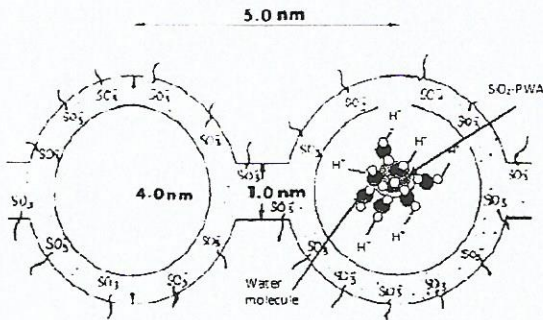


elektrokimia membran komposit setelah membran komposit digunakan sebagai elektrolit didalam PEMFC.



Gambar 4. Komponen SiO<sub>2</sub> dan PWA didalam kluster Nafion

Pada kondisi suhu tinggi dan kelembaban rendah, kinerja PEMFC menggunakan membran komposit lebih tinggi dibandingkan dengan membran Nafion murni. Stabilitas kinerja membran komposit disebabkan karena konduktivitas membran komposit lebih tinggi dibandingkan dengan konduktivitas membran Nafion pada suhu yang sama. Gambar 5 dan table 1 dibawah ini menampilkan kinerja PEMFC dengan menggunakan membran Nafion dan membran komposit sebagai elektrolit. Gambar 5.a menampilkan kinerja membran Nafion murni (N112) pada suhu 60-90°C pada kelembaban 100% RH dan Gambar 5.b menampilkan kinerja sel dengan membran N112 pada suhu yang sama dan kelembaban 40% RH. Pada kelembaban 100% RH, densitas arus yang dihasilkan makin tinggi apabila suhu naik dari 60°C – 90°C dan tenaga tertinggi dihasilkan pada kondisi suhu 90°C yaitu 2.04 wat lihat (Tabel 1). Tetapi pada kelembaban 40% RH pada daerah suhu yang sama 60°C-90°C, makim tinggi suhu, kinerja sel makin menurun dan tenaga paling kecil dihasilkan oleh sel pada suhu 90°C yaitu 0.5 watt (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena pada kelembaban rendah, membran Nafion murni terdehidrasi dan membran mengekrut. Pengerutan membran meningkatkan hambatan perpindahan proton dari satu kluster ke kluster berikutnya sehingga konduktivitas proton dan kinerja sel turun. Makin tinggi suhu, dehidrasi membran makin cepat dan kinerja sel makin menurun, lihat Gambar 5.b. Kinerja sel tunggal PEMFC menggunakan membran komposit sebagai elektrolit ditunjukkan oleh Gambar 5 (c) dan 5. (d). Gambar 5 (c) menunjukkan kinerja sel pada kelembaban 100% RH. Gambar 5 (c) menunjukkan apabila suhu operasi naik, kinerja sel juga semakin tinggi dan tenaga tertinggi dicapai pada suhu 90°C. Kinerja sel pada suhu yang sama dan kelembaban

rendah ditampilkan oleh Gambar 5 (d). Gambar 5 (d) menunjukkan apabila suhu operasi naik, kinerja sel semakin baik dan tenaga paling tinggi dicapai pada suhu 90°C. Dari Gambar 5.(c) dan 5.(d) membuktikan bahwa penurunan humiditas dipermukaan membran tidak mempengaruhi kinerja membran dan kinerja sel tetap tinggi. Seperti telah dijelaskan didalam persamaan Klein, didalam membran komposit Nafion-SiO<sub>2</sub>-PWA, komponen SiO<sub>2</sub> dan PWA yang berukuran dibawah 10 nm diramalkan berada didalam kluster Nafion. Kehadiran komponen yang bersifat higroskopis dan mempunyai konduktivitas proton tinggi menimbulkan dua efek yaitu efek kondensasi kapiler dan efek lompatan proton (*proton hopping*) dari satu molekul air ke molekul air lainnya yang terikat sebagai air Kristal didalam kluster. Efek kondensasi kapiler menyebabkan air terkondensasi pada kelembaban rendah dan dapat mempertahankan membran tetap basah dan konduktivitas tidak menurun. Dengan demikian kinerja sel tetap tinggi.

Tabel 1. Konduktivitas proton, tahanan dalam dan tenaga maksimal sel tunggal PEMFC menggunakan membran Nafion (N112) dan membran komposit (NS15W)

Membran	Kondisi operasi		Tahanan dalam ( $\Omega \text{ cm}^2$ )	$\sigma$ ( $S \text{ cm}^{-1}$ ) $10^2$	Pmax (wat)
	Suhu (°C)	Kelembaban (% RH)			
N112	60	100	2.50	2.79	0.83
N112	80	100	2.30	3.03	1.42
N112	90	100	2.10	3.33	2.04
NS15W	60	100	3.03	2.31	0.82
NS15W	80	100	2.50	2.97	1.24
NS15W	90	100	2.13	3.29	1.75
N112	60	40	4.21	1.66	0.65
N112	80	40	4.56	1.53	0.55
<b>N112</b>	<b>90</b>	<b>40</b>	<b>6.01</b>	<b>1.16</b>	<b>0.50</b>
NS15W	60	40	3.15	2.22	1.02
NS15W	80	40	2.85	2.37	1.27
NS15W	<b>90</b>	<b>40</b>	<b>2.45</b>	<b>2.85</b>	<b>2.66</b>

Gambar 5 (a) dan 5.(b) dan Tabel 1 menunjukkan bahwa konduktivitas proton membran Nafion sangar tergantung kepada kelembaban air dipermukaan membran (%RH) sesuai dengan model perpindahan proton (*vehicular model*). Gambar 5 (c) dan Gambar 5 (d) menunjukkan bahwa konduktivitas proton membrane komposit Nafion-SiO<sub>2</sub>-PWA tidak terpengaruh oleh kelembaban dipermukaan membran sesuai dengan model perpindahan lompatan proton (*proton hopping*) (Ramani, et al. 2005) dan (Kreuer, 1997).