

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi numerik, pengujian eksperimental, dan analisis data getaran yang telah dilakukan, penelitian ini membuktikan bahwa desain isolator busbar berbahan *Bulk Molding Compound* (BMC) mampu berfungsi secara teknis sebagai adapter sensor akselerometer standar pada aplikasi mesin bertemperatur tinggi. Pada simulasi termal dengan sumber panas 200 °C, temperatur sensor berhasil diturunkan secara signifikan menjadi 52,74 °C (SM30), 35,04 °C (SM40), dan 30,29 °C (SM51), sehingga sensor dapat dioperasikan dalam batas suhu aman tanpa perlu menggunakan sensor khusus *high-temperature* atau *explosion-proof* yang berbiaya tinggi.

Variasi desain dan ketebalan isolator terbukti memengaruhi karakteristik respons dinamik sensor, di mana frekuensi pribadi utama sistem tetap stabil pada kisaran $\pm 707\text{--}742$ Hz, namun amplitudo respons meningkat seiring perubahan ketebalan adapter, dengan kenaikan sekitar +35–50 % (SM30), +54 % (SM40), dan ± 10 % (SM51), serta muncul respons tambahan pada frekuensi sangat rendah (< 5 Hz). Hasil pengujian *shaker* menunjukkan bahwa pada frekuensi rendah–menengah (10–300 Hz) deviasi amplitudo tetap kecil ($\leq \pm 2$ %), sedangkan pada frekuensi tinggi (500–1000 Hz) deviasi meningkat hingga +5,06 % (SM30), +7,22 % (SM40), dan +8,77 % (SM51), meskipun hubungan amplitudo tetap linier dengan koefisien determinasi $R^2 > 0,96$.

Dalam pengujian langsung pada bearing, perbedaan *overall velocity* RMS antara *stud* dan adapter BMC tidak signifikan secara statistik ($|\Delta \text{mean}| \approx 0,01$ mm/s), sedangkan *overall acceleration* (0-Peak) meningkat signifikan dari 28,97 m/s² menjadi 33,74 m/s² (SM30), 32,82 m/s² (SM40), dan 36,34 m/s² (SM51), sehingga lebih efektif dalam mendeteksi cacat bearing. Frekuensi cacat BPFO dan harmoniknya tetap terdeteksi pada seluruh konfigurasi *mounting*, dengan kontras *shock pulse* tertinggi diperoleh pada adapter SM30 (1,57 \rightarrow 11,83 dBm; $\Delta \approx +10,26$ dB). Dengan mempertimbangkan kompromi antara isolasi termal, transmisi vibrasi, kekakuan mekanis, performa

diagnosis, dan efisiensi biaya, adapter SM30 dinyatakan sebagai desain paling optimal, sehingga isolator busbar BMC dapat direkomendasikan sebagai solusi teknis yang efektif, andal, dan ekonomis untuk memperluas penggunaan sensor akselerometer standar pada mesin bertemperatur tinggi.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi performa isolator busbar BMC pada berbagai jenis cacat bearing, seperti cacat *inner race* dan *ball defect*, sehingga kemampuan deteksi kerusakan dapat divalidasi pada spektrum kondisi kegagalan yang lebih luas.
2. Pengujian bearing di masa mendatang sebaiknya menggunakan sistem dudukan yang lebih kaku dan terkontrol, untuk mengeliminasi pengaruh *rotating looseness* agar respons getaran yang terukur lebih merepresentasikan karakteristik cacat bearing secara murni.
3. Disarankan dilakukan pengujian lanjutan secara langsung pada mesin industri aktual, khususnya pada aplikasi bertemperatur tinggi dan/atau lingkungan berpotensi eksplosif, guna memverifikasi keandalan dan kinerja isolator busbar BMC.
4. Diperlukan standarisasi prosedur pemasangan sensor, khususnya terkait kekencangan baut serta kualitas kontak antara sensor–adapter–*casing* mesin, guna meminimalkan *noise* mekanis dan meningkatkan konsistensi serta *repeatability* hasil pengukuran getaran.

