

BAB 7

KESIMPULAN

Fenomena *flame lift-up* ternyata adalah peristiwa berpindahannya seluruh pangkal nyala api yang terlihat secara visual dari sebelumnya pada ujung *burner* menuju *ring* yang ditempatkan pada jarak lebih kecil dari ujung kerucut nyala pada Bunsen *burner*. Pangkal nyala merupakan daerah lokasi keseimbangan antara kecepatan pembakaran laminar, S_L dengan kecepatan pembakaran pada batas mampu nyala, $S_{L,c}$ yang besarnya berkisar antara 0,37–4,3 m/s. Kecepatan pembakaran pada batas mampu nyala sangat ditentukan oleh laju kehilangan kalor dari nyala. Laju kehilangan kalor dari nyala ditentukan oleh temperatur nyala yang merupakan fungsi dari kecepatan campuran dan *AFR* atau rasio ekuivalen.

Fenomena *flame lift-up* terjadi karena laju kehilangan kalor antara ujung *burner* dan *ring*. Keseimbangan kecepatan pembakaran pada batas mampu nyala dengan kecepatan pembakaran laminar bergeser ke *ring* karena pada *ring* terjadi kenaikan laju aliran. Hal ini didukung oleh hasil simulasi medan aliran setelah pembakaran yang berbeda dengan medan aliran dingin. Pada daerah antara ujung *burner* dan *ring* terjadi *local extinction* akibat kecepatan pada batas mampu nyala tidak dapat diimbangi oleh kecepatan aliran. Hal ini sesuai dengan hasil simulasi pembakaran yakni nilai Bilangan Damkohler yang hampir sama antara ujung *burner* dan *ring*.

Blow off terjadi akibat kecepatan pembakaran pada batas mampu nyala lebih tinggi dari kecepatan pembakaran laminar atau waktu untuk terjadinya reaksi kimia lebih rendah dari pada waktu aliran fisik aliran atau *residence time*. Korelasi *blow off* pada *flame lift-up* dengan mengacu pada korelasi *blow off* untuk aliran pada *bluffbody* yakni pendekatan WSR atau PSR terjadi pada Bilangan Damkohler sekitar 0,004 atau Bilangan Karlovitz sekitar 236-252. Hasil ini berkorelasi dengan prediksi timbulnya fenomena *flame lift-up* berdasarkan Bilangan Karlovitz tebal nyala sekitar 2,5.

Daerah kestabilan nyala *lift-up* makin besar jika laju kehilangan kalor dari nyala makin kecil. Hal ini diperoleh pada *ring* berbahan keramik yang dapat

meningkatkan daerah kestabilan nyala sampai 25%. Posisi optimum dari *ring* agar tercapai daerah kestabilan nyala yang tinggi adalah antara 20-30 mm.

Panjang nyala api setelah *lift-up* menunjukkan kesesuaian pengaruh laju kehilangan kalor pada fenomena *flame lift-up*. Laju kehilangan kalor yang rendah membuat panjang nyala yang lebih tinggi. Demikian pula pengaruh rasio equivalen atau fraksi massa bahan bakar yang besar terhadap panjang nyala terdapat kesesuaian antara hasil eksperimen dengan kajian teoritis. Berdasarkan kajian teoritis pendekatan nyala setelah *ring* adalah nyala pancaran atau *jet flame* diperoleh persamaan panjang nyala sebagai berikut:

$$\frac{x_{flame}}{r_o} = \frac{3}{16} \text{Re}_f \left[\frac{1 + (F/O)_{st} Y_{0,A}}{(F/O)_{st} Y_{0,A} (1 + AFR)} \right] \quad 6.32$$

Panjang nyala setelah *lift-up* dipengaruhi oleh *AFR* dan Bilangan Reynold. *AFR* adalah keselarasan dengan fraksi massa bahan bakar sedangkan Bilangan Reynold merupakan representasi dari pengaruh geometri *burner* dan *ring*, kecepatan campuran dan sifat campuran yang sangat dipengaruhi oleh temperatur nyala.

Kajian fenomena *flame lift-up* baru pada tahap pengaruh laju kehilangan kalor dari nyala. Selanjutnya penelitian dapat dikembangkan pada pendekatan regangan nyala dengan memperhitungkan kelengkungan (*curvature*) nyala Bunsen. Demikian pula pengaruh daerah resirkulasi maupun panjang daerah resirkulasi atau efek turbulensi aliran, kekasaran permukaan *ring*, tebal *ring* dan diameter *burner* yang belum dibahas pada kajian eksperimental ini. Sedangkan dari aspek panjang nyala, penentuan panjang nyala secara matematis dapat dilanjutkan dengan memperhitungkan pengaruh suhu atau memasukkan pengaruh perubahan entalpi.