

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada era globalisasi saat ini, pencemaran udara di dunia semakin memprihatinkan. Pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah No.29 Tahun 1986 adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Aroutiounian, 2007).

Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Polusi udara juga dapat ditimbulkan dari polusi suara, panas, radiasi, atau polusi cahaya. Selain dari efek langsung pencemaran udara yang dapat dirasakan seperti gangguan saluran pernafasan dan penglihatan, salah satu efek dari polusi udara juga dapat meningkatkan pemanasan global (*global warming*). Zat-zat kimia yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global dapat berasal dari berbagai proses, diantaranya proses pembakaran (perapian, kompor, furnace, insinerator dengan berbagai jenis bahan bakar) dan gas buang kendaraan.

Perkembangan otomotif sebagai alat transportasi, baik di darat maupun di laut, sangat memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Selain mempercepat dan mempermudah aktivitas, di sisi lain penggunaan kendaraan bermotor juga menimbulkan dampak yang sangat buruk terhadap lingkungan,

terutama gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Seperti diketahui bahwa proses pembakaran bahan bakar dari motor menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur CO, NO<sub>2</sub>, HC, C, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan N<sub>2</sub>, dimana banyak yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara (Kusuma, 2002). Kandungan emisi gas buang yang terbesar dan berbahaya adalah Gas CO (Karbon Monoksida) dan HC (Hidrokarbon).

Meningkatnya konsentrasi dan komposisi NO<sub>x</sub> di atmosfer sangat mengkhawatirkan, sehingga diperlukan suatu instrumen yang dapat mendeteksi dan menghitung konsentrasi gas NO<sub>x</sub> di udara bebas dan di berbagai sumber yang menghasilkan gas NO<sub>x</sub> (misalnya knalpot suatu kendaraan), agar dapat menjadi tolak ukur kebijakan pemerintah dalam penanganan udara di lingkungan.

Gas nitrogen oksida ada dua macam yaitu gas nitrogen monoksida dan gas nitrogen dioksida. Kedua macam gas tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda dan keduanya sangat berbahaya bagi kesehatan. Udara yang mengandung gas NO dalam batasan normal relatif aman dan tidak berbahaya, kecuali bila gas NO berada dalam konsentrasi tinggi. Sifat racun gas NO<sub>2</sub> empat kali lebih kuat daripada gas NO. Organ tubuh yang paling peka terhadap gas NO<sub>2</sub> adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NO<sub>2</sub> akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang akan mengakibatkan kematian (Prabu, 2008). Oleh karena sifat gas NO<sub>x</sub> sangat berbahaya, maka diperlukan suatu alat yang dapat mengukur konsentrasi gas NO<sub>x</sub> tersebut.

Berbagai teknik telah dikembangkan untuk menganalisis keberadaan gas  $\text{NO}_x$  serta menentukan konsentrasinya, diantaranya spektroskopi yang bekerja berdasarkan luminesensi kimia atau serapan inframerah, spektroskopi resonansi ion, dan spektroskopi massa, serta kromatografi gas. Spektroskopi yang bekerja berdasarkan luminesensi kimia atau serapan inframerah termasuk peralatan yang sangat mahal, tidak dapat digunakan langsung di lapangan, dan diperlukan waktu yang lama untuk mengetahui konsentrasi gas  $\text{NO}_x$  (Miura *et al.*, 1994). Spektroskopi resonansi ion telah digunakan namun tidak akurat dalam analisis kuantitatif, kromatografi gas dan spektroskopi massa pun hanya dapat digunakan pada temperatur yang rendah (Szabo *et al.*, 2003).

Penelitian tentang sensor elektrokimia telah banyak dikembangkan sebelumnya. Elumalai, *et al.* (2009), meneliti tentang pembuatan sensor gas  $\text{NO}_x$  menggunakan elektroda kerja NiO untuk elektrolit yttria-stabil zirkonia (YSZ). Berdasarkan hasil penelitian, elektroda kerja NiO berbasis YSZ memberikan konduktivitas dan sensitivitas yang tinggi terhadap sampel gas  $\text{NO}_2$  pada temperature yang tinggi.

Beberapa penelitian lain terkait material sensor juga telah dilakukan dengan menggunakan material *Sodium Super Ionic Conductor* (NASICON) sebagai elektrolit padat (Restiana, 2008; Gultom, 2009; & Nanga, 2010). Pada penelitian tersebut NASICON dibuat menggunakan metode sol-gel (Restiana, N. (2008)) dengan penambahan asam sitrat 6M sebagai aditif untuk kestabilan sol (Gultom, OR (2009)).  $\text{NaNO}_2$  digunakan sebagai elektroda kerja. Berdasarkan

hasil penelitian, elektroda kerja  $\text{NaNO}_2$  memberikan konduktivitas sebesar  $\log \sigma = -0,88$  hingga  $-0,72$  dan sensitivitas terhadap sampel gas  $\text{NO}_2$  pada suhu  $350^\circ\text{C}$ .

Sebagaimana yang ditunjukkan pada hasil penelitian Elumalai, *et al.* (2009), penggunaan logam oksida ( $\text{NiO}$ ) sebagai elektroda pelengkap memiliki kestabilan termal yang lebih bagus, sehingga dapat digunakan untuk melakukan analisis pada suhu yang lebih tinggi. Sementara itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Restiana, (2008), Gultom, (2009), dan Nanga, (2010) elektrolit padat yang digunakan adalah NASICON. Namun demikian, pada penelitian tersebut elektrolit padat hanya dilapisi oleh  $\text{NaNO}_2$  sebagai elektroda kerjanya.

Pada penelitian ini akan diteliti nilai konduktivitas yang dirakit menggunakan NASICON sebagai elektrolit padatnya yang dilengkapi dengan elektroda pelengkap  $\text{NiO}$ . Penggunaan elektroda pelengkap  $\text{NiO}$  bertujuan agar sel sensor mempunyai stabilitas termal yang tinggi. Namun demikian, konduktivitas serta kinerja material sensor berbasis NASICON dengan elektroda berbasis  $\text{NiO}$  masih perlu untuk diuji. Oleh karena itu, untuk mengetahui kelayakan material untuk digunakan sebagai sensor, pada penelitian ini akan diuji kinerja sensor dengan elektroda kerja campuran  $\text{NiO-NaNO}_2$ . Dengan demikian diharapkan akan diketahui material sensor yang memiliki stabilitas termal yang tinggi serta memiliki konduktivitas yang lebih baik.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dikemukakan di atas, fokus masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan NiO yang difungsikan sebagai elektroda pelengkap terhadap nilai konduktivitas NASICON?
2. Apakah sel sensor yang menggunakan elektroda kerja yang dimodifikasi NiO dapat mendeteksi gas NO<sub>x</sub>?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui:

1. Pengaruh penambahan NiO yang difungsikan sebagai elektroda pelengkap terhadap nilai konduktivitas NASICON.
2. Sel sensor yang menggunakan elektroda kerja yang dimodifikasi NiO dapat atau tidak untuk mendeteksi gas NO<sub>x</sub>.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Disain sel sensor dan material hasil preparasi pada penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai alat pendeteksi gas NO<sub>x</sub> yang handal, mudah, efektif, dan efisien. Rangkaian sensor ini sederhana sehingga memungkinkan untuk melakukan pengukuran secara langsung dilapangan, khususnya kota-kota besar dan pada titik-titik kemacetan. Dengan adanya data-data yang akurat mengenai pencemaran gas khususnya NO<sub>x</sub>, diharapkan dapat dijadikan sebagai landasan dalam pengambilan kebijakan yang tepat untuk penanggulangannya.