

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan berkembang pesatnya teknologi *Micro-Electro Mechanical Systems* (MEMS) saat ini, permintaan akan kebutuhan sumber energi berskala mikro yang mampu menyediakan energi yang lebih besar pun semakin tinggi. Para peneliti pun berusaha menemukan solusi untuk mengatasi masalah ini. Salah satu solusi yang timbul adalah dengan menggunakan teknologi *Micropower Generator (MPG)*. *Micropower generator* adalah sumber energi berskala mikro yang memanfaatkan prinsip pembakaran dalam pembangkitan energinya. Beberapa tahun terakhir pembangkit energi skala kecil (MPG) menggunakan pembakaran bahan bakar hidrokarbon semakin diminati. Hal ini disebabkan karena memiliki densitas energi yang lebih tinggi yaitu sekitar 45 MJ/kg sedangkan energi yang dihasilkan dari baterai Lithium hanya 1,2 MJ/kg (Vijayan, 2010). Karena faktor inilah teknologi ini banyak diminati dan dikembangkan oleh para peneliti.

Komponen utama dari sebuah MPG adalah *micro* atau *meso-scale combustor*. *Micro/meso-scale combustor* merupakan ruang bakar yang mempunyai ukuran yang sangat kecil bila dibandingkan dengan ruang bakar pada umumnya yang kita ketahui seperti ruang bakar motor bensin atau motor diesel. Sumber energi dari MPG adalah energi termal yang dihasilkan *meso-scale combustor* yang nantinya akan dikonversi menjadi energi listrik menggunakan modul pengkonversi energi panas seperti *thermophotovoltaic (TPV)*.

Masalah mendasar pada pembakaran yang terjadi di *meso-scale combustor* adalah waktu yang tersedia untuk proses pembakaran (*residence time*) harus lebih besar daripada waktu yang dibutuhkan reaksi kimia dari bahan bakar dan oksidator untuk bereaksi dan menghasilkan pembakaran (*reaction time*) (Fernandez-Pello, *et al*, 2002). *Residence time* ini dipengaruhi oleh ukuran ruang bakar. Semakin kecil ukuran ruang bakar maka nilai dari *residence time* nya pun semakin kecil. Hal ini akan menyebabkan ketidakstabilan api pada proses pembakaran didalamnya. Ketidakstabilan tersebut disebabkan karena dengan berkurangnya ukuran ruang bakar, perbandingan antara luas permukaan terhadap volume ruang bakar menjadi lebih besar. Hal ini mengakibatkan perbandingan antara kehilangan kalor (*heat loss*) terhadap kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran (*heat generation*) menjadi lebih besar, menghasilkan penurunan temperatur nyala api dan penurunan kecepatan pembakaran yang pada akhirnya bisa mengakibatkan pemadaman api. Karena

residence time yang kecil pada pembakaran pada *meso-scale combustor* maka waktu yang dibutuhkan bahan bakar dan oksidator untuk bereaksi (*reaction time*) harus dibuat sekecil mungkin agar pembakaran dapat terjadi dengan stabil. Penurunan *reaction time* ini dapat dicapai dengan mengkondisikan temperatur pembakaran yang tinggi, mengurangi *heat loss* pada ruang bakar, meningkatkan temperatur reaktan, dan menggunakan campuran reaktan yang stokiometrik dan sangat reaktif.

Pada Tahun 1998 Baukal melakukan penelitian tentang pembakaran bahan bakar gas metana dengan menggunakan oksidator oksigen. Dari hasil penelitiannya didapatkan teori bahwa dengan menggunakan oksidator oksigen murni dapat meningkatkan temperatur nyala api, efisiensi termal yang lebih tinggi, mengurangi konsumsi bahan bakar dan dapat dicapai *flame stability limit* yang lebih luas pada proses pembakaran. Wierzbicki et al., (2014) melakukan penelitian dengan menggunakan campuran oksigen dan bahan bakar sebagai reaktan dalam proses pembakaran. Hasil dari penelitian tersebut mengungkapkan bahwa pembakaran dengan menggunakan oksigen murni membuat campuran reaktan menjadi sangat reaktif dan mampu mencapai kecepatan pembakaran yang tinggi serta dapat menghasilkan energi panas yang lebih besar khususnya pada *micro* dan *meso-scale combustor*. Berdasarkan penelitian-penelitian inilah Baigmohammadi (2015) melakukan penelitian tentang proses pembakaran menggunakan oksigen dan metana sebagai reaktan pada *meso-scale combustor* dengan *backward facing step*. Dengan menggunakan oksidator oksigen tersebut, pembakaran dapat terjadi dengan stabil di dalam *meso-scale combustor*. Sejauh ini, kebanyakan penelitian tentang *microcombustion* yang telah dilakukan menggunakan bahan bakar gas seperti hidrogen, metana, propana atau butana. Hal tersebut disebabkan karena bahan bakar gas lebih mudah bercampur dengan udara sehingga mempermudah terjadinya pembakaran (Azimov, et al, 2013).

Disini penulis mencoba mengembangkan penelitian tersebut dengan melakukan penelitian eksperimental untuk membandingkan penggunaan campuran udara dengan variasi oksigen yang berbeda pada oksidator, dimana dengan menggunakan campuran udara dengan penambahan kadar oksigen yang semakin tinggi, diharapkan pembakaran yang terjadi pada *meso-scale combustor* ini menjadi lebih sempurna karena berkurangnya unsur nitrogen yang dapat menjadi inhibitor pada proses pembakaran dan menurunkan temperatur nyala api sehingga dapat dicapai nilai kecepatan pembakaran yang lebih tinggi.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap *flame stability limit*, visualisasi bentuk nyala api dan temperatur nyala api & gas sisa hasil pembakaran dari pembakaran bahan bakar gas di dalam *meso-scale combustor*. Dari indikator inilah dapat dilakukan penilaian terhadap kestabilan api yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimanakah pengaruh udara dan oksigen sebagai Oksidator terhadap *flame stability limit*, visualisasi bentuk nyala api dan temperatur nyala api dan gas sisa hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* berbahan bakar gas.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak meluas maka perlu diberikan batasan masalah guna mempermudah pemahaman dan pengerjaan penelitian ini, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan bakar gas yang digunakan adalah LPG dimana komposisinya diasumsikan terdiri dari 50 % propana dan 50 % butana.
2. Oksidator pembakaran (*oxidizer*) adalah udara atmosfer yang diasumsikan terdiri dari 21% volume oksigen dan 79% volume nitrogen dan Oksigen dari tangki oksigen yang diasumsikan 100 % oksigen.
3. Proses pembakaran yang terjadi di dalam *meso-scale combustor* adalah pembakaran *premixed* laminar.
4. Proses pembakaran yang terjadi diasumsikan dalam keadaan *steady-state*.
5. Karakteristik pembakaran yang diamati adalah batas stabilitas nyala api (*flame stability limit*), visualisasi nyala api, dan temperatur nyala api dan gas sisa hasil pembakaran

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh udara dan oksigen sebagai oksidator terhadap *flame stability limit*, visualisasi bentuk nyala api dan temperatur nyala api dan gas sisa hasil pembakaran pada pembakaran bahan bakar gas di dalam *meso-scale combustor*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mahasiswa mampu menganalisis karakteristik pembakaran pada *meso-scale combustor* yang meliputi temperatur nyala api dan gas sisa hasil pembakaran, visualisasi bentuk nyala api dan *flame stability limit*.
2. Mahasiswa dapat mengetahui pengaruh udara dan *oksigen sebagai oksidator* terhadap karakteristik pembakaran bahan bakar gas di dalam *meso-scale combustor*.
3. Hasil penelitian ini dapat memberikan pengetahuan baru kepada masyarakat mengenai penggunaan bahan bakar gas pada suatu *meso-scale combustor*, serta dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

