

ANALISA FAKTOR KEBERHASILAN KENAIKAN PANGKAT DAN GOLONGAN PEGAWAI PEMERINTAH KOTA SEMARANG BERBASIS MACHINE LEARNING

ANALYSIS OF SUCCESS FACTORS IN PROMOTION OF SEMARANG CITY GOVERNMENT EMPLOYEES BASED ON MACHINE LEARNING

Rafidian Salmana Tamimi¹, Eka Ardhianto²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi dan Industri, Universitas Stikubank Semarang
rafidiansalmana@mhs.unisbank.ac.id¹

ABSTRACT

Promotion to higher positions at BKPP Semarang City Government requires employee quality and performance evaluation. Currently, the selection process remains manual, leading to inaccuracies in document completeness and verification. This research analyzes promotion success patterns using machine learning by comparing Between-Class Variation and Within-Class Variation. The results show a ratio of 0.003691276, indicating excellent model performance. Additional findings highlight promotion errors caused by employee negligence in document submission and officer oversight. The solution requires implementing an AI-based automated system to enhance selection accuracy and efficiency.

Keywords : Civil Servants, Government, Promotion, Machine Learning

ABSTRAK

Promosi kenaikan jabatan di BKPP Pemerintah Kota Semarang memerlukan evaluasi kualitas dan kinerja Pegawai Negeri Sipil. Saat ini, proses seleksi masih manual, menyebabkan ketidaktelitian dalam kelengkapan berkas dan verifikasi. Penelitian ini menganalisis pola keberhasilan kenaikan pangkat menggunakan *machine learning* dengan membandingkan *Between-Class Variation* dan *Within-Class Variation*. Hasilnya, rasio 0,003691276 menunjukkan kinerja model yang sangat baik. Temuan lain menyoroti kesalahan kenaikan pangkat akibat kelalaian pegawai dalam pengajuan berkas dan kurang cermatnya petugas. Solusinya, diperlukan sistem otomatis berbasis AI untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi seleksi.

Kata Kunci : Pegawai Negeri Sipil, Pemerintah, Kenaikan Pangkat, Machine Learning

PENDAHULUAN

Tata kelola pegawai adalah sebuah proses kegiatan yang berhubungan dengan pelayanan pegawai maupun masyarakat untuk mewujudkan kinerja pemerintah dalam memberikan pelayanan terhadap masyarakat. Pegawai Aparatur Sipil Negara (ASN) mencakup semua pegawai negeri sipil (PNS) bertugas sesuai dengan jabatan yang diraihnya. Pasal 10 UU 5/2014 disebutkan bahwa ASN berfungsi sebagai: (1) pelaksana kebijakan publik; (2) pelayan publik; dan (3) perekat dan pemersatu bangsa. Dalam hal ini, pegawai Aparatur Sipil Negara (ASN) mempunyai kompetensi yang sejalan lurus dengan meningkatnya produktivitas.

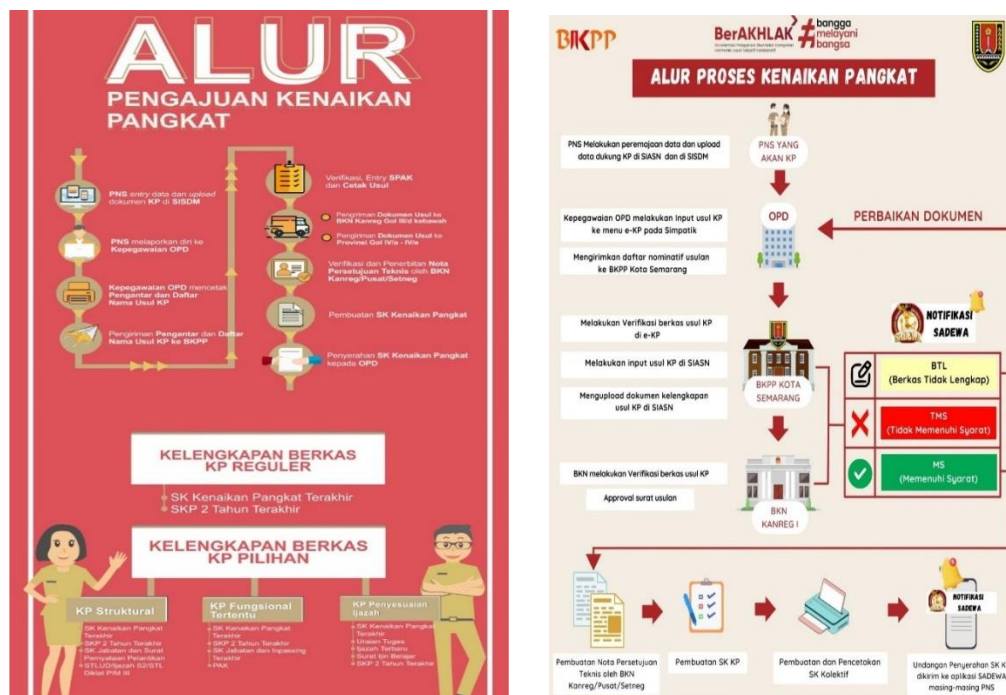
Untuk meningkatkan produktivitas Pegawai Negeri Sipil, perlu menggunakan Kenaikan Pangkat kepegawaian sebagai satu-satunya strategi pemerintah yang paling penting. Selain itu, dengan adanya kenaikan pangkat diharapkan para pegawai memiliki etos kerja yang kuat dalam menjalankan tugasnya. Sesuai Ps. 1 Peraturan Pemerintah No. 99 Tahun 2000 sebagaimana telah diubah dengan PP No. 12 Tahun 2002, disebutkan bahwa kenaikan pangkat adalah penghargaan yang diberikan atas “prestasi kerja” dan pengabdian PNS terhadap Negara, selain itu Kenaikan Pangkat juga dimaksudkan sebagai motivasi kepada Pegawai Negeri Sipil untuk lebih meningkatkan prestasi kerja dan

pengabdianya. Karena Kenaikan Pangkat merupakan “penghargaan” dan setiap penghargaan baru mempunyai nilai apabila Kenaikan Pangkat tersebut diberikan “tepat pada orangnya” dan “tepat pada waktunya”. Untuk itu setiap atasan berkewajiban mempertimbangkan Kenaikan Pangkat bawahannya untuk dapat diberikan tepat pada waktunya.

Promosi kenaikan jabatan membutuhkan suatu seleksi terkait penilaian kualitas serta kinerja terhadap setiap pegawai pada sebuah perusahaan atau instansi pemerintahan. Penilaian kinerja adalah proses evaluasi produktifitas pegawai yang menunjukkan seberapa baik atau buruknya kinerja seorang pegawai dalam pekerjaannya. Selain itu, penilaian kinerja dapat digunakan untuk membantu pimpinan dalam mengantisipasi dan mencegah ketidakpuasan pegawai. Adapun penilaian dilakukan berdasarkan profesionalitas, integrasi, amanah, capaian kinerja pegawai, kehadiran setiap pegawai yang akan dibagi menjadi beberapa cluster dan dilakukan pengujian untuk menentukan jumlah cluster terbaik (Rebala, 2019).

Pemanfaatan teknologi informasi berbasis *machine learning* yang menggunakan aspek bidang *clustering* dapat membantu dalam pengolahan data pegawai untuk prioritas kenaikan jabatan (Suyatno, 2017). *K-Means* merupakan salah satu metode non-hirarki *clustering* yang mencoba membagi data yang ada menjadi satu atau lebih *cluster*. Algoritma mengelompokkan data ke dalam suatu *cluster* berdasarkan kemiripan atau kesamaan karakteristik data sedangkan data dengan karakteristik yang tidak mirip atau berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang lain (Caron, *et al*, 2019). *Clustering* merupakan proses mengelompokkan data sehingga data komponen yang telah dipartisi dimasukkan sesuai dengan kriteria tertentu.

Proses kenaikan pangkatan Badan Kepegawaian, Pendidikan, dan Pelatihan (BKPP) Kota Semarang dilaksanakan semua sudah secara tersistem dan dilaksanakan 2 (dua) periode yaitu pada bulan April dan bulan Oktober, dengan alur pengajuan kenaikan pangkat dan alur proses kenaikan pangkat sebagai berikut:



Sumber : Buku Saku Prosedur Kenaikan Pangkat BKPP Kota Semarang

Gambar 1. Alur dan Proses Kenaikan Pangkat

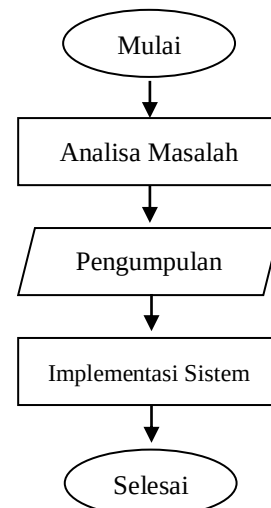
Dari data hasil Kenaikan Pangkat/Golongan Pegawai Pemerintah Kota Semarang yang dimiliki oleh Badan Kepegawaian, Pendidikan, dan Pelatihan (BKPP) Kota Semarang, dapat dianalisis faktor keberhasilan pegawai dalam kenaikan pangkat/golongan tersebut yang selanjutnya dapat dituangkan ke dalam Rencana Strategis (Renstra) SKPD Kota Semarang. Hal tersebut merupakan perwujudan sistem hukum nasional seperti yang tertera dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2005 – 2025.

Promosi kenaikan jabatan dapat diterima sesuai dengan nilai ataupun perilaku yang dilakukan, karena hal tersebut dapat dihitung dan diklasifikasi melalui sistem berbasis *machine learning*. Dari penjelasan tersebut, maka penulis menyusun laporan tugas akhir ini dengan judul “Analisa Faktor Keberhasilan Kenaikan Pangkat dan Golongan Pegawai Pemerintah Kota Semarang Berbasis *Machine Learning*”.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis menyeluruh terhadap pola keberhasilan Kenaikan Pangkat/Golongan Pegawai Pemerintah Kota Semarang. Metode *Machine Learning* digunakan dalam mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi keberhasilan asesi dalam mengikuti dan lulus Kenaikan Pangkat/Golongan Pegawai di Wilayah Pemerintah Kota Semarang.

METODE

Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Analisis Masalah

Promosi kenaikan jabatan membutuhkan suatu seleksi terkait penilaian kualitas serta kinerja terhadap setiap pegawai pada sebuah perusahaan atau instansi pemerintahan. Penilaian kinerja adalah proses evaluasi produktifitas pegawai yang menunjukkan seberapa baik atau buruknya kinerja seorang pegawai dalam pekerjaannya (François-lavet, *et al*, 2018). Selain itu, penilaian kinerja dapat digunakan untuk membantu pimpinan dalam mengantisipasi dan mencegah ketidakpuasan pegawai. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dalam bidang teknik elektro khususnya bidang perangkat lunak (Batta, 2020). Penelitian ini dilakukan dengan cara membangun suatu perangkat lunak (*software*) berupa sistem berbasis *machine learning* untuk menganalisa faktor keberhasilan kenaikan pangkat dan golongan pegawai Pemerintah Kota Semarang.

Pengumpulan Data

Adapun sumber data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari obyek penelitian melalui pengamatan langsung di lapangan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan

indikator penelitian. Data primer penelitian ini dikumpulkan melalui metode yaitu pengumpulan data yang berhubungan dengan sistem berbasis *machine learning* untuk menganalisa faktor keberhasilan kenaikan pangkat dan golongan pegawai Pemerintah Kota Semarang (Kusuma, 2017).

- b. Data sekunder adalah data pendukung yang diperoleh dari berbagai sumber. Data sekunder penelitian ini dikumpulkan melalui studi literatur, yaitu penelusuran literatur mengenai dasar pengetahuan tentang hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini. Metode ini dilakukan dengan cara mencari buku-buku, artikel-artikel, dan jurnal-jurnal ilmiah mengenai sistem informasi, rekayasa perangkat lunak, pemrograman web, database MySQL, dan bahasa pemrograman script PHP (Kusuma, 2017).

Metode Pengumpulan Data

Metode atau teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini terdapat beberapa cara, yaitu :

- a. Observasi, yaitu mengamati sistem dan proses kerja kenaikan jabatan dan golongan yang dilakukan objek penelitian dalam hal ini Badan Kepegawaian, Pendidikan, dan Pelatihan (BKPP) Kota Semarang dalam pengolahan data pegawainya.
- b. Wawancara, yaitu Tanya jawab dengan Kepala Badan Kepegawaian, Pendidikan, dan Pelatihan (BKPP) Kota Semarang secara langsung tentang kondisi dan situasi instansi terkait proses kenaikan jabatan dan golongan pegawai.
- c. Studi Pustaka, yaitu pengumpulan data dengan cara mengambil dari beberapa bahan pustaka yang dapat dijadikan referensi yang berkaitan.

Proses Implementasi Algoritma K-Means

Algoritma *k-means* pada dasarnya melakukan 3 proses yaitu, proses

pendeteksian lokasi pusat *cluster*, proses pencarian anggota dari tiap-tiap cluster dan proses pencarian anggota dari tiap-tiap cluster (Jogiyanto, 2017). Proses Algoritma *k-means* sebagai berikut:

- a. Penentuan pusat *cluster* awal
Dalam menentukan n buah pusat cluster awal dilakukan pembangkitan bilangan random yang merepresentasikan urutan data input. Pusat awal *cluster* didapatkan dari data nilai max dan nilai min bukan dengan menentukan titik baru secara random pusat awal dari data (Kusrini, 2016).
- b. Perhitungan jarak dengan pusat *cluster*
Untuk mengukur jarak antar data dengan pusat cluster digunakan algoritma *euclidian distance*, algoritma perhitungan jarak data dengan pusat cluster :
 - 1) Ambil nilai data dan nilai pusat *cluster*.
 - 2) Hitung *city block distance* dengan data tiap pusat *cluster* menggunakan persamaan (0.1).

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|}$$

Di mana x_{ik} adalah pusat cluster baru, x_{jk} pada kasus ini adalah nilai dari pegawai d_{ij} merupakan jarak, i merupakan pusat cluster di mana $i = 1, 2, \dots, n$, j merupakan data nilai tes dari setiap pegawai, di mana $j = 1, 2, \dots, n$. n merupakan jumlah sampel.

- c. Pengelompokan data
Jarak hasil perhitungan akan dilakukan perbandingan dan dipilih jarak terdekat antara data dengan pusat *cluster*, jarak ini menunjukkan bahwa data tersebut berada dalam satu kelompok dengan pusat *cluster* terdekat. Algoritma pengelompokan data :
 - 1) Ambil nilai jarak tiap pusat *cluster* dengan data.
 - 2) Cari nilai jarak terkecil.

- 3) Kelompokkan data dengan pusat cluster yang memiliki jarak yang terkecil.

d. Penentuan pusat *cluster* baru

Untuk mendapatkan pusat *cluster* baru bisa dihitung dari rata-rata nilai anggota cluster dan pusat *cluster*. Pusat cluster yang baru digunakan untuk melakukan iterasi selanjutnya, jika hasil yang didapatkan belum konvergen. Proses iterasi akan berhenti jika telah memenuhi maksimum iterasi yang dimasukkan oleh user atau hasil yang dicapai sudah konvergen (pusat *cluster* baru sama dengan pusat cluster lama) (Hartono, 2013). Algoritma penentuan pusat cluster :

- 1) Cari jumlah anggota tiap *cluster*.
- 2) Hitung pusat *cluster* baru menggunakan persamaan (0.2) :

$$C_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M X_j$$

Di mana $\frac{1}{M}$ merupakan jumlah data dari setiap cluster, C_i merupakan fitur ke- i dalam sebuah cluster, dan X merupakan data dari setiap cluster.

- e. Ulangi langkah ke tiga, jika cluster masih berubah

Karakteristik algoritma k-means berdasarkan cara kerjanya sebagai berikut:

- 1) *K-Means* sangat cepat dalam proses clustering.

- 2) *K-Means* sangat sensitif pada proses pembangkitan centroid awal secara random.
- 3) Memungkinkan suatu cluster tidak mempunyai anggota.
- 4) Hasil *clustering* dengan k-means bersifat tidak unik (selalu berubah), terkadang baik, dan terkadang buruk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, tahapan awal yang dilakukan adalah pengumpulan data Pegawai Negeri Sipil pada Pemerintah Kota Semarang yang diambil pada data pegawai kondisi saat ini. Setelah data disiapkan, langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu *preprocessing* data dari data asli untuk dapat diolah dengan *k-means*. Didalam *preprocessing* data dilakukan proses *cleaning* dan seleksi data. Setelah dilakukan seleksi data, atribut yang diperoleh yaitu jenis jabatan, pendidikan, diklat struktural, diklat fungsional, diklat teknis, seminar, skp, dan hukuman disiplin.

Pada transformasi data dilakukan proses pembobotan data dengan mengubah data string kedalam bentuk numerik agar dapat diolah. Berikut ini merupakan tabel hasil transformasi data dengan menghasilkan 4 atribut dengan di inisialkan A1 yaitu pendidikan, A2 kompetensi, A3 SKP, dan A4 hukuman disiplin.

Tabel 1. Hasil Transformasi Data Dengan Empat Atribut

Data ke	Nama Pegawai	Atribut			
		A1	A2	A3	A4
1	xxxxx	15	15	4	5
2	xxxxx	15	15	4	5
3	xxxxx	15	15	4	5
4	xxxxx	15	15	4	5
5	xxxxx	15	15	4	5
6	xxxxx	15	15	3	3
7	xxxxx	15	15	3	3
8	xxxxx	15	15	3	3
9	xxxxx	15	15	3	3
10	xxxxx	5	15	4	2
11	xxxxx	5	15	4	3
12	xxxxx	5	15	4	3
13	xxxxx	5	15	4	3
14	xxxxx	5	15	4	5
15	xxxxx	5	15	4	2

Data ke	Nama Pegawai	Atribut			
		A1	A2	A3	A4
28	xxxxx	15	10	3	5
29	xxxxx	15	10	3	5
30	xxxxx	15	10	4	5
31	xxxxx	20	10	4	5
32	xxxxx	15	15	4	5
33	xxxxx	5	15	4	5
34	xxxxx	15	15	4	5
35	xxxxx	15	15	4	5
36	xxxxx	15	15	3	5
37	xxxxx	20	15	5	5
38	xxxxx	15	15	3	5
39	xxxxx	15	15	3	5
40	xxxxx	15	15	4	5
41	xxxxx	15	15	4	5
42	xxxxx	20	15	4	5

Data ke	Nama Pegawai	Atribut			
		A1	A2	A3	A4
16	xxxxx	5	15	4	5
17	xxxxx	15	15	4	5
18	xxxxx	15	15	4	5
19	xxxxx	20	15	5	5
20	xxxxx	15	10	3	3
21	xxxxx	5	10	3	3
22	xxxxx	15	10	3	3
23	xxxxx	15	15	3	3
24	xxxxx	20	15	5	5
25	xxxxx	20	15	3	5
26	xxxxx	20	15	3	5
27	xxxxx	20	15	5	5

Data ke	Nama Pegawai	Atribut			
		A1	A2	A3	A4
43	xxxxx	15	15	4	5
44	xxxxx	15	15	3	5
45	xxxxx	20	15	3	3
46	xxxxx	20	15	5	3
47	xxxxx	5	15	3	3
48	xxxxx	15	10	4	3
49	xxxxx	15	10	4	5
50	xxxxx	15	10	3	5
51	xxxxx	5	10	4	2
52	xxxxx	15	10	4	3
53	xxxxx	15	10	3	5

Penggunaan K-Means

Penerapan Algoritma *K-Means* pada data Pegawai Negeri Sipil Kota Semarang dengan langkah-langkah yang dapat dijelaskan secara berbeda:

1. Mulailah dengan memastikan bahwa dua kluster akan dibentuk, yaitu C1 sebagai Memenuhi Syarat dan C2 sebagai Tidak Memenuhi Syarat.
2. Pada tahap pengujian, pilih secara acak dua data karyawan yang berfungsi sebagai pusat awal tiap klusternya.
 - C1 = 15, 15, 4, 5 (Diambil dari data pegawai dengan nomor 5)
 - C2 = 15, 10, 4, 3 (Diambil dari data pegawai dengan nomor 48)
3. Selanjutnya, hitung jarak terpendek tiap kluster. Setelah menghitung jarak ini, langkah berikutnya adalah mengelompokkan data berdasarkan jarak terpendek menggunakan rumus Euclidean:

$$D_{(x,y)} = \sqrt{(X_{1x} - X_{1y})^2 + (X_{2x} - X_{2y})^2 + \dots + (X_{nx} - X_{ny})^2}$$

keterangan:

$D_{(x,y)}$ = Jarak data ke x ke pusat kluster y

X_{nx} = Data ke i pada atribut ke n

X_{ny} = Titik pusat ke j pada atribut ke n

Jarak data dengan kluster 1

$$D_{(x1,c1)} = \sqrt{(15 - 15)^2 + (15 - 15)^2 + (4 - 4)^2 + (5 - 5)^2}$$

Lanjutkan perhitungan jarak kluster 1 sampai pegawai terakhir

$$D_{(x53,c1)} = \sqrt{(15 - 15)^2 + (10 - 15)^2 + (3 - 4)^2 + (5 - 5)^2}$$

Jarak data dengan kluster 2

$$D_{(x1,c2)} = \sqrt{(15 - 15)^2 + (15 - 10)^2 + (4 - 4)^2 + (5 - 3)^2}$$

Lanjutkan perhitungan jarak kluster 2 sampai pegawai terakhir

$$D_{(x53,c2)} = \sqrt{(15 - 15)^2 + (10 - 10)^2 + (3 - 4)^2 + (5 - 3)^2}$$

4. Berikut adalah tabel yang menampilkan hasil perhitungan jarak pada Iterasi 1, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil perhitungan jarak Iterasi Pertama

No. Pegawai	Jarak ke Centroid		Jarak Terdekat
	C1	C2	
1	0	5,385164807	C1
2	0	5,385164807	C1
3	0	5,385164807	C1
4	0	5,385164807	C1
5	0	5,385164807	C1
6	2,236067977	5,099019514	C1
7	2,236067977	5,099019514	C1
8	2,236067977	5,099019514	C1
9	2,236067977	5,099019514	C1
10	10,44030651	11,22497216	C1
...	...	...	...
44	1	5,477225575	C1
45	5,477225575	7,141428429	C1
46	5,477225575	7,141428429	C1
47	10,24695077	11,22497216	C1
48	5,385164807	0	C2
49	5	2	C2
50	5,099019514	2,236067977	C2
51	11,5758369	10,04987562	C2
52	5,385164807	0	C2
53	5,099019514	2,236067977	C2

5. Untuk menentukan pusat kluster baru, hitung rata-rata data pegawai yang termasuk dalam kluster tersebut.
6. Setelah mendapatkan pembaruan untuk centroid, langkah selanjutnya adalah memulai kembali iterasi dengan menggunakan pusat centroid yang baru. Ini melibatkan perhitungan terus menerus yang serupa dengan yang dilakukan pada iterasi pertama, hingga data tidak berpindah ke kluster lain.

7. Setelah tidak ada data yang berpindah klaster, jumlahkan masing-masing titik klaster terakhir untuk mengetahui seberapa baik struktur klaster setelah tidak ada data yang berpindah. Tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan titik klaster akhir:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Titik Pusat Centroid Akhir

	A1	A2	A3	A4
C1	13,875	15	3,8	4,3
C2	13,84615385	10	3,461538462	4

$$\begin{aligned}\text{Klaster 1} &= 13,875 + 15 + 3,8 + 4,3 \\ &= 36,975\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Klaster 2} &= 15 + 10,83333333 + 3,75 + \\ &\quad 4,333333333 \\ &= 31,30769231\end{aligned}$$

8. Pada tahap akhir, lakukan perhitungan rasio dengan menghitung perbandingan antara BCV (Between-Cluster Variance) dan WCV (Within-Cluster Variance) atau SSE (Sum of Squared Errors) pada iterasi terakhir.

$$BCV = d(m_1, m_2)$$

$$BCV$$

$$= \sqrt{(13,875 - 13,84615385)^2 + (15 - 10)^2 + (3,8 - 3,461538462)^2 + (4,3 - 4)^2}$$

$$BCV = 5,020496819$$

Tabel 4. Jarak Centroid Terkecil Pada Iterasi Terakhir

No. Pegawai	Jarak Terdekat	No. Pegawai	Jarak Terdekat	No. Pegawai	Jarak Terdekat
1	1,340009328	19	6,280575213	37	6,280575213
2	1,340009328	20	1,595110873	38	1,547780669
3	1,340009328	21	8,914452065	39	1,547780669
4	1,340009328	22	1,595110873	40	1,340009328
5	1,340009328	23	1,896213332	41	1,340009328
6	1,896213332	24	6,280575213	42	6,168113569
7	1,896213332	25	6,216560544	43	1,340009328
8	1,896213332	26	6,216560544	44	1,547780669
9	1,896213332	27	6,280575213	45	6,312339107
10	9,170366678	28	1,595110873	46	6,375392145
11	8,97193541	29	1,595110873	47	9,005310933
12	8,97193541	30	1,619043475	48	1,619043475
13	8,97193541	31	6,257776228	49	1,619043475
14	8,904809094	32	1,340009328	50	1,595110873
15	9,170366678	33	8,904809094	51	9,085393701
16	8,904809094	34	1,340009328	52	1,619043475
17	1,340009328	35	1,340009328	53	1,595110873
18	1,340009328	36	1,547780669		

$$\begin{aligned}WCV(SSE) &= \sum_{j=1}^n \sum_{p \in c_i} d(p, m_i)^2 \\ &= 1,340009328^2 + 1,340009328^2 + 1,340009328^2 + 1,340009328^2 \\ &\quad + 1,340009328^2 + 1,896213332^2 + 1,896213332^2 + 1,896213332^2 \\ &\quad + 1,896213332^2 + 9,170366678^2 + 8,97193541^2 + 8,97193541^2 \\ &\quad + 8,97193541^2 + 8,904809094^2 + 9,170366678^2 + 8,904809094^2 \\ &\quad + 1,340009328^2 + 1,340009328^2 + 6,280575213^2 + 1,595110873^2 \\ &\quad + 8,914452065^2 + 1,595110873^2 + 1,896213332^2 + 6,280575213^2 \\ &\quad + 6,216560544^2 + 6,216560544^2 + 6,280575213^2 + 1,595110873^2 \\ &\quad + 1,595110873^2 + 1,619043475^2 + 6,257776228^2 + 1,340009328^2 \\ &\quad + 8,904809094^2 + 1,340009328^2 + 1,340009328^2 + 1,547780669^2 \\ &\quad + 6,280575213^2 + 1,547780669^2 + 1,547780669^2 + 1,340009328^2 \\ &\quad + 1,340009328^2 + 6,168113569^2 + 1,340009328^2 + 1,547780669^2 \\ &\quad + 6,312339107^2 + 6,375392145^2 + 9,005310933^2 + 1,619043475^2 \\ &\quad + 1,619043475^2 + 1,595110873^2 + 9,085393701^2 + 1,619043475^2 \\ &\quad + 1,595110873^2 \\ WCV &= 1360,098077\end{aligned}$$

Dalam pengujian ini, yang menggunakan perbandingan Variasi Antara Kelas (*Between-Class Variation-BCV*) dan Variasi Dalam Kelas (*Within-Class Variation-WCV*).

$$\text{Rasio} = \frac{BCV}{WCV} = \frac{5,020496819}{1360,098077} = 0,003691276$$

Ditemukan bahwa nilai rasio 0,003691276 memenuhi kriteria penilaian yang sangat baik ketika diperiksa dalam tabel penilaian rasio.

Analisis Clustering Kenaikan Pangkat

Pada bagian ini, dilakukan analisis clustering untuk mengelompokkan Pegawai Negeri Sipil (PNS) Pemerintah Kota Semarang berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, seperti pendidikan, kompetensi, SKP, dan hukuman disiplin. Pengelompokan ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola pegawai yang memenuhi syarat untuk kenaikan pangkat dan golongan menggunakan metode K-Means Clustering.

1. Persiapan Data

Sebelum memulai analisis, langkah pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan data. Data pegawai telah tersedia dalam format CSV yang berisi informasi mengenai pegawai dan kriteria yang relevan dengan kenaikan pangkat. Berikut hasil digunakan untuk mempersiapkan data:

```
> library(dplyr)
> data <- read.csv("data_pegawai.csv")
> head(data)
  no nama_pegawai pendidikan kompetensi skp hukuman_disiplin faktor_keberhasilan
1 1 Pegawai A S1 20 80 Tidak Pernah Memenuhi Syarat
2 2 Pegawai B S2 25 85 Ringan Memenuhi Syarat
3 3 Pegawai C S3 15 75 Sedang Tidak Memenuhi Syarat
4 4 Pegawai D S1 20 90 Tidak Pernah Memenuhi Syarat
5 5 Pegawai E S2 30 95 Ringan Memenuhi Syarat
6 6 Pegawai F S2 30 80 Sedang Tidak Memenuhi Syarat
> data$pendidikan <- factor(data$pendidikan, levels = c("S1", "S2", "S3"), labels = c(1, 2, 3, 4))
> data$hukuman_disiplin <- factor(data$hukuman_disiplin, levels = c("Tidak Pernah", "Ringan", "Sedang", "Berat"), labels = c(1, 2, 3, 4))
> data_clean <- data %>% select(-no, -nama_pegawai, -faktor_keberhasilan)
> data <- read.csv("data_pegawai.csv")
> head(data_clean)
  no nama_pegawai pendidikan kompetensi skp hukuman_disiplin faktor_keberhasilan
1 1 Pegawai A S1 20 80 Tidak Pernah Memenuhi Syarat
2 2 Pegawai B S2 25 85 Ringan Memenuhi Syarat
3 3 Pegawai C S3 15 75 Sedang Tidak Memenuhi Syarat
4 4 Pegawai D S1 20 90 Tidak Pernah Memenuhi Syarat
5 5 Pegawai E S2 30 95 Ringan Memenuhi Syarat
6 6 Pegawai F S2 30 80 Sedang Tidak Memenuhi Syarat
> data$pendidikan <- factor(data$pendidikan, levels = c("S1", "S2", "S3"), labels = c(1, 2, 3, 4))
> data$hukuman_disiplin <- factor(data$hukuman_disiplin, levels = c("Tidak Pernah", "Ringan", "Sedang", "Berat"), labels = c(1, 2, 3, 4))
> data_clean <- data %>% select(-no, -nama_pegawai, -faktor_keberhasilan)
> head(data_clean)
```

Gambar 3. Persiapan Data

Gambar ini menunjukkan kode R untuk membaca dan memproses dataset pegawai yang disimpan dalam file

data_pegawai.csv. Pertama, pustaka dplyr dimuat menggunakan library (dplyr) untuk mempermudah manipulasi data. Kemudian, dataset dibaca dengan read.csv() dan disimpan dalam variabel data. Beberapa kolom dalam dataset diubah menjadi faktor numerik menggunakan fungsi factor(), seperti kolom pendidikan dan hukuman_disiplin, yang diubah menjadi kategori numerik dengan label yang telah ditentukan. Kolom yang tidak diperlukan, seperti no dan nama_Pegawai, dihapus dengan select() dari dplyr, dan hasilnya disimpan dalam variabel data_clean. Kode ini mempersiapkan dataset untuk analisis lebih lanjut, termasuk clustering atau pengolahan data lainnya.

2. Proses Algoritma K-Means Clustering

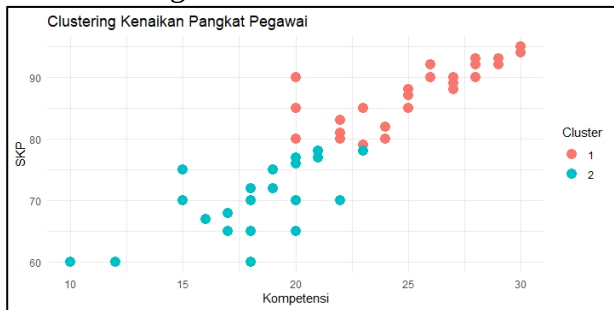
```
> set.seed(123)
> kmeans_result <- kmeans(data_clean, centers = 2)
> kmeans_result$cluster
[1] 1 1 2 1 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 1 1 2 2 2 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 2 1 2 1 2 1 1
> data_clean$cluster <- kmeans_result$cluster
> head(data_clean)
  pendidikan kompetensi skp hukuman_disiplin cluster
1 3 20 80 1 1
2 4 25 85 2 1
3 2 15 75 3 2
4 3 20 90 1 1
5 4 30 95 2 1
6 1 10 60 3 2
>
```

Gambar 4. Output Proses Algoritma K-Means Clustering

Output yang terlihat pada gambar ini adalah hasil dari menjalankan algoritma K-Means dengan jumlah cluster yang ditentukan sebanyak dua (centers = 2). Kode set.seed(123) digunakan untuk memastikan bahwa hasil clustering konsisten pada setiap eksekusi. Setelah menjalankan algoritma K-Means, hasilnya menunjukkan bahwa data pegawai telah dikelompokkan ke dalam dua cluster. Kolom terakhir, yang diberi nama cluster, menunjukkan hasil penugasan cluster untuk setiap pegawai, dimana cluster 1 dan cluster 2 merujuk pada dua kelompok pegawai yang dihasilkan berdasarkan kriteria yang diberikan seperti pendidikan, kompetensi, SKP, dan hukuman disiplin. Sebagai contoh, pada data pertama, pegawai dengan pendidikan S2,

kompetensi 25, SKP 80, dan hukuman disiplin "Tidak Pernah" termasuk dalam cluster 1.

3. Visualisasi Algoritma K-Means Clustering



Gambar 5. Visualisasi Hasil Clustering

Gambar ini adalah output dari Langkah 3: Visualisasi Hasil Clustering. Pada visualisasi ini, scatter plot digunakan untuk menampilkan hasil clustering Pegawai Negeri Sipil (PNS) berdasarkan dua variabel utama, yaitu Kompetensi (sumbu X) dan SKP (sumbu Y). Titik-titik pada plot dikelompokkan berdasarkan cluster yang ditentukan oleh algoritma K-Means. Titik berwarna merah mewakili Cluster 1, sedangkan titik berwarna biru mewakili Cluster 2. Dapat terlihat bahwa pegawai yang tergabung dalam Cluster 1 (merah) memiliki kompetensi yang lebih tinggi dan SKP yang lebih baik, sementara pegawai dalam Cluster 2 (biru) memiliki kompetensi dan SKP yang lebih rendah. Grafik ini memberikan gambaran visual yang jelas mengenai bagaimana pegawai dikelompokkan berdasarkan kriteria yang relevan untuk kenaikan pangkat.

Pembahasan Hasil Faktor Keberhasilan Kenaikan Pangkat dan Golongan Pegawai Berbasis Machine Learning

Dalam pembahasan ini, dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan kenaikan pangkat dan golongan pegawai Pemerintah Kota Semarang. Faktor-faktor yang dianalisis

meliputi pendidikan, kompetensi, SKP, dan hukuman disiplin. Berdasarkan hasil analisis clustering menggunakan algoritma machine learning, pegawai dikelompokkan dalam dua cluster, yaitu Memenuhi Syarat dan Tidak Memenuhi Syarat. Tabel berikut menunjukkan hasil analisis faktor keberhasilan kenaikan pangkat dan golongan pegawai berdasarkan hasil clustering.

Tabel 5. Hasil Faktor Keberhasilan Kenaikan Pangkat dan Golongan Pegawai Berbasis Machine Learning

No	Nama Pegawai	Pend	Kom	SKP	Hukuman Disiplin	Faktor Keberhasilan	Cluster
1	Pegawai A	S1	20	80	Tidak Pernah	Memenuhi Syarat	1
2	Pegawai B	S2	25	85	Ringan	Memenuhi Syarat	1
3	Pegawai C	D3	15	75	Sedang	Tidak Memenuhi Syarat	2
4	Pegawai D	S1	20	90	Tidak Pernah	Memenuhi Syarat	1
5	Pegawai E	S2	30	95	Ringan	Memenuhi Syarat	1
6	Pegawai F	D2	10	60	Sedang	Tidak Memenuhi Syarat	2

Pendidikan, kompetensi, SKP, dan hukuman disiplin terbukti berperan penting dalam keberhasilan kenaikan pangkat pegawai. Pegawai dengan pendidikan S1 dan S2 lebih sering terklaster dalam Cluster 1 (Memenuhi Syarat), yang menunjukkan bahwa tingkat pendidikan berhubungan dengan keberhasilan kenaikan pangkat, sedangkan pegawai dengan pendidikan D2 dan D3 lebih banyak terklaster dalam Cluster 2 (Tidak Memenuhi Syarat), mencerminkan bahwa pendidikan yang lebih tinggi menjadi faktor pendorong kenaikan pangkat. Pegawai dengan skor kompetensi tinggi (25-30) cenderung terkelompokkan dalam Cluster 1, sementara pegawai dengan skor kompetensi rendah (10-15) lebih banyak terklaster dalam Cluster 2. Begitu juga dengan SKP, pegawai dengan nilai SKP di atas 80 lebih sering berada di Cluster 1, yang menunjukkan bahwa pencapaian kinerja yang baik berhubungan langsung dengan keberhasilan kenaikan pangkat. Selain itu, pegawai yang tidak memiliki hukuman disiplin atau hanya mendapat hukuman ringan lebih banyak berada di Cluster 1, sedangkan pegawai

dengan hukuman berat atau sedang lebih banyak dikelompokkan dalam Cluster 2.

Faktor Keberhasilan Melalui Aspek Mekanisme Kenaikan Pangkat

Mekanisme kenaikan pangkat merupakan proses yang harus diikuti oleh pegawai dalam upaya mencapai kenaikan jabatan atau

golongan. Faktor ini mencakup aturan dan prosedur yang harus dipatuhi, serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh proses kenaikan pangkat. Keberhasilan dalam mekanisme ini dipengaruhi oleh sejauh mana pegawai dapat memenuhi syarat yang ditentukan serta kecepatan dalam menjalani proses administrasi.

Tabel 6. Faktor Keberhasilan Melalui Aspek Mekanisme Kenaikan Pangkat

No.	Nama Pegawai	Pendidikan	Kompetensi	SKP	Hukuman Disiplin	Proses Kenaikan Pangkat	Waktu Proses	Faktor Keberhasilan
1	Pegawai A	S1	20	80	Tidak Pernah	Sesuai Prosedur	Cepat	Memenuhi Syarat
2	Pegawai B	S2	25	85	Ringan	Sesuai Prosedur	Cepat	Memenuhi Syarat
3	Pegawai C	D3	15	75	Sedang	Tidak Sesuai Prosedur	Lama	Tidak Memenuhi Syarat
4	Pegawai D	S1	20	90	Tidak Pernah	Sesuai Prosedur	Cepat	Memenuhi Syarat

Pembahasan: Aspek mekanisme kenaikan pangkat menunjukkan bahwa pegawai yang mengikuti prosedur dengan benar dan tepat waktu, serta memiliki kelengkapan administrasi, cenderung berhasil mendapatkan kenaikan pangkat. Proses yang cepat dan sesuai dengan aturan memberikan pengaruh positif terhadap hasil akhir. Pegawai yang mengalami kendala dalam memenuhi syarat atau melengkapi dokumen cenderung

mengalami keterlambatan dalam kenaikan pangkat.

Faktor Keberhasilan Melalui Aspek Mekanisme Kenaikan Pangkat

Pentingnya ketepatan waktu dalam pelayanan kenaikan pangkat karena menentukan kelancaran proses dan kepuasan pegawai. Pelayanan yang cepat dan tepat waktu menunjukkan bahwa instansi dapat bekerja secara efisien, mengurangi penundaan yang tidak perlu, dan meningkatkan motivasi pegawai untuk terus berprestasi.

Tabel 7. Faktor Keberhasilan Melalui Aspek Mekanisme Kenaikan Pangkat

No.	Nama Pegawai	Pendidikan	Kompetensi	SKP	Hukuman Disiplin	Proses Waktu	Ketepatan Waktu	Faktor Keberhasilan
1	Pegawai A	S1	20	80	Tidak Pernah	Cepat	Tepat	Memenuhi Syarat
2	Pegawai B	S2	25	85	Ringan	Sedang	Tepat	Memenuhi Syarat
3	Pegawai C	D3	15	75	Sedang	Lama	Tidak Tepat	Tidak Memenuhi Syarat

Ketepatan waktu dalam pelayanan sangat berpengaruh pada kepuasan pegawai. Ketika pelayanan kenaikan pangkat diselesaikan dengan cepat dan tepat, pegawai merasa dihargai dan lebih termotivasi untuk meningkatkan kinerja mereka. Sebaliknya, keterlambatan dalam pelayanan dapat menyebabkan rasa frustrasi dan mempengaruhi kinerja pegawai. Oleh karena itu, penting bagi instansi untuk menjaga

ketepatan waktu dalam pengelolaan kenaikan pangkat.

Faktor Kedisiplinan Pegawai

Kedisiplinan pegawai dalam menjalankan tugas dan kewajiban merupakan faktor kunci dalam keberhasilan kenaikan pangkat. Pegawai yang memiliki tingkat kedisiplinan tinggi, seperti hadir tepat waktu,

menyelesaikan tugas tepat waktu, dan mengikuti peraturan instansi, cenderung lebih berhasil dalam proses kenaikan pangkat. Kedisiplinan menunjukkan bahwa pegawai

memiliki komitmen terhadap pekerjaan dan instansi tempat mereka bekerja.

Tabel 8. Faktor Kedisiplinan Pegawai

No.	Nama Pegawai	Pendidikan	Kompetensi	SKP	Hukuman Disiplin	Kedisiplinan	Faktor Keberhasilan
1	Pegawai A	S1	20	80	Tidak Pernah	Tinggi	Memenuhi Syarat
2	Pegawai B	S2	25	85	Ringan	Sedang	Memenuhi Syarat
3	Pegawai C	D3	15	75	Sedang	Rendah	Tidak Memenuhi Syarat

Kedisiplinan menjadi faktor yang sangat berpengaruh dalam keberhasilan kenaikan pangkat. Pegawai yang memiliki kedisiplinan tinggi, seperti selalu tepat waktu dan menyelesaikan tugas dengan baik, menunjukkan dedikasi dan komitmen terhadap pekerjaan, yang mempengaruhi proses kenaikan pangkat mereka. Sebaliknya, pegawai dengan kedisiplinan rendah, yang sering absen atau melanggar peraturan, lebih cenderung untuk terklaster dalam kelompok yang tidak memenuhi syarat.

Faktor Akurasi Kualitas Pelayanan Publik

Kualitas pelayanan publik juga memainkan peran penting dalam menentukan keberhasilan kenaikan pangkat. Pegawai yang terlibat langsung dalam pelayanan publik harus memiliki keterampilan dan kompetensi yang memadai untuk memberikan pelayanan yang berkualitas. Faktor ini termasuk kemampuan pegawai dalam menyelesaikan masalah dengan tepat, memberikan pelayanan yang ramah, dan berkomunikasi dengan baik dengan masyarakat.

Tabel 9. Akurasi Kualitas Pelayanan Publik dalam Kenaikan Pangkat

No.	Nama Pegawai	Pendidikan	Kompetensi	SKP	Hukuman Disiplin	Kedisiplinan	Faktor Keberhasilan
1	Pegawai A	S1	20	80	Tidak Pernah	Tinggi	Memenuhi Syarat
2	Pegawai B	S2	25	85	Ringan	Sedang	Memenuhi Syarat
3	Pegawai C	D3	15	75	Sedang	Rendah	Tidak Memenuhi Syarat

Faktor Akurasi Kualitas Pelayanan Publik

Kelengkapan sarana dan prasarana di tempat kerja mempengaruhi kinerja pegawai dalam melaksanakan tugas. Sarana dan prasarana yang memadai dapat meningkatkan efisiensi kerja, memudahkan pegawai dalam

menyelesaikan tugasnya, dan mendukung proses administrasi yang lebih cepat, termasuk dalam proses kenaikan pangkat.

Tabel 10. Akurasi Kualitas Pelayanan Publik dalam Kenaikan Pangkat

No.	Nama Pegawai	Pendidikan	Kompetensi	SKP	Hukuman Disiplin	Kualitas Pelayanan	Faktor Keberhasilan
1	Pegawai A	S1	20	80	Tidak Pernah	Baik	Memenuhi Syarat
2	Pegawai B	S2	25	85	Ringan	Cukup	Memenuhi Syarat
3	Pegawai C	D3	15	75	Sedang	Buruk	Tidak Memenuhi Syarat

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan mengenai faktor-faktor yang

mempengaruhi keberhasilan kenaikan pangkat dan golongan pegawai pemerintah Kota Semarang berbasis machine learning, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pendidikan berperan sebagai faktor kunci dalam keberhasilan kenaikan pangkat, di mana pegawai dengan tingkat pendidikan S1 dan S2 lebih cenderung memenuhi syarat untuk naik pangkat dibandingkan dengan pegawai yang memiliki pendidikan D3 dan D2.
 2. Kompetensi pegawai juga sangat mempengaruhi keberhasilan kenaikan pangkat. Pegawai dengan skor kompetensi tinggi lebih banyak terkaster dalam kelompok yang memenuhi syarat untuk kenaikan pangkat.
 3. SKP (Sasaran Kerja Pegawai) yang tinggi menunjukkan hubungan langsung dengan keberhasilan kenaikan pangkat, di mana pegawai dengan nilai SKP di atas 80 cenderung lebih sukses dalam proses kenaikan pangkat.
 4. Hukuman disiplin menjadi faktor pembeda yang signifikan, di mana pegawai yang tidak memiliki hukuman disiplin atau hanya mendapat hukuman ringan lebih banyak terkaster dalam kelompok yang memenuhi syarat untuk kenaikan pangkat.
 5. Faktor-faktor tambahan seperti mekanisme kenaikan pangkat, ketepatan waktu pelayanan, kedisiplinan pegawai, akurasi kualitas pelayanan publik, dan kelengkapan sarana dan prasarana turut mempengaruhi keberhasilan pegawai dalam mendapatkan kenaikan pangkat dan golongan.
- An Introduction to Deep Reinforcement Learning. Foundations and Trends in Machine Learning.*
- Hartono, Bambang. 2013. *Sistem Informasi Manajemen Berbasis Komputer*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Jogiyanto, H.M., 2017, *Analisa dan Desain Sistem Informasi: Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis*, ANDI, Yogyakarta.
- Kusrini. 2016. *Sistem Pakar*. Yogyakarta: Andi Offisit.
- Kusuma, V. M. 2017. *Implementasi Metode Fuzzy Subtractive Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.
- Murdick, Robert dkk. 2016. *Sistem Informasi Untuk Manajemen Modern*. Bandung : Informatika.
- Prasetyo, Eko. 2016. *Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi. Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rebala, G., A, R., & S, C. 2019. *Machine Learning Definition and Basics*. Springer, Cham.
- Suyatno. 2017. *Data Mining Untuk Klasifikasi dan Klasterisasi Data*. Bandung: Informatika Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Batta, M. 2020. *Machine Learning Algorithms - A Review*. International Journal of Science and Research (IJ, 9(1).
- Caron, M., Bojanowski, P., Joulin, A., & Douze, M. 2019. *Deep Clustering for Unsupervised Learning of Visual Features*.
- François-lavet, V., Henderson, P., Islam, R., Bellemare, M. G., François-lavet, V., Pineau, J., & Bellemare, M. G. 2018.