

ANALISIS TERMODINAMIK REAKTOR GASIFIKASI BATUBARA – STUDI KASUS GASMIN PUSLITBANG TEKMIIRA

INTISARI

Gasifikasi batubara merupakan proses konversi senyawa hidrokarbon dalam batubara menjadi gas mampu bakar. Perhitungan proses yang terjadi pada reaktor GasMin Puslitbang *tekMIRA* yang merupakan reaktor tipe *fixed bed updraft gasifier* dan menggunakan batubara sebagai umpannya telah dilakukan. Proses yang terjadi pada reaktor terdiri dari pirolisis, gasifikasi dan pembakaran, sedangkan pengeringan tidak masuk dalam pemodelan. Model disederhanakan menjadi satu dimensi (1D) hanya ke arah aksial dengan menggunakan analisis termodinamik yaitu neraca massa, neraca energi, dan perubahan tekanan sehingga terbentuk persamaan untuk 2 jenis fase, baik fase padat yang berasal dari batubara maupun fase gas. Perhitungan dilakukan dengan *Microsoft Excel* untuk memprediksi pengaruh temperatur dan tekanan, laju aliran molar gas beserta fraksi gas hasil terhadap tinggi reaktor dari posisi masukan gas, nilai kalor pembakaran spesifik gas hasil gasifikasi, daya yang dihasilkan, dan efisiensi gasifikasi.

Data hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan data eksperimen *tekMIRA*. Hasil simulasi dengan data eksperimen valid tetapi belum 100 % karena mempunyai kelemahan pada pemodelan reaksi CH_4 dengan nilai *error* gas hasil CH_4 besar, sedangkan nilai *error* pada gas hasil CO , H_2 dan *q-value* sudah kurang dari 5 %. Hasil yang didapat dari perhitungan adalah temperatur gas mengalami kenaikan pada saat awal sampai dengan jarak 25 cm dari masukan gas kemudian menurun dan konstan. Tekanan gas, 121,584 kPa mengalami sedikit penurunan selama mengalir dalam reaktor, gas keluar dari reaktor bertekanan 121,578 kPa. Distribusi ke arah aksial laju aliran gas dan fraksi mol gas dalam reaktor menunjukkan bahwa O_2 menurun dan CO_2 meningkat pada zona pembakaran sedangkan CO dan CH_4 mencapai nilai maksimum pada saat zona pembakaran selesai yang menandakan zona gasifikasi dan kemudian nilainya konstan. Nilai kalor pembakaran spesifik gas hasil gasifikasi (*q-value*) dan daya pembakaran yang diperoleh dari gas hasil gasifikasi adalah sebesar 95,24 MJ/kmol dan 68,18 kW.

Kata kunci — Gasifikasi batubara, *fixed bed updraft gasifier*, analisis termodinamik, neraca massa, neraca energi

THERMODYNAMICS ANALYSIS OF COAL GASIFICATION REACTOR – CASE STUDY OF GASMIN AT PUSLITBANG TEKMIIRA

ABSTRACT

Coal gasification is a process of conversion of hydrocarbon compounds in the coal into a gas which is capable of combustion. The calculation of reactor GasMin Puslitbang *tekMIRA* process using coal which the type of reactor was fixed bed updraft gasifier was conducted. All the processes occurring in the reactor, namely pyrolysis, gasification, and combustion, except drying were included in this model. Model was simplified to be one dimension (1D) in the axial direction using thermodynamics analysis of mass balance, energy balance, and pressure changes to form equations for two phases, either solid phase of coal and gas phase. The model was determined using Microsoft Excel to predict effects of temperature and pressure, distribution of flow rate and gas molar fractions of gas from position of input gas, specific calorific value of gasification product gas, generated power, and the efficiency of gasification.

The simulation results of q -value were compared with experimental data of *tekMIRA*, with error of CO, H₂, and q -value less than 5 %. The result of the calculation revealed that the gas temperature rose at the beginning up to a distance of 25 cm from the input gas then it declined and had constant value. Gas pressure of 121.584 kPa decreased slightly during the flow in the reactor became 121.578 kPa. Distribution axial gas flow rate and the mole fraction of gas in the reactor decreases visible O₂ and CO₂ increase in the combustion zone, while CO and CH₄ reaches its maximum value when the combustion zone was completed indicating the gasification zone and then constant value. Specific calorific value gas combustion gasification (q -value) and the power derived from gas combustion gasification were 95.24 MJ/kmol and 68.18 kW, respectively.

Keywords – Coal gasification, fixed bed updraft gasifier, thermodynamic analysis, mass balance, energy balance