

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan data Industri Kecil dan Menengah (IKM) di Kota Surabaya berdasarkan karakteristik numerik dan kategorik menggunakan metode *Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies* (BIRCH). Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BIRCH mampu melakukan proses klusterisasi secara efisien dan efektif, terutama pada dataset berukuran besar dengan struktur data heterogen. Berdasarkan seluruh proses analisis dan evaluasi yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Proses *preprocessing* dilakukan melalui tahapan penanganan *missing values*, encoding untuk data kategorik, serta standarisasi pada variabel numerik. *Missing values* yang ditemukan pada variabel Luas Tanah sebanyak 63 entri dihapus untuk menjaga integritas data. Variabel kategorik seperti Skala Usaha, Risiko Usaha, dan Jenis Perusahaan dikonversi ke bentuk numerik menggunakan metode *label encoding*. Selanjutnya, variabel numerik yaitu Jumlah Tenaga Kerja, Modal Awal, dan Luas Tanah distandarisasi menggunakan *StandardScaler* agar berada pada skala yang seragam. Langkah *preprocessing* ini bertujuan untuk memastikan data berada dalam kondisi optimal sebelum diterapkan metode klusterisasi BIRCH.
2. Metode BIRCH berhasil diterapkan untuk mengelompokkan IKM di Kota Surabaya berdasarkan karakteristik numerik dan kategorik yang dimiliki. Dengan parameter *threshold* sebesar 1.0 dan *branching factor* sebesar 50, metode ini mampu membentuk struktur *CF Tree* yang optimal. Proses klusterisasi global menghasilkan tiga kluster utama. Evaluasi menggunakan *Silhouette Score* menunjukkan nilai sebesar 0,89 yang mengindikasikan bahwa anggota dalam tiap kluster memiliki kemiripan internal yang tinggi sekaligus berbeda signifikan dibandingkan kluster lain. Komposisi anggota kluster menunjukkan adanya ketimpangan jumlah antara kluster, dengan Kluster 2

sebagai mayoritas yang beranggotakan lebih dari 31.000 entitas, sedangkan Klaster 0 dan Klaster 1 masing-masing berjumlah 211 dan 24 entitas.

3. Evaluasi performa metode BIRCH menunjukkan efisiensi tinggi dalam hal waktu dan penggunaan memori dibandingkan metode lain. Waktu komputasi hanya sekitar 1,28 detik dengan penggunaan memori relatif rendah. Hal ini menegaskan bahwa BIRCH sangat sesuai untuk dataset berskala besar dan struktur data yang kompleks seperti data IKM.
4. Hasil klasterisasi menunjukkan perbedaan signifikan dalam karakteristik masing-masing kelompok usaha. Klaster 0 berisi IKM bermodal besar dan jumlah tenaga kerja tinggi, Klaster 1 mencakup IKM dengan modal kecil dan tenaga kerja rendah, sedangkan Klaster 2 mencerminkan usaha yang sedang berkembang. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar IKM berada pada skala menengah ke bawah, sementara IKM skala menengah ke atas merupakan kelompok minoritas dalam populasi. Perbedaan ini juga memberikan landasan yang kuat untuk mendukung pengambilan keputusan strategis, seperti penentuan prioritas pembinaan, pemberian insentif, dan perancangan program pengembangan berdasarkan kebutuhan spesifik tiap kelompok IKM.
5. Sebuah antarmuka grafis berbasis web berhasil dikembangkan untuk memvisualisasikan hasil klasterisasi secara interaktif. Antarmuka ini memungkinkan input data secara manual maupun melalui file unggahan, serta menyajikan interpretasi hasil klaster dengan visualisasi yang informatif. Dengan demikian, sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan yang lebih efisien dan berbasis data oleh pihak terkait, seperti pemerintah daerah atau instansi pembina IKM.

Dengan demikian, metode BIRCH terbukti relevan dan mampu memberikan hasil klasterisasi yang informatif, khususnya dalam konteks pengelompokan IKM Kota Surabaya sebagai upaya untuk mendukung kebijakan pengembangan sektor ekonomi produktif secara lebih terarah.

5.2. Saran Pengembangan

Berdasarkan temuan dan keterbatasan yang ada dalam penelitian ini, beberapa saran untuk pengembangan dan penelitian lanjutan adalah sebagai berikut:

1. Penambahan variabel relevan seperti omset usaha, usia usaha, jenis produk yang dihasilkan, dan lokasi geografis dapat memperkaya dimensi klasterisasi dan menghasilkan segmentasi yang lebih tajam serta kontekstual.
2. Diperlukan eksperimen dengan metode klasterisasi lain, seperti DBSCAN atau HDBSCAN sebagai pembandingan terhadap hasil BIRCH, terutama dalam hal sensitivitas terhadap noise dan outlier.
3. Disarankan untuk menambahkan evaluasi validitas eksternal dengan membandingkan hasil klasterisasi terhadap data riil lapangan atau hasil survei lapangan untuk meningkatkan keandalan rekomendasi kebijakan.
4. Untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data, aplikasi yang dibangun sebaiknya dikembangkan lebih lanjut dengan sistem rekomendasi otomatis berdasarkan profil klaster, seperti usulan bantuan per klaster, prioritas pelatihan, atau bentuk insentif berbasis kebutuhan spesifik tiap kelompok usaha.

Implementasi dari saran-saran ini diharapkan dapat menyempurnakan penelitian di masa mendatang serta memperluas potensi pemanfaatan metode BIRCH dalam konteks perencanaan pembangunan ekonomi lokal yang berbasis data dan berkelanjutan.

Halaman ini sengaja dikosongkan