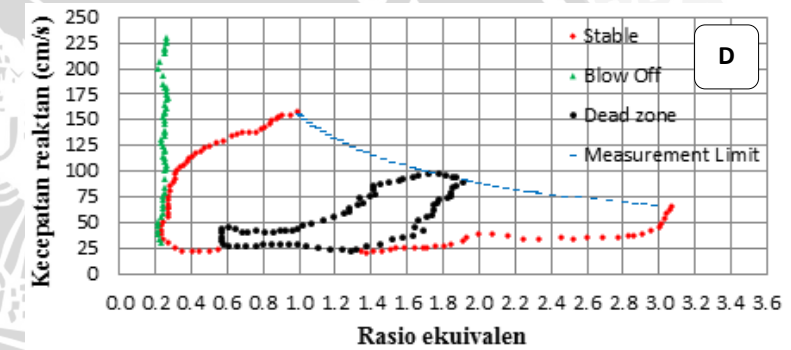
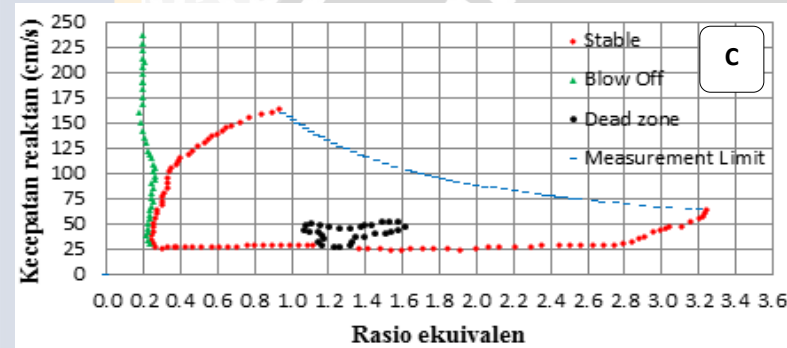
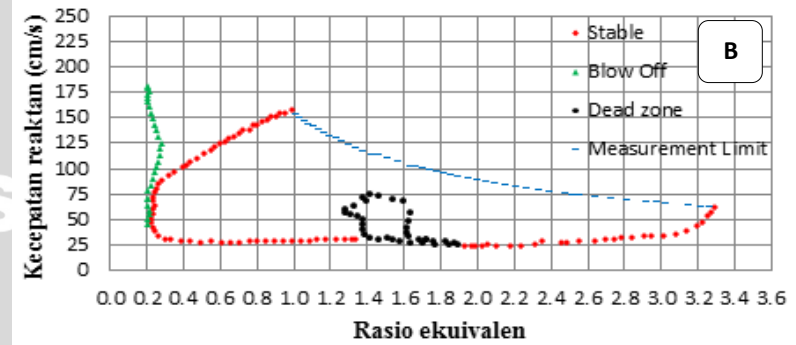
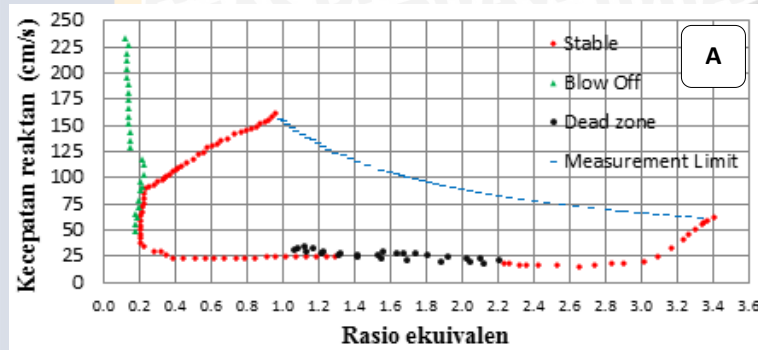
$$V_{total} = 100 \text{ cm/s}$$

4.3 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luas daerah *flammability limit*, bentuk visualisasi nyala api dan besarnya temperatur dinding *combustor* pada *meso-scale combustor* dengan 5 variasi diameter hidrolis.

4.3.1 Flammability Limit

Pada suatu proses pembakaran, pembakaran akan terjadi jika terdapat campuran antara bahan bakar dan oksidator yang sesuai. Pada *flammability limit* terdapat kisaran campuran bahan bakar dan oksidator yang menyebabkan nyala api. Daerah dimana api dapat menyala dengan stabil di dalam *combustor (flammability limit)* ditunjukkan pada gambar 4.3.

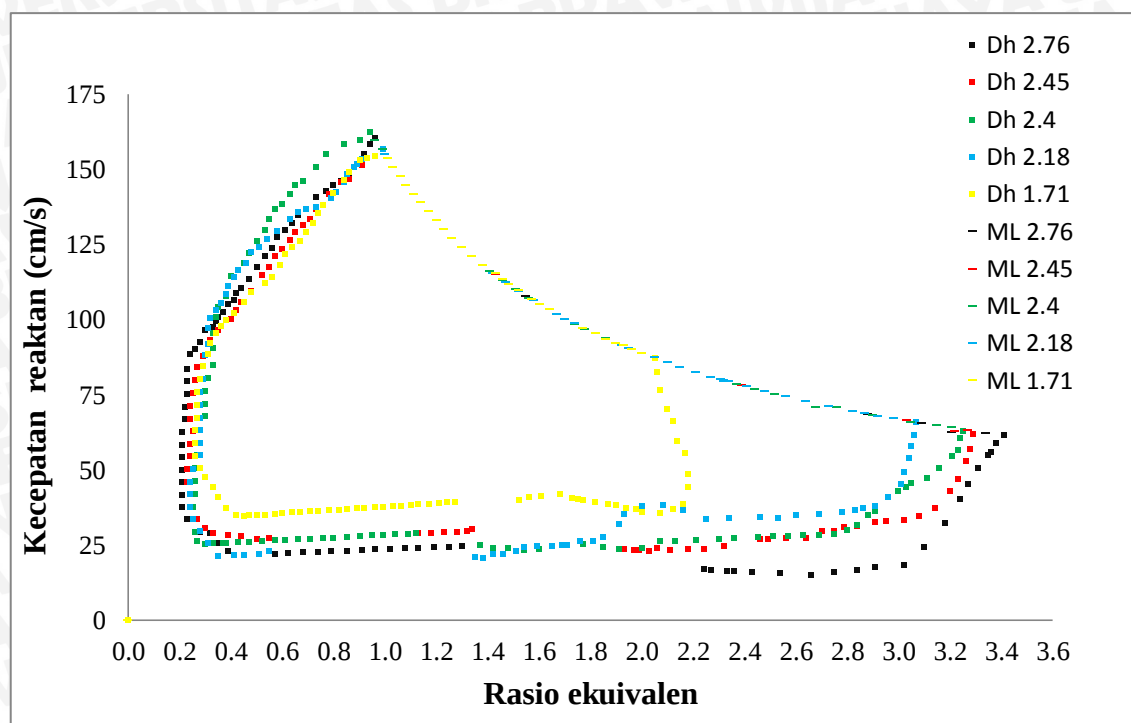


Gambar 4.3 Grafik *flammability limit* pada *meso-scale combustor* dengan diameter hidrolis (A) 2.76, (B) 2.45, (C) 2.4, (D) 2.18, dan (E) 1.71.

Gambar 4.3 menunjukkan grafik *flammability limit* pada *meso-scale combustor* dengan variasi diameter hidrolis. Pada grafik daerah api dapat menyala stabil ditunjukkan dengan titik berwarna merah, daerah *blow off* ditunjukkan dengan titik berwarna hijau. Sedangkan daerah *dead zone* ditunjukkan dengan titik berwarna hitam dan *measurement limit* ditunjukkan dengan titik berwarna biru.

Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa daerah *flammability limit* yang terluas diperoleh pada *combustor* dengan diameter hidrolis 2.76. Pada diameter hidrolis 2.76 luas daerahnya ditunjukkan dengan rasio ekuivalen terendah (LFL) sebesar 0.21 serta rasio ekuivalen tertinggi (UFL) sebesar 3.41, kecepatan reaktan terendah yang dihasilkan sebesar 15.06 cm/s dengan kecepatan reaktan tertingginya sebesar 158.24 cm/s. Daerah *flammability limit* yang terluas kedua adalah diameter hidrolis 2.45, dengan rasio ekuivalen terendah (LFL) sebesar 0.23 dan rasio ekuivalen tertinggi (UFL) sebesar 3.28, kecepatan reaktan terendah yang dihasilkan sebesar 22.85 cm/s dengan kecepatan reaktan tertingginya adalah 156.62 cm/s. *Meso-scale combustor* dengan pada diameter hidrolis 2.4 memiliki luas daerah *flammability limit* yang hampir sama dengan diameter 2.45, dengan rasio ekuivalen terendah (LFL) sebesar 0.25 dengan rasio ekuivalen tertinggi (UFL) sebesar 3.25, kecepatan reaktan terendah yang dihasilkan sebesar 23.47 cm/s dengan kecepatan reaktan tertingginya adalah 162.54 cm/s. Luas daerah *flammability limit* yang keempat ditunjukkan oleh *combustor* dengan diameter hidrolis 2.18. Pada gambar 4.3 terlihat jelas daerah *flammability limit*-nya lebih sempit, luas daerahnya ditunjukkan dengan rasio ekuivalen terendah (LFL) sebesar 0.24 dengan rasio ekuivalen tertinggi (UFL) sebesar 3.07, kecepatan reaktan terendah yang dihasilkan sebesar 20.55 cm/s dengan kecepatan reaktan tertingginya sebesar 156.62 cm/s. Sedangkan *combustor* dengan diameter hidrolis 1.71 memiliki luas daerah *flammability limit* yang paling sempit. Ditunjukkan dengan rasio ekuivalen terendah (LFL) sebesar 0.26 dengan rasio ekuivalen tertinggi (UFL) sebesar 2.18, kecepatan reaktan terendah yang dihasilkan sebesar 34.69 cm/s dengan kecepatan reaktan tertingginya sebesar 155.14 cm/s.

Kondisi ini tentu saja dapat berubah lebih luas jika *flow meter* yang digunakan dapat membaca debit LPG dan oksigen yang lebih besar lagi. Hal ini ditandai dengan titik berwarna biru yang menunjukkan batas pengukuran (ML). Apabila *flow meter* dapat mensuplai debit lebih besar lagi, maka daerah ini dimungkinkan akan menutup atau tidak berbentuk cekungan kembali, daerah *flammability limit*-nya yang dihasilkannya juga akan lebih luas.



Gambar 4.4 Grafik *flammability limit* pada *meso-scale combustor* dengan variasi diameter hidrolis.

Pada Gambar 4.4 ditunjukkan kecenderungan perbedaan luas daerah *flammability limit* yang dipengaruhi oleh besarnya ukuran diameter hidrolis (D_h) *combustor*. Semakin kecil diameter hidrolis *combustor* maka luas daerah *flammability limit* yang dihasilkan juga semakin sempit. Hal ini berhubungan dengan sulitnya menjaga stabilitas nyala api yang disebabkan kehilangan panas (*heat loss*) yang semakin meningkat terkait dengan *surface to volume ratio* yang semakin besar. Semakin kecil ukuran diameter hidrolis *combustor* maka temperatur dinding yang dihasilkan semakin meningkat namun luas daerah *flammability limit* menjadi semakin sempit. Semakin kecil diameter hidrolis *combustor* dengan luas penampang yang sama, luas permukaan *combustor* semakin besar. Sehingga dengan nilai volume ruang bakar yang sama pada setiap *combustor*, perpindahan panas yang terjadi dari proses pembakaran ke dinding *combustor* menjadi semakin meningkat. Perbedaan luas permukaan *combustor* ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Spesifikasi *combustor*.

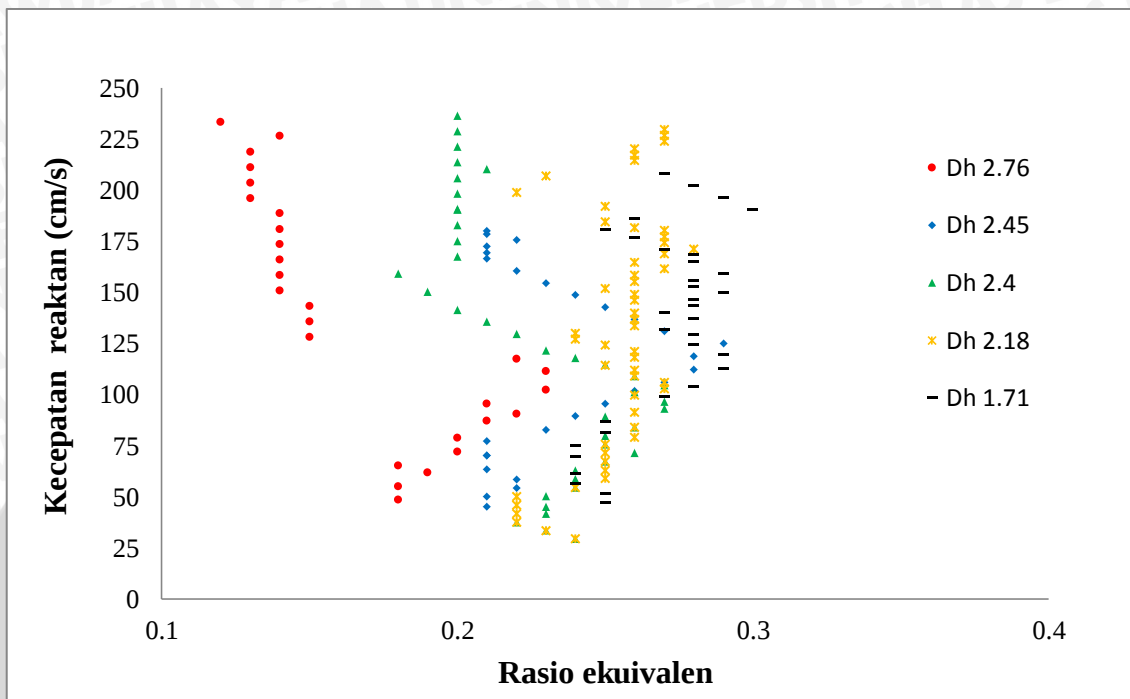
Tipe Combustor	r	x	y	AR	Luas Penampang	Luas Permukaan	Volume	Dh
1	2.76	-	-	-	6	69.3	48	2.76
2	-	2.45	2.45	1	6	78.4	48	2.45
3	-	3	2	1.5	6	80	48	2.4
4	-	4	1.5	2.67	6	88	48	2.18
5	-	6	1	6	6	112	48	1.71

Selain dipengaruhi oleh ukuran *combustor* dan campuran debit bahan bakar dengan oksidator yang disuplai, peran *flame holder* juga sangat penting terhadap kestabilan api di dalam *combustor*. *Flame holder* berfungsi sebagai tempat menempelnya nyala api, sekaligus untuk meningkatkan *heat recirculation* dari dinding. Sehingga dapat meningkatkan temperatur api dan kecepatan pembakaran yang sangat berpengaruh pada luas daerah *flammability limit*.

Flame holder yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk lingkaran dengan celah pada samping kanan dan kiri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Variasi ukuran diameter hidrolis dengan luas penampang yang sama mengakibatkan bentuk penampang *combustor* yang dihasilkan bervariasi. Hal ini mempengaruhi aliran yang masuk melewati celah pada *flame holder*.

Pada *combustor* dengan diameter hidrolis 1.71 dengan penampang berbentuk persegi panjang, maka celah pada *flame holder* dapat lebih terlihat dibandingkan *combustor* dengan diameter hidrolis 2.18 dan 2.4. Begitu juga pada *combustor* dengan diameter hidrolis 2.45 dan 2.76 dengan penampang berbentuk persegi dan lingkaran, celah *flame holder* yang terlihat akan semakin menyempit. Hal ini mengakibatkan aliran reaktan yang masuk ke ruang bakar melalui celah *flame holder* berbeda-beda. Dengan variasi diameter hidrolis yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. Aliran reaktan yang masuk ruang bakar melalui celah *flame holder* pada diameter hidrolis 1.71, ketika proses reaksi pembakaran akan lebih cepat terjadi proses perpindahan panas ke dinding *combustor* (*heat loss*) karena jarak api dengan dinding yang semakin dekat dan luas permukaan yang semakin besar. Sehingga menyebabkan luas daerah *flammability limit* yang dihasilkan semakin

menyempit. Luas daerah *flammability limit* yang paling luas dihasilkan oleh *combustor* dengan diameter hidrolis 2.76, di ikuti dengan diameter hidrolis 2.45, 2.4, 2.18 dan luas daerah *flammability limit* yang paling sempit di hasilkan pada diameter hidrolis 1.71.

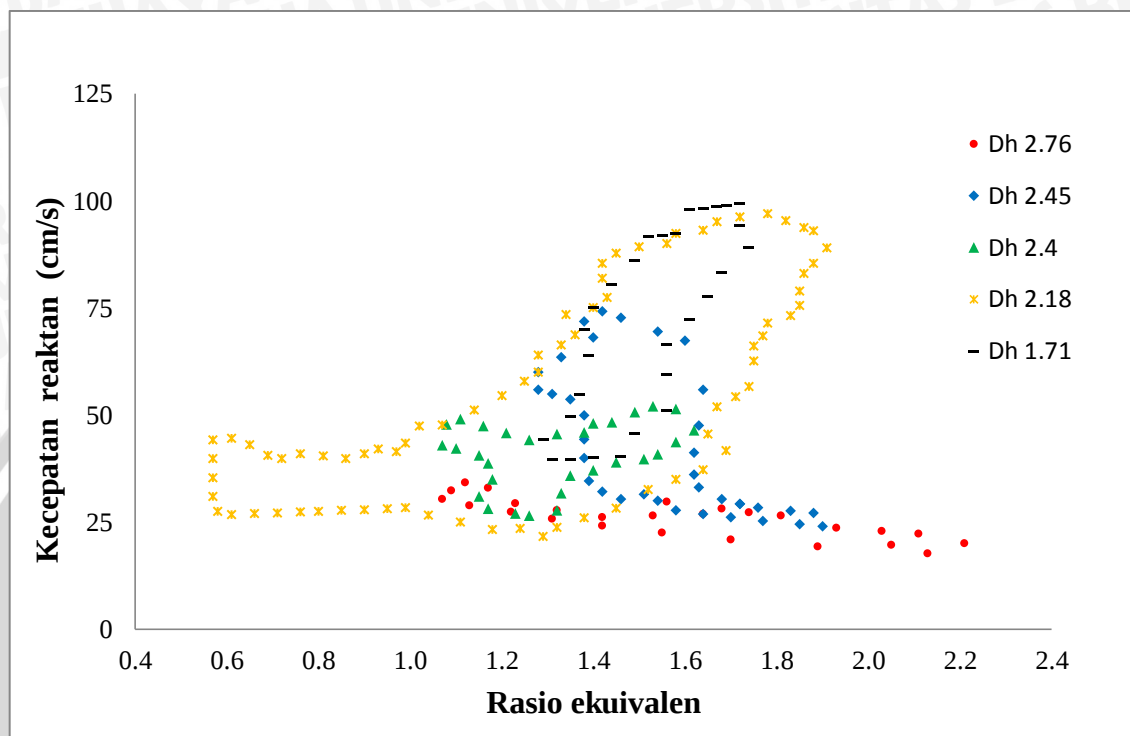


Gambar 4.5 Grafik *blow off* pada *meso-scale combustor* dengan variasi diameter hidrolis

Pada gambar 4.5 menunjukkan fenomena *blow off*. Fenomena *blow off* merupakan kondisi dimana nyala api tidak menyentuh permukaan mulut *combustor* tetapi stabil pada jarak tertentu dari ujung *combustor* kemudian padam. Hal ini merupakan fenomena yang disebabkan kecepatan reaktan lebih tinggi dari pada kecepatan pembakaran. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa *blow off* terjadi pada rasio ekuivalen yang semakin rendah bila diameter hidrolis penampang *combustor* semakin besar.

Pada diameter hidrolis 2.76, daerah *blow off* yang ditunjukkan terletak pada rasio ekuivalen terendah dibandingkan dengan variasi diameter hidrolis yang lainnya. Semakin kecil ukuran penampang diameter hidrolis *combustor* maka daerah *blow off* juga bergeser ke rasio ekuivalen yang lebih tinggi. Hal ini berhubungan dengan sulitnya menjaga stabilitas nyala api yang disebabkan kehilangan panas (*heat loss*) yang semakin meningkat dan keterbatasan oleh waktu nyala yang tidak memadai yang terkait dengan *surface to volume ratio* yang semakin besar dengan berkurangnya

ukuran diameter hidrolis. Sehingga semakin kecil ukuran diameter hidrolis *combustor*, daerah *blow off* yang dihasilkan bergeser ke rasio ekuivalen yang lebih besar.



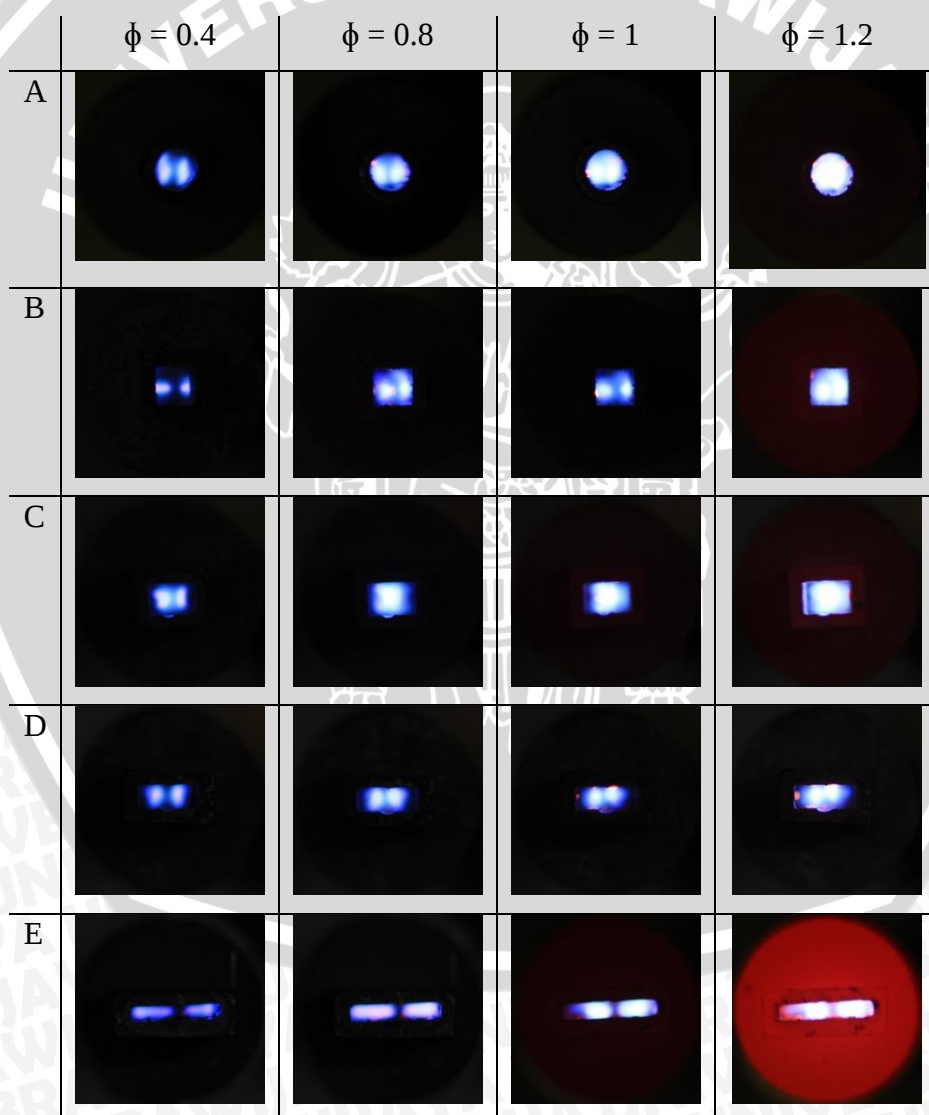
Gambar 4.6 Grafik *dead zone* dengan variasi diameter hidrolis.

Gambar 4.6 menunjukkan fenomena *dead zone* yang merupakan sebuah fenomena baru, dimana api tidak dapat menyala stabil di dalam *combustor* bahkan di luar *combustor*. Pada fenomena ini reaktan dapat dinyalakan, setelah itu api masuk ke dalam *combustor* dengan kecepatan yang sangat tinggi, kemudian padam di dalam *combustor*. Kecepatan rambatan api sangat tinggi ditunjukkan dengan adanya suara ledakan setelah api masuk ke *combustor*. Padamnya api pada daerah *dead zone* terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara kecepatan reaktan dengan kecepatan pembakaran. Kecepatan perambatan api sangat tinggi bila dibandingkan kecepatan reaktan yang relatif rendah. Sebagaimana diketahui, kecepatan pembakaran tertinggi untuk bahan bakar hidrokarbon terjadi pada rasio ekuivalen sedikit lebih besar dari satu, bila oksidator yang digunakan adalah udara. Dalam penelitian ini oksidator yang digunakan adalah oksigen yang mempunyai daerah *flammability limit* yang jauh lebih luas dari pada udara. Kecepatan pembakaran yang tinggi terjadi pada rasio ekuivalen 1-1.8. Pada debit reaktan yang relatif kecil, kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran

juga relatif kecil. Bila *heat loss* yang terjadi relatif besar, mengakibatkan temperatur api menjadi lebih rendah dan api padam.

4.3.2 Visualisasi bentuk nyala api

Visualiasai bentuk nyala api merupakan salah satu yang diamati pada penelitian ini. Api yang dapat menyala stabil dalam *combustor* di ambil bentuk visualisasinya. Untuk mengambil data berupa visualisasi nyala api, langkah awal adalah menentukan titik-titik pengambilan data seperti tercantum pada Tabel 4.1. Berikut adalah hasil dari pengambilan data bentuk visualisasi nyala api di dalam *combustor* pada kecepatan reaktan 100 cm/s dengan variasi rasio ekuivalen.



Gambar 4.7 Visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor* diameter hidrolik (A) 2.76, (B) 2.45, (C) 2.4, (D) 2.18, dan (E) 1.71 dalam skala 2:1.

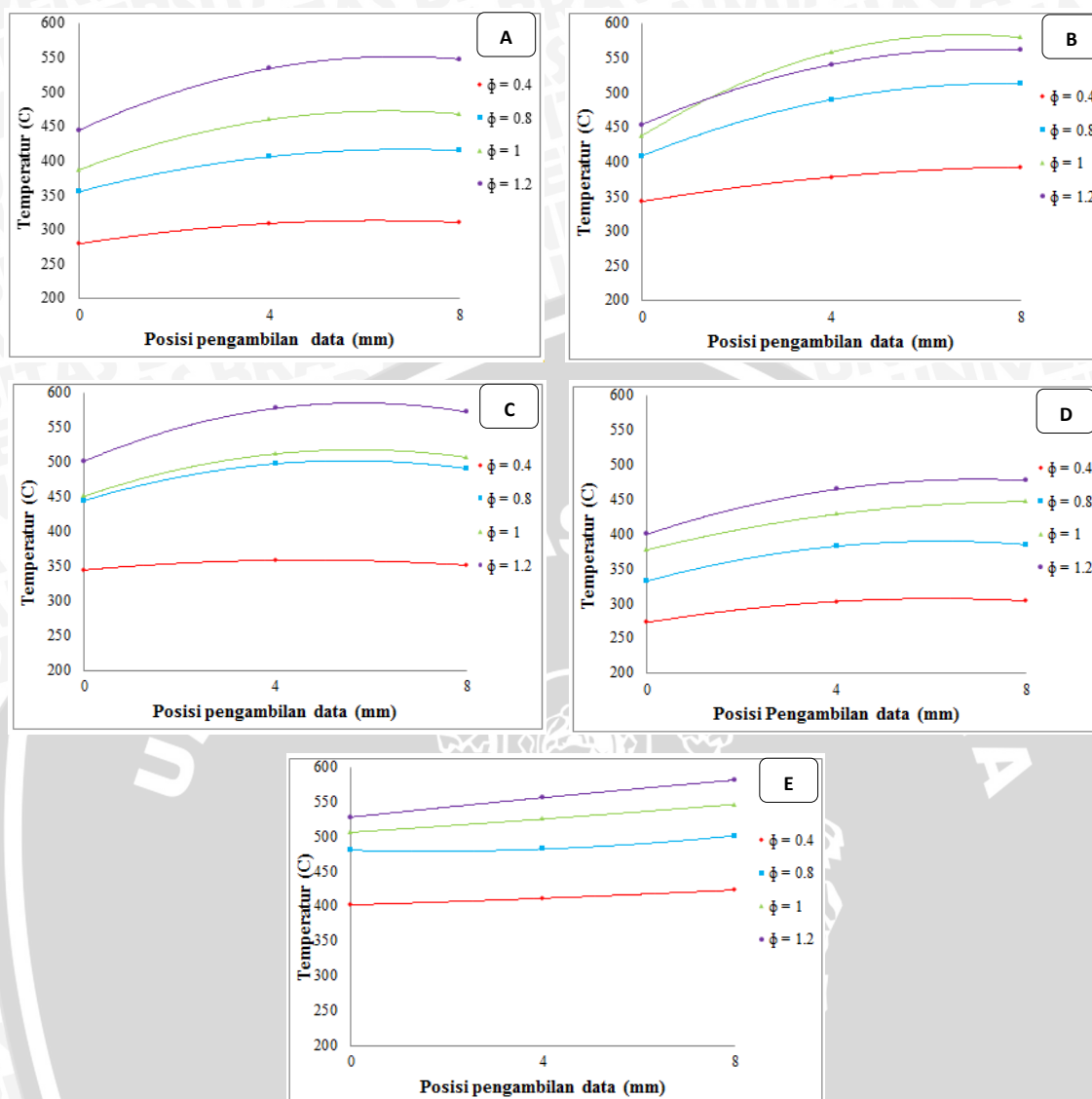
Pada Gambar 4.7 terlihat perbedaan visualisasi api yang terlihat. Perbedaan ini disebabkan karena ukuran dan bentuk *combustor* yang berbeda-beda. Variasi ukuran diameter hidrolis dengan luas penampang yang sama, mengakibatkan bentuk *combustor* yang dihasilkan juga bervariasi. Hal ini mempengaruhi aliran yang masuk melewati celah pada *flame holder* ke ruang bakar dengan mengikuti bentuk *combustor*. Sehingga bentuk nyala api mengikuti dari bentuk *combustor*-nya.

Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa warna api untuk setiap kenaikan rasio ekuivalen dengan kecepatan reaktan yang sama pada *meso-scale combustor* cenderung memiliki warna api berwarna biru dan semakin terang. Terlihat perbedaan warna api yang sangat mencolok untuk setiap kenaikan rasio ekuivalennya. Pada rasio ekuivalen 0.4 warna api terlihat lebih biru dibandingkan dengan rasio ekuivalen 0.8, 1, dan 1.2 yang memiliki warna api biru agak putih dan lebih terang. Hal ini diakibatkan karena besarnya selisih persentase campuran antara bahan bakar dan oksidator yang terbakar sehingga energi yang dihasilkan semakin besar dan warna api semakin terang.

Pada Tabel 4.1 ditunjukkan perbedaan besarnya persentase campuran pada setiap rasio ekuivalennya dengan kecepatan reaktan yang sama. Terdapat penambahan bahan bakar yang sangat signifikan dibandingkan dengan pengurangan oksigen yang tidak seberapa signifikan pada setiap kenaikan rasio ekuivalennya. Sehingga energi yang dihasilkan juga akan semakin besar dan temperaturnya semakin meningkat pula. Dengan semakin besarnya energi yang dihasilkan oleh nyala api, maka *flame holder* dapat lebih meningkatkan *heat recirculation* dari dinding yang dipanaskan ke reaktan yang belum terbakar. Sehingga warna dinding juga terlihat menjadi kemerahan (*glowing*).

4.3.3 Temperatur dinding *combustor*

Dalam pengambilan data temperatur dinding *combustor* diambil tiga posisi pengambilan data (P). P1 terletak pada posisi di atas mulut *combustor*, P2 terletak 4 mm dari mulut *combustor* dan P3 terletak 4 mm dari P2. Gambar 4.8 menunjukkan kecenderungan peningkatan temperatur terjadi pada setiap posisi pengambilan data (P). Temperatur pada P3 lebih tinggi dari P2 dan P1 karena letaknya yang lebih dekat dengan *flame holder*. *Flame holder* tempat untuk menempelnya api sehingga sumber panas pada P3 lebih tinggi. Pada titik P2 dan P1, letak P2 lebih dekat dengan api sehingga temperaturnya jauh lebih tinggi dari pada P1, yang letaknya di ujung mulut *combustor*.



Gambar 4.8 Grafik temperatur dinding *combustor* pada *meso-scale combustor* diameter hidrolis (A) 2.76, (B) 2.45, (C) 2.4, (D) 2.18, dan (E) 1.71.

Gambar 4.8 menunjukkan pengaruh variasi rasio ekuivalen pada kecepatan reaktan yang sama terhadap temperatur dinding *combustor* dengan variasi diameter hidrolis *combustor*. Peningkatan rasio ekuivalen mengakibatkan kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran dan temperatur dinding *combustor* semakin meningkat. Pada Gambar 4.8 terlihat perbedaan temperatur dinding yang dihasilkan dari pembakaran reaktan dengan rasio ekuivalen 0.4, 0.8, 1 dan 1.2. Hal ini terjadi karena besarnya persentase campuran antara bahan bakar dan oksidator yang berbeda-beda, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Persentase oksigen dalam campuran reaktan dari rasio ekuivalen 0.4 ke 1.2 terus berkurang, sedangkan pada persentase bahan bakar mengalami penambahan. Proses pembakaran reaktan pada rasio ekuivalen 0.4 dengan 0.8 mengalami peningkatan

temperatur dinding *combustor*. Jumlah bahan bakar yang mengalir pada *combustor* terlalu sedikit sehingga terdapat sisa oksigen yang tidak bereaksi dengan bahan bakar dan temperatur dinding *combustor* menjadi lebih rendah pada rasio ekuivalen 0.4. Sama halnya pada rasio ekuivalen 0.8 dan rasio ekuivalen 1 yang mengalami peningkatan temperatur dinding *combustor*.

Pada rasio ekuivalen 1 merupakan sebuah keadaan stoikiometri dimana bahan bakar dapat terbakar sempurna. Apabila bahan bakar dapat terbakar sempurna, maka akan meningkatkan temperatur dinding *combustor*. Dalam penelitian ini didapatkan temperatur dinding *combustor* yang semakin meningkat pada rasio ekuivalen 1 dan 1.2. Namun pada rasio ekuivalen 1.2, temperatur dinding *combustor* menunjukkan nilai yang lebih tinggi daripada rasio ekuivalen 1. Hal ini terjadi karena jumlah bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen dapat terbakar lebih banyak daripada yang terjadi di rasio ekuivalen 1. Sehingga menghasilkan temperatur api dan juga dinding *combustor* yang lebih tinggi.

Pada penelitian ini temperatur tertinggi didapatkan pada diameter hidrolis 1.71. Semakin kecil diameter hidrolis *combustor* dengan luas penampang dan nilai volume ruang bakar yang sama, maka luas permukaan *combustor* semakin besar. Hal ini menyebabkan *heat los*, terutama *heat loss* yang terjadi dari nyala api kedinding *combustor*. Hal ini mengakibatkan temperatur dinding *combustor* semakin tinggi. Sehingga semakin kecil ukuran diameter hidrolis *combustor* maka temperatur dinding yang dihasilkan semakin meningkat.