

Implementasi Metode Perhitungan Aktuaria Program Dana Pensiun Menggunakan Flask

Muthia Dishanur Izzati¹, Mujiati Dwi Kartikasari^{2*}

^{1,2}Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta 55584, Indonesia

*Corresponding author. Email: mujiatikartikasari@uii.ac.id

ABSTRAK

Program dana pensiun merupakan program yang mengupayakan perencanaan masa depan dengan memberikan manfaat pensiun kepada peserta. Hal penting yang menjadi perhatian dalam program dana pensiun adalah metode valuasi aktuaria (*actuarial cost method*). Terdapat dua kategori besar untuk metode valuasi aktuaria, yaitu *Accrued Benefit Cost Method* dan *Projected Benefit Cost Method*. Karakteristik iuran normal pada *Projected Benefit Cost Method* lebih stabil jika dibandingkan dengan *Accrued Benefit Cost Method*, sehingga lebih baik digunakan dari sudut pandang peserta program dana pensiun. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini membahas penggunaan *Projected Benefit Cost Method* dengan menghitung iuran normal dan kewajiban aktuaria dari metode yang termasuk di dalamnya, yaitu *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium*. Berdasarkan hasil perhitungan, metode *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* memiliki nilai akhir pembayaran iuran normal yang lebih kecil dan memiliki kewajiban aktuaria yang lebih besar dibandingkan dengan metode *Attained Age Normal*. Dengan demikian, dari ketiga metode yang termasuk dalam *Projected Benefit Cost Method*, metode *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* lebih baik digunakan dari sudut pandang peserta pensiun. Agar perhitungan pendanaan pensiun menggunakan metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium* dapat diimplementasikan secara luas oleh masyarakat, maka penelitian ini membuat *website* aplikasi dengan menggunakan *flask* yang dapat diakses pada <https://perhitunganaktuariadapen.herokuapp.com/>.

Kata Kunci:

Dana Pensiun; Attained Age Normal; Entry Age Normal; Individual Level Premium; Flask

ABSTRACT

The pension fund program is a program that seeks future planning by providing pension benefits to participants. The vital thing that becomes a concern in the pension fund program is the actuarial cost method. There are two categories for actuarial cost methods, which are *Accrued Benefit Cost Method* and *Projected Benefit Cost Method*. The normal contribution characteristic of the *Projected Benefit Cost Method* is more stable than the *Accrued Benefit Cost Method*, so it is better to use it from the participants' perspective. This study discusses the use of the *Projected Benefit Cost Method* by calculating normal contributions and actuarial liabilities from the methods included in it, which are *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, and *Individual Level Premium*. Based on the calculation results, the *Entry Age Normal* and *Individual Level Premium* methods have a smaller final value of normal contribution payments and have a larger actuarial liability than the *Attained Age Normal*. Thus, of the three methods included in the *Projected Benefit Cost Method*, the *Entry Age Normal* and *Individual Level Premium* methods are better used from the perspective of participants. For the

calculation of pension funding using the Attained Age Normal, Entry Age Normal, and Individual Level Premium methods to be widely implemented by the public, this study created an application website using flask, which can be accessed at <https://perhitunganaktuariadapen.herokuapp.com/>.

Keywords:

Pension Fund; Attained Age Normal; Entry Age Normal; Individual Level Premium; Flask

Format Sitasi:

M. D. Izzati and M. D. Kartikasari, "Implementasi Metode Perhitungan Aktuarial Program Dana Pensiun Menggunakan Flask", *Jambura J. Math.*, vol. 4, No. 2, pp. 247–264, 2022, doi: <https://doi.org/10.34312/jjom.v4i2.12954>

1. Pendahuluan

Untuk memenuhi kebutuhannya, setiap orang membutuhkan penghasilan. Ketika masih produktif bekerja, penghasilan dari suatu pekerjaan dapat memenuhi kebutuhan hidup, namun setelah tidak lagi bekerja atau mencapai usia pensiun, seorang pekerja tidak memiliki penghasilan lagi untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Salah satu cara terbaik bagi seorang pekerja untuk tetap mendapatkan penghasilan ketika pensiun adalah dengan mengikuti program dana pensiun. Program dana pensiun adalah program yang mengupayakan perencanaan masa depan dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan pekerja yang telah pensiun dengan menjanjikan manfaat pensiun berupa uang atau dana [1].

Dana pensiun diberikan kepada karyawan setelah memasuki masa pensiun. Adapun faktor yang menyebabkan seorang pekerja memasuki masa pensiun, yaitu karena pensiun normal (usia), pensiun dini karena mengundurkan diri, pensiun karena mengalami kecacatan, dan pensiun karena kematian yang terjadi pada saat masih aktif bekerja. Oleh karena itu, seorang pekerja harus memiliki rencana masa depan dan sedini mungkin memikirkan cara mendapatkan penghasilan untuk menunjang kesejahteraan diri sendiri dan keluarganya di masa mendatang. Dalam program dana pensiun, hal penting yang menjadi perhatian adalah metode valuasi aktuarial (*actuarial cost method*). Metode valuasi aktuarial adalah metode valuasi yang digunakan untuk menetapkan besar iuran normal dan kewajiban aktuarial (*actuarial liability*) dari suatu program dana pensiun [2]. Iuran normal adalah iuran dari peserta yang dibayarkan ke Dana Pensiun sesuai dengan metode valuasi aktuarial yang digunakan, sementara kewajiban aktuarial adalah suatu nilai yang harus dimiliki Dana Pensiun agar kewajiban Dana Pensiun kepada peserta dapat terpenuhi [3]. Secara umum, terdapat dua kelompok metode valuasi aktuarial, yaitu *Accrued Benefit Cost Method* dan *Projected Benefit Cost Method* [2]. Metode yang termasuk dalam *Accrued Benefit Cost Method* yaitu metode *Projected Unit Credit*, sedangkan metode yang termasuk dalam *Projected Benefit Cost Method* adalah metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium*[2].

Accrued Benefit Cost Method, pertama kali dikenalkan oleh McGill and Grubbs [4], dan lazim disebut sebagai *Unit Credit Cost Method* [5], memiliki karakteristik besaran iuran normal cenderung meningkat seiring dengan penambahan usia peserta pensiun, sementara *Projected Benefit Cost Method* memiliki karakteristik iuran normal berpola merata sepanjang sisa masa kerja sampai dengan usia pensiun [2]. Terdapat beberapa penelitian yang melakukan perbandingan pendanaan pensiun menggunakan *Accrued Benefit Cost Method* dan *Projected Benefit Cost Method*, dapat dilihat pada [6–9]. Hasil penelitian-penelitian tersebut menyimpulkan bahwa *Projected Benefit Cost Method* lebih

baik digunakan dibandingkan dengan *Accrued Benefit Cost Method* jika dilihat dari sudut pandang peserta program dana pensiun karena iuran normal yang dibayarkan peserta lebih stabil. Berdasarkan penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Projected Benefit Cost Method*.

Terdapat beberapa penelitian yang membahas penggunaan *Projected Benefit Cost Method*, diantaranya Sukono, et al. [10] yang melakukan perhitungan dana pensiun menggunakan metode *Entry Age Normal* dan *Attained Age Normal*. Demikian juga dengan Sinay, et al. [11] yang melakukan perhitungan dana pensiun pada Gereja Protestan Maluku menggunakan metode *Individual Level Premium*. Adapun pada penelitian ini, yang menjadi fokus penelitian adalah perbandingan penggunaan metode valuasi aktuarial yang termasuk dalam *Projected Benefit Cost Method*, yaitu metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium*. Metode *Attained Age Normal* merupakan suatu metode perhitungan dimana nilai sekarang manfaat pensiun peserta dialokasikan antara usia peserta pada saat usia perhitungan sampai dengan usia pensiun normal. Metode *Entry Age Normal* merupakan suatu metode perhitungan dimana nilai sekarang manfaat pensiun yang akan datang sama dengan nilai sekarang iuran normal yang akan datang pada titik usia masuk kepesertaan. Metode *Individual Level Premium* merupakan pengembangan dari metode *Entry Age Normal*, dimana metode ini digunakan untuk menentukan iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk semua manfaat pensiun. Ketiga metode tersebut digunakan dalam perhitungan aktuarial yang meliputi menghitung kewajiban aktuarial dan iuran normal, kemudian membandingkan ketiga metode tersebut untuk melihat metode yang terbaik berdasarkan nilai akumulasi iuran normal yang terkecil. Digunakan asumsi skala gaji terakhir untuk menghitung manfaat pensiun dari ketiga metode tersebut

Agar perhitungan aktuarial dana pensiun tersebut dapat diimplementasikan secara luas oleh khalayak, maka dibuatlah sebuah *framework* berupa *website* aplikasi menggunakan *flask*. *Flask* merupakan kerangka kerja aplikasi web (*web framework*) yang ditulis menggunakan bahasa *python* yang bersifat *microframework* karena tidak membutuhkan suatu alat dan pustaka tertentu saat proses membangun sebuah aplikasi *web* [12]. *Web framework flask* ditulis menggunakan bahasa *python*, sehingga sebelum *flask* dapat digunakan seutuhnya, maka *web developer* setidaknya harus mempelajari bahasa pemrograman *python* terlebih dahulu. Dalam penelitian ini, *flask* tersebut digunakan untuk menghitung iuran normal, akumulasi nilai iuran normal, dan kewajiban aktuarial dana pensiun baik itu untuk metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, maupun *Individual Level Premium* yang telah berhasil dibuat dengan *framework flask* dan di-deploy menggunakan Heroku ke dalam bentuk yang lebih interaktif agar perhitungan aktuarial dana pensiun tersebut dapat diimplementasikan secara luas oleh khalayak.

2. Metode

2.1. Tahapan Penelitian

Terdapat tujuh tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Melakukan pengumpulan data dan asumsi yang digunakan. Data yang digunakan berupa data simulasi dari peserta dana pensiun. Dalam hal ini, data yang ditentukan adalah jenis kelamin peserta, usia terdaftar sebagai peserta dana pensiun, usia pensiun, gaji pokok peserta, suku bunga, dan proporsi gaji yang dipersiapkan untuk manfaat pensiun. Deskripsi operasional variabel terkait data disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi operasional variabel

Variabel	Simbol	Deskripsi
Jenis Kelamin		Jenis kelamin dari peserta yang terdaftar di Dana Pensiun. Pada penelitian ini digunakan perempuan sebagai studi kasus dalam perhitungan.
Usia Terdaftar sebagai Peserta Dana Pensiun	e	Usia seseorang mendaftarkan diri menjadi peserta di Dana Pensiun. Contoh: 30 tahun.
Usia Pensiun	r	Usia peserta program Dana pensiun yang sudah tidak bekerja lagi dan akan mulai memperoleh manfaat pensiun. Contoh: 65 tahun.
Gaji Pokok	s_x	Gaji pokok diluar dari tunjangan-tunjangan saat seseorang mendaftarkan diri sebagai peserta di Dana Pensiun. Contoh: Rp 3.000.000 per bulan.
Suku Bunga	i	Besaran suku bunga dalam perhitungan aktuarial dana pensiun. Contoh: 4%
Proporsi Gaji untuk Dana Pensiun	k	Proporsi dari gaji yang dipersiapkan untuk manfaat pensiun yang akan diterima setelah mencapai usia pensiun. Contoh: 2,5%.

- Menyusun tabel perhitungan D_x dan N_x berdasarkan Tabel Mortalita Indonesia (TMI) 2011 dengan asumsi tingkat suku bunga 4%.
- Menghitung besar manfaat pensiun dari peserta (B_r), berdasarkan usia masuk (e), usia pensiun (r), gaji pokok terakhir yang diterima selama setahun terakhir (S_{r-1}), dan proporsi gaji yang dipersiapkan untuk manfaat pensiun (k) sebesar 2,5%.
- Menghitung nilai sekarang manfaat pensiun atau *Present Value of Future Benefit* ($PVFB$) $_x$ pada saat usia pensiun, berdasarkan besar manfaat pensiun (B_r), faktor diskonto (v), anuitas awal seumur hidup pada usia pensiun (\ddot{a}_r), serta peluang seseorang akan hidup sampai usia n tahun (p).
- Menghitung iuran normal, nilai akumulasi iuran normal, dan kewajiban aktuarial menggunakan metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium*.
- Membandingkan nilai akumulasi iuran normal, dan kewajiban aktuarial dari ketiga metode (*Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium*).
- Mengetahui metode terbaik pada studi kasus ini dari sudut pandang peserta dana pensiun dan dari sudut pandang lembaga dana pensiun, kemudian membuat desain *framework* perhitungan nilai aktuarial menggunakan *flask*. Tahapan penelitian dalam diagram alir disajikan pada Gambar 1.

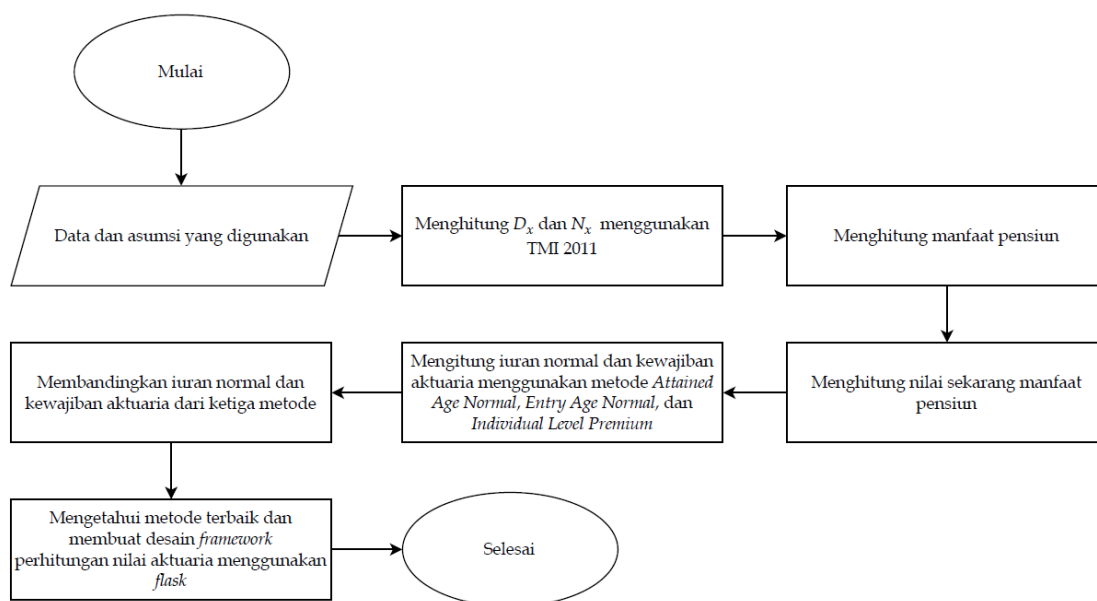
2.2. Tabel Mortalita dan Simbol Komutasi

Tabel mortalitas adalah distribusi probabilitas diskrit yang disajikan dalam bentuk tabel probabilitas usia kematian. Formulasi terkait tabel mortalita merujuk pada [13, 14], dirumuskan dengan:

$$d_x = l_x - l_{x+1}, \quad (1)$$

dengan

- d_x : Banyaknya orang yang meninggal antara usia x dan $x + 1$ tahun,
 l_x : Banyaknya orang yang hidup tepat usia x tahun,
 l_{x+1} : Banyaknya orang yang hidup tepat usia $x + 1$ tahun.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Peluang bahwa seseorang berusia x akan bertahan sampai umur $x + n$ dinyatakan dalam bentuk:

$${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}, \quad (2)$$

dengan

- l_x : Banyaknya orang yang hidup tepat usia x tahun,
- l_{x+n} : Banyaknya orang yang hidup tepat usia $x + n$ tahun.

Peluang seseorang berusia x akan meninggal dalam n tahun ke depan dinyatakan dengan notasi ${}_n q_x$, mengikuti persamaan

$${}_n q_x = 1 - {}_n p_x. \quad (3)$$

Penyederhanaan perhitungan sering dilakukan dalam menghitung tabel mortalita dengan membuat simbol komutasi. Berikut adalah beberapa simbol komutasi yang digunakan antara lain:

1. Notasi D_x , dinyatakan sebagai berikut:

$$D_x = v^x l_x \quad (4)$$

dengan $v = \frac{1}{(1+i)} = (1+i)^{-1}$.

2. Notasi N_x , dinyatakan sebagai berikut:

$$N_x = D_x + D_{x+1} + D_{x+2} + \dots + D_w = \sum_{i=0}^{w-x} D_{x+i} \quad (5)$$

dengan w merupakan usia tertinggi yang dicapai.

2.3. Fungsi Dasar Aktuarial Dana Pensiun

Dalam perhitungan aktuarial dana pensiun, terdapat fungsi-fungsi dasar yang digunakan. Fungsi-fungsi dasar tersebut adalah fungsi survival, fungsi bunga, fungsi gaji, dan fungsi manfaat. Referensi mengenai fungsi survival mengacu pada [13], fungsi bunga mengacu pada [15], serta fungsi gaji pada [16], dan fungsi manfaat mengacu pada [14].

2.3.1. Fungsi Survival

Fungsi kelangsungan hidup merupakan suatu fungsi yang menunjukkan peluang hidup seorang karyawan akan tetap bekerja selama masa kerja aktif sampai waktu yang diperbolehkan pensiun. Peluang hidup yang dimaksud adalah ${}_n p_x$, dengan rumus:

$${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x} \quad (6)$$

2.3.2. Fungsi Bunga

Fungsi bunga digunakan untuk mendiskontokan suatu pembayaran yang akan datang ke waktu sekarang. Jika i adalah tingkat suku bunga yang diasumsikan untuk tahun ke- t , untuk $t = 1, 2, \dots, n$, nilai sekarang dari satu satuan uang dalam waktu n tahun dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v^n = \frac{1}{(1+i)^n}. \quad (7)$$

2.3.3. Fungsi Gaji

Gaji adalah suatu bentuk pembayaran periodik yang dibayarkan oleh pemberi kerja kepada pekerjanya yang dinyatakan dalam kontrak kerja. Gaji dapat dihitung dengan mempertimbangkan kenaikan gaji dan masa kerja. Formula ini disebut dengan fungsi kenaikan gaji. Gaji saat ini untuk peserta berusia x tahun dilambangkan dengan s_x , dan S_x merupakan kumulatif jumlah gaji dari usia masuk e hingga usia $x - 1$ tahun, dimana $x > e$, atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S_x = \sum_{t=e}^{x-1} S_t. \quad (8)$$

Jika kenaikan gaji seorang peserta setiap tahun sebesar $s\%$, maka besarnya gaji peserta saat berusia $x + t$ adalah:

$$S_{x+t} = S_x(1+s)^t, \quad (9)$$

dengan

- S_x : Akumulasi gaji dari usia masuk e hingga usia $x - 1$ tahun (Rp),
- s : Tingkat kenaikan gaji (%).

2.3.4. Fungsi Manfaat

Fungsi manfaat merupakan fungsi yang digunakan untuk menentukan besarnya manfaat pensiun yang akan diterima peserta pada saat pensiun. Besar manfaat pensiun pada usia r dinotasikan dengan B_r . Besar manfaat pensiun dapat dihitung berdasarkan pendekatan gaji, yang dijelaskan sebagai berikut.

1. **Manfaat pensiun berdasarkan gaji terakhir.** Jika seseorang saat ini berusia x dan terdaftar menjadi peserta program dana pensiun saat berusia e , maka besar manfaat pensiun yang akan diterima pada usia r adalah

$$B_r = k(r - e)S_{r-1}, \quad (10)$$

dengan k adalah proporsi gaji (%) yang dipersiapkan untuk manfaat pensiun dan S_{r-1} adalah kumulatif gaji terakhir sebelum pensiun saat usia $r - 1$ yang dirumuskan sebagai berikut:

$$S_{r-1} = (1 + s)^{r-e-1} s_x, \quad (11)$$

dengan

s : Tingkat kenaikan gaji (%),

s_x : Gaji pokok dalam waktu 1 tahun saat peserta berusia x tahun (Rp).

2. **Manfaat pensiun berdasarkan rata-rata gaji selama bekerja.** Jika seseorang saat ini berusia x dan terdaftar menjadi peserta program dana pensiun saat berusia e , maka besar manfaat pensiun yang akan diterima pada usia r dinotasikan dengan

$$B_r = kS_r, \quad (12)$$

dimana S_r merupakan jumlah gaji selama mengikuti program pensiun yang didefinisikan dengan:

$$S_r = \sum_{t=e}^{r-1} s_t. \quad (13)$$

3. **Manfaat pensiun berdasarkan rata-rata gaji selama n tahun terakhir.** Jika seseorang saat ini berusia x dan terdaftar menjadi peserta program dana pensiun saat berusia e , maka besar manfaat pensiun yang akan diterima pada usia r dinotasikan dengan

$$B_r = k(r - e)FAS \quad (14)$$

dimana FAS (*Final Average Salary*) merupakan rata-rata gaji yang diharapkan n tahun terakhir, dengan formulasi

$$FAS = \frac{1}{n} \sum_{t=r-x-n}^{r-x-1} s_x (1 + s)^t. \quad (15)$$

Dari manfaat pensiun, dapat dihitung nilai sekarang manfaat pensiun atau *Present Value of Future Benefit* (PVFB). Pembayaran PVFB dilakukan secara berkala tiap tahun sampai peserta meninggal. PVFB yang diberikan kepada seseorang yang saat ini berusia x tahun dan terdaftar sebagai peserta program dana pensiun saat berusia e tahun, serta pensiun pada saat berusia r tahun dinotasikan dengan

${}^r(PVFB)_x$. Formulasi untuk ${}^r(PVFB)_x$ adalah sebagai berikut:

$${}^r(PVFB)_x = B_r \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x}p_x \quad (16)$$

dengan \ddot{a}_r merupakan nilai anuitas awal seumur hidup hingga usia pensiun r ,

$$\ddot{a}_r = \frac{N_r}{D_r} \quad (17)$$

2.4. Iuran Normal

Iuran normal (*normal cost*) adalah iuran dari peserta yang dibayarkan ke Dana Pensiun sesuai dengan metode valuasi aktuarial yang digunakan. Formulasi iuran normal peserta program dana pensiun berusia x didefinisikan sebagai berikut:

$${}^r(NC)_x = b_x \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x}p_x, \quad y \leq x < r \quad (18)$$

dengan b_x merupakan pertambahan besar manfaat per tahun saat pekerja berusia x tahun.

Iuran normal peserta dari usia masuk e sampai usia pensiun r disebut nilai *Present Value of Future Normal Cost* (PVFNC), dinotasikan dengan ${}^r(PVFNC)_e$, didefinisikan sebagai berikut:

$${}^r(PVFNC)_e = \sum_{t=x}^{r-1} (NC)_t v^{t-x} {}_{t-x}p_x \quad (19)$$

Pada saat usia masuk e , nilai PVFNC akan sama dengan besar manfaat pensiun, sehingga dapat dituliskan dengan

$${}^r(PVFB)_e = {}^r(PVFNC)_e \quad (20)$$

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung iuran normal, antara lain:

1. Metode *Attained Age Normal*

Iuran normal dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$${}^{AAN} r(NC)_x = \frac{{}^r(PVFB)_e}{\frac{N_x - N_r}{D_x}} \quad (21)$$

2. Metode *Entry Age Normal*

Iuran normal dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$${}^{EAN} r(NC)_x = \frac{v^{x-e} {}_{x-e}p_e} {\frac{N_e - N_r}{D_e}} {}^r(PVFB)_x \quad (22)$$

3. Metode *Individual Level Premium*

Iuran normal dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$${}^{ILP} r(NC)_x = B_r \ddot{a}_r \left(\frac{D_r}{N_e - N_r} \right) \quad (23)$$

Perbandingan metode valuasi aktuarial dilakukan untuk mengetahui metode yang disarankan bagi peserta program dana pensiun. Cara yang dilakukan adalah dengan menghitung nilai akumulasi iuran normal dari usia e sampai dengan usia r , dengan formulasi sebagai berikut:

$$r(NA)_e = \sum_{x=e}^{r-1} \frac{{}^r(NC)_x}{v^{r-x}} \quad (24)$$

2.5. Kewajiban Aktuarial

Kewajiban aktuarial atau *Actuarial Liability* (AL) adalah suatu nilai yang harus dimiliki Dana Pensiun agar kewajiban Dana Pensiun kepada peserta dapat terpenuhi. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung kewajiban aktuarial, antara lain:

1. Metode *Attained Age Normal*

Kewajiban aktuarial dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$${}^{AAN} r(AL)_x = {}^r(PVFB)_x - {}^{AAN} r(NC)_x \frac{N_x - N_r}{D_x} \quad (25)$$

2. Metode *Entry Age Normal*

Kewajiban aktuarial dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$${}^{EAN} r(AL)_x = \left(\frac{\frac{N_e - N_x}{D_e}}{\frac{N_e - N_r}{D_e}} \right) {}^r(PVFB)_x \quad (26)$$

3. Metode *Individual Level Premium*

Kewajiban aktuarial dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$${}^{ILP} r(AL)_x = {}^{ILP} r(NC)_e \left(\frac{N_e - N_x}{D_x} \right) \quad (27)$$

2.6. Flask

Flask adalah sebuah aplikasi dalam bahasan pemrograman *python* yang memiliki tiga dependensi utama, antara lain *subsistem routing*, *debugging*, dan *Web Server GateWay Interface* (WSGI). Dengan menggunakan *flask* dan bahasa *python*, *web developer* dapat membuat sebuah situs *web* yang terstruktur dan dapat mengatur *behaviour* suatu *web* dengan lebih mudah.

Flask memiliki beberapa keunggulan seperti: (a) kesederhanaan *core* dari *flask* membuat *flask* ringan untuk dijalankan, (b) memiliki API yang baik dan juga koheren, (c) mampu menangani fungsi HTTP *request* dengan mudah, (d) memiliki dokumentasi yang terstruktur dengan baik sehingga dapat digunakan langsung, (e) mudah ketika proses *deploy* untuk produksi, (f) mudah ketika diperiksa secara keseluruhan, dan (g) memiliki

fleksibilitas yang tinggi dan konfigurasi yang mudah diubah [17].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Asumsi Kasus

Digunakan data simulasi dari peserta dana pensiun untuk simulasi perhitungan yang akan dilakukan. Diberikan suatu contoh kasus penerapan seperti berikut. Seorang peserta berjenis kelamin perempuan terdaftar sebagai peserta dana pensiun pada usia 30 tahun ($e = 30$) dan mulai dihitung pensiun pada usia 65 tahun ($r = 65$). Metode valuasi aktuarial yang digunakan pada program dana pensiun adalah metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium*. Gaji pokok yang diterima (s_x) sebesar Rp36.000.000 dalam waktu satu tahun. Perhitungan nilai-nilai aktuarial dana pensiun dilakukan saat peserta tersebut berusia 40 tahun ($x = 40$). Asumsi yang digunakan antara lain:

1. Suku bunga (i) sebesar 4%.
2. TMI 2011 digunakan dengan kategori jenis kelamin perempuan.
3. Proporsi gaji (k) yang dipersiapkan untuk manfaat pensiun sebesar 2,5%.

3.2. Perhitungan Aktuarial Dana Pensiun

3.2.1. Perhitungan Manfaat Pensiun

Manfaat pensiun dihitung menggunakan Persamaan (10). Dengan tingkat suku bunga sebesar 4% dan gaji pokok pada tahun pertama (s_x) sebesar Rp36.000.000 maka perhitungan manfaat pensiun berdasarkan asumsi gaji terakhir adalah:

$$\begin{aligned} S_{r-1} &= (1 + s)^{r-e-1} s_x \\ S_{65-1} &= (1 + 4\%)^{65-30-1} 36.000.000 \\ S_{64} &= (1,04)^{34} 36.000.000 \\ S_{64} &= 136.595.388,30. \end{aligned}$$

Manfaat pensiun yang akan diterima peserta pada saat pensiun adalah:

$$\begin{aligned} B_r &= k(r - e) S_{r-1} \\ B_{65} &= 2,5\%(65 - 30) S_{64} \\ B_{65} &= 2,5\%(65 - 30) 136.595.388,30 \\ B_{65} &= (0,875) 136.595.388,30 \\ B_{65} &= 119.520.964,70. \end{aligned}$$

Pada saat pensiun di usia 65 tahun, total manfaat yang akan diterima peserta adalah sebesar Rp 119.520.964,70.

3.2.2. Perhitungan Nilai Sekarang Manfaat Pensiun (*Present Value of Future Benefit*)

Nilai sekarang manfaat pensiun saat usia perhitungan adalah:

$$\begin{aligned} {}^r(PVFB)_x &= B_r \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x}p_x \\ {}^{65}(PVFB)_{40} &= 2,5\%(65 - 30) S_{64} \\ {}^{65}(PVFB)_{40} &= 119.520.964,7 \frac{N_{65}}{D_{65}} \left(\frac{1}{1+0,04} \right)^{25} \frac{l_{40+25}}{l_{40}} \\ {}^{65}(PVFB)_{40} &= 119.520.964,7 \left(\frac{6.731,064}{6.731,064} \right) 0,375117 \left(\frac{86.149,11}{97.974,66} \right) \\ {}^{65}(PVFB)_{40} &= 39.422.815,51. \end{aligned}$$

Nilai sekarang manfaat pensiun pada usia perhitungan 40 tahun adalah sebesar

Rp39.422.815,51.

3.2.3. Perhitungan Iuran Normal dengan Metode Valuasi Aktuaria

Iuran normal dibayarkan setiap tahun oleh peserta ketika sudah terdaftar di lembaga dana pensiun sampai dengan peserta berusia $r - 1$ tahun.

1. Metode *Attained Age Normal*

Besar iuran normal dengan metode *Attained Age Normal* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} AAN \ r(NC)_x &= \frac{r(PVFB)_e}{\frac{N_x - N_r}{D_x}} \\ AAN \ 65(NC)_{40} &= \frac{65(PVFB)_{30}}{\frac{N_{40} - N_{65}}{D_{40}}} \\ AAN \ 65(NC)_{40} &= \frac{26.441.766,33}{\frac{328.859,7154 - 6.731,064322}{20.407,04833}} \\ AAN \ 65(NC)_{40} &= 1.675.102,17. \end{aligned}$$

Besar iuran normal yang harus dibayar peserta yang berusia 40 tahun sampai dengan 65 tahun adalah sebesar Rp1.675.102,17.

2. Metode *Entry Age Normal*

Besar iuran normal dengan metode *Entry Age Normal* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} EAN \ r(NC)_x &= \frac{v^{x-e} x - e P_e r (PVFB)_x}{\frac{N_e - N_r}{D_r}} \\ EAN \ 65(NC)_{40} &= \frac{v^{40-30} 40 - 30 P_{30} 65 (PVFB)_{40}}{\frac{N_{30} - N_{65}}{D_{30}}} \\ AAN \ 65(NC)_{40} &= \frac{\left(\frac{1}{1+0,04}\right)^{10} \frac{I_{40}}{I_{30}} 65 (PVFB)_{40}}{\frac{N_{30} - N_{65}}{D_{30}}} \\ EAN \ 65(NC)_{40} &= \frac{0,675564 \left(\frac{97,974,66}{98,681,91}\right)}{\frac{584.845,3455 - 6.731,064322}{30.425,47504}} 39.422.815,51 \\ EAN \ 65(NC)_{40} &= 1.391.599,079. \end{aligned}$$

Besar iuran normal yang harus dibayar peserta yang berusia 40 tahun sampai dengan 65 tahun adalah sebesar Rp1.391.599,079.

3. Metode *Individual Level Premium*

Besar iuran normal dengan metode *Individual Level Premium* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ILP \ r(NC)_x &= B_r \ddot{a}_r \left(\frac{D_r}{N_e - N_r} \right) \\ ILP \ 65(NC)_{40} &= B_{65} \ddot{a}_{65} \left(\frac{D_{65}}{N_{30} - N_{65}} \right) \\ ILP \ 65(NC)_{40} &= (119.520.964,7) (1) \left(\frac{6.731,064322}{584.845,3455 - 6.731,064322} \right) \\ ILP \ 65(NC)_{40} &= 1.391.599,079. \end{aligned}$$

Besar iuran normal yang harus dibayar peserta yang berusia 40 tahun sampai dengan 65 tahun adalah sebesar Rp1.391.599,079.

3.2.4. Perhitungan Nilai Akhir Pembiayaan Iuran Normal dengan Metode Valuasi Aktuaria

1. Metode *Attained Age Normal*

$$\begin{aligned} AANNA &= \sum_{x=30}^{64} AAN(NC)_x (1+i)^{65-x} \\ AANNA &= AAN(NC)_{30} (1,04)^{35} + AAN(NC)_{31} (1,04)^{34} + \dots + AAN(NC)_{64} (1,04)^1 \\ AANNA &= (5.491.373,812) + (5.356.234,379) + \dots + (27.499.436,98) \\ AANNA &= 209.695.009,90. \end{aligned}$$

Total nilai akhir pembiayaan iuran normal dengan metode *Attained Age Normal* diperoleh sebesar Rp 209.695.009,90.

2. Metode *Entry Age Normal*

$$\begin{aligned}
 EAN_{NA} &= \sum_{x=30}^{64} EAN(NC)_x (1+i)^{65-x} \\
 AAN_{NA} &= EAN(NC)_{30} (1,04)^{35} + EAN(NC)_{31} (1,04)^{34} + \dots + EAN(NC)_{64} (1,04)^1 \\
 AAN_{NA} &= (5.491.373,812) + (5.280.167,127) + \dots + (1.447.263,043) \\
 AAN_{NA} &= 106.594.143
 \end{aligned}$$

Total nilai akhir pembiayaan iuran normal dengan metode *Entry Age Normal* diperoleh sebesar Rp106.594.143.

3. Metode *Individual Level Premium*

$$\begin{aligned}
 ILP_{NA} &= \sum_{x=30}^{64} ILP(NC)_x (1+i)^{65-x} \\
 ILP_{NA} &= ILP(NC)_{30} (1,04)^{35} + ILP(NC)_{31} (1,04)^{34} + \dots + ILP(NC)_{64} (1,04)^1 \\
 ILP_{NA} &= (5.491.373,812) + (5.280.167,127) + \dots + (1.447.263,043) \\
 ILP_{NA} &= 106.594.143
 \end{aligned}$$

Total nilai akhir pembiayaan iuran normal dengan metode *Individual Level Premium* diperoleh sebesar Rp106.594.143.

3.2.5. Perhitungan Kewajiban Aktuarial

1. Metode *Attained Age Normal*

$$\begin{aligned}
 AAN r(AL)_x &= r(PVFB)_x - AAN r(NC)_x \frac{N_x - N_r}{D_x} \\
 AAN {}^{65}(AL)_{40} &= {}^{65}(PVFB)_{40} - AAN {}^{65}(NC)_{40} \frac{N_{40} - N_{65}}{D_{40}} \\
 AAN {}^{65}(AL)_{40} &= 39.422.815,51 - 1.675.102,173 \left(\frac{328.859,7154 - 6.731,064}{20.407,04833} \right) \\
 AAN {}^{65}(AL)_{40} &= 12.981.049,18
 \end{aligned}$$

Besar kewajiban aktuarial dari usia 40 tahun sampai dengan 65 tahun dengan menggunakan metode *Attained Age Normal* adalah Rp12.981.049,18.

2. Metode *Entry Age Normal*

$$\begin{aligned}
 EAN r(AL)_x &= \left(\frac{N_e - N_x}{D_e} \right) r(PVFB)_x \\
 EAN {}^{65}(AL)_{40} &= \left(\frac{N_{30} - N_{40}}{D_{30}} \right) {}^{65}(PVFB)_{40} \\
 EAN {}^{65}(AL)_{40} &= \left(\frac{584.845,3455 - 328.859,7154}{30.425,47504} \right) 39.422.815,51 \\
 EAN {}^{65}(AL)_{40} &= 17.456.192,65
 \end{aligned}$$

Besar kewajiban aktuarial dari usia 40 tahun sampai dengan 65 tahun dengan menggunakan metode *Entry Age Normal* adalah Rp17.456.192,65.

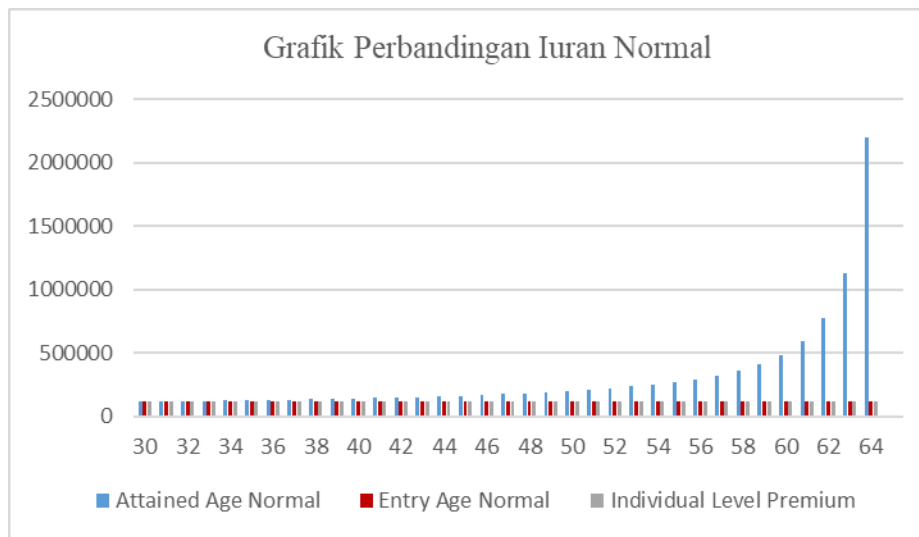
3. Metode *Individual Level Premium*

$$\begin{aligned}
 ILP r(AL)_x &= ILP r(NC)_e \left(\frac{N_e - N_x}{D_x} \right) \\
 ILP {}^{65}(AL)_{40} &= ILP {}^{65}(NC)_{30} \left(\frac{N_{30} - N_{40}}{D_{40}} \right) \\
 ILP {}^{65}(AL)_{40} &= 1.391.599,079 \left(\frac{584.845,3455 - 328.859,7154}{20.407,04833} \right) \\
 ILP {}^{65}(AL)_{40} &= 1.391.599,079 (12,54398) \\
 ILP {}^{65}(AL)_{40} &= 17.456.192,65
 \end{aligned}$$

Besar kewajiban aktuarial dari usia 40 tahun sampai dengan 65 tahun dengan menggunakan metode *Individual Level Premium* adalah Rp 17.456.192,65.

3.3. Perbandingan Hasil Perhitungan Aktuarial

Setelah besar iuran normal dari metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium* dihitung, selanjutnya dilakukan perbandingan perhitungan pembiayaan iuran normal ketiga metode tersebut. Grafik perbandingan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik perbandingan iuran normal

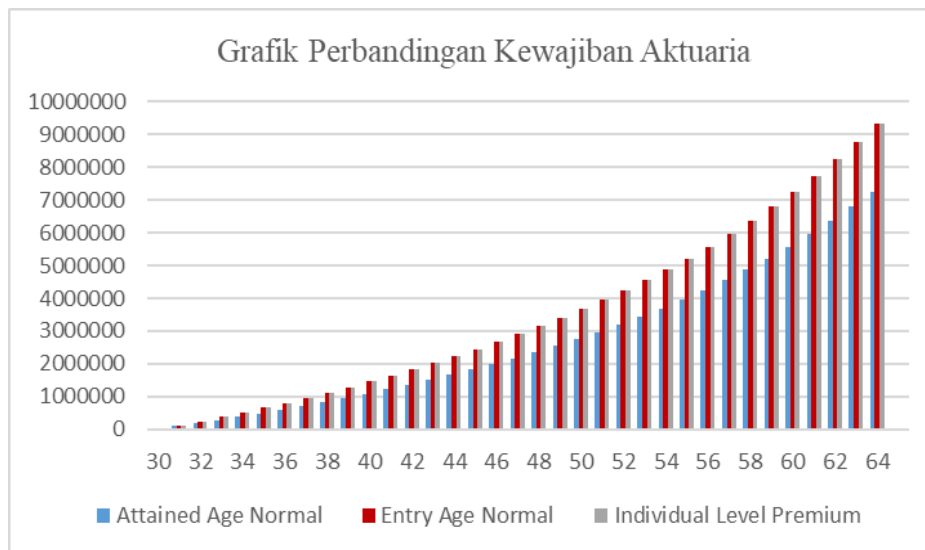
Gambar 2 menunjukkan bahwa besar iuran normal yang dihitung menggunakan metode *Attained Age Normal* mengalami kenaikan sejak usia awal kepesertaan sampai dengan usia pensiun. Sementara, besar iuran normal yang dihitung menggunakan *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* selalu sama. Secara analitik, hal tersebut disebabkan karena perhitungan iuran normal dengan menggunakan metode *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* tidak dipengaruhi oleh usia peserta ketika tahun perhitungan, namun hanya dipengaruhi oleh usia peserta saat bergabung dengan program dana pensiun.

Selanjutnya, untuk menentukan metode terbaik dari sudut pandang peserta program dana pensiun, dilakukan perbandingan nilai akhir pembiayaan iuran normal. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai akhir pembiayaan iuran normal dengan menggunakan metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium* berturut-turut adalah Rp 209.695.009,90, Rp106.594.143, dan Rp106.594.143. Metode *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* memberikan nilai akhir pembiayaan iuran normal yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *Attained Age Normal* untuk manfaat pensiun yang sama. Dengan demikian, penggunaan metode *Entry Age Normal* atau *Individual Level Premium* lebih baik digunakan dari sudut pandang peserta program dana pensiun karena memiliki nilai akhir pembiayaan iuran normal yang lebih kecil. Adapun sebaliknya bagi Dana Pensiun, penggunaan metode *Attained Age Normal* lebih menguntungkan karena memiliki nilai akhir pembiayaan iuran normal yang lebih besar.

3.4. Perbandingan Besar Kewajiban Aktuarial

Setelah kewajiban aktuarial dari metode *Attained Age Normal*, *Entry Age Normal*, dan *Individual Level Premium* dihitung, maka dilakukan perbandingan perhitungan kewajiban aktuarial ketiga metode tersebut dengan asumsi gaji terakhir yang disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa besar kewajiban aktuarial ketiga metode tersebut terus mengalami peningkatan setiap tahun. Metode *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* menghasilkan nilai kewajiban aktuarial yang sama dan besar kewajiban



Gambar 3. Grafik perbandingan kewajiban aktuarial

aktuarial yang dihasilkan menggunakan dua metode tersebut lebih tinggi dibandingkan kewajiban aktuarial yang dihasilkan menggunakan metode *Attained Age Normal*. Dengan demikian, lembaga Dana Pensiun harus menyiapkan dana yang lebih besar setiap tahunnya dalam hal pemenuhan kewajiban aktuarial jika menggunakan metode *Entry Age Normal* atau *Individual Level Premium* dibandingkan dengan menggunakan metode *Attained Age Normal* untuk manfaat pensiun yang sama.

3.5. Tampilan Website Perhitungan Aktuarial Dana Pensiun

Pada *python* terdapat sebuah modul yang berfungsi untuk menyimpan model perhitungan dalam suatu memori yang melalui proses serialisasi untuk mengkonversi model perhitungan ke dalam *file* berupa *pickle* dan disimpan di dalam folder yang digunakan untuk membangun sebuah *website*. Setelah analisis selesai dilakukan, maka model perhitungan yang diperoleh akan disimpan dalam bentuk fungsi *pickle*. Model yang telah disimpan tersebut juga dapat digunakan sewaktu-waktu jika dibutuhkan untuk menghitung suatu data baru hanya dengan memanggil model kembali tanpa harus melakukan analisis dari tahap awal.

Sistem *routing flask* yaitu dengan cara menghubungkan mesin komputasi/*machine learning* perhitungan ke dalam suatu *framework* atau wadah yang bernama *flask* berbasis *website* yang kemudian dapat digunakan oleh pengguna dalam menentukan perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun. Pada *website* tersebut, setelah pengguna melakukan *input* kriteria data yang sudah disediakan, kemudian *input* tersebut masuk ke dalam *flask* yang selanjutnya akan menampilkan *output* berupa hasil perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial.

Hasil *website* dapat diakses melalui alamat <https://perhitunganaktuariadapen.herokuapp.com/>. *Website* tersebut memiliki 5 halaman (*Home*, *About*, *Metode Attained Age Normal*, *Metode Entry Age Normal*, dan *Metode Individual Level Premium*) yang dapat diakses pada *header* setiap halaman dengan tampilan seperti pada Gambar 4.

Pada halaman utama *Home*, terdapat ucapan selamat datang, selain itu *user* juga dapat



Gambar 4. Halaman utama *Home*

langsung mengakses halaman perhitungan dari ketiga metode dengan cara meng-klik salah satu dari tiga *button* berwarna putih. Kemudian, halaman *About* berisi tentang pengertian program dana pensiun dan tujuan dibuatnya *website* perhitungan aktuarial dana pensiun seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman *About*

Terdapat tiga halaman perhitungan aktuarial dana pensiun, sebagai contoh pada Gambar 6 merupakan halaman perhitungan aktuarial dana pensiun dengan menggunakan metode *Attained Age Normal*. Terdapat beberapa kriteria yang harus di-*input* oleh *user* untuk menghitung besar iuran normal dan kewajiban aktuarial. Selanjutnya klik "*Calculate*" untuk menampilkan hasil perhitungan.

3.6. Hasil Perhitungan Aktuarial Dana Pensiun pada Website

Dilakukan uji coba dengan membuka *link website* yang telah dibuat dan masuk ke halaman perhitungan "*Metode Attained Age Normal*" dengan mengisi *form* seperti pada

Metode Attained Age Normal

Suatu metode perhitungan dimana nilai sekarang manfaat pensiun peserta dialokasikan antara usia peserta pada tanggal perhitungan sampai usia pensiun normal.

Perhitungan iuran normal dengan menggunakan metode ini meningkat seiring tahun berjalan, dan kewajiban aktuarial yang dihasilkan lebih sedikit jika dibandingkan metode Entry Age Normal dan Individual Level Premium

PERHITUNGAN DANA PENSIUN

Gaji Pokok dalam waktu 1 Tahun (Rp):

Usia Terdaftar Menjadi Peserta Dana Pensiun :

Usia Pensiun :

Suku Bunga (%) :

Calculate

Copyright © Muthia Dishanur Izzati

Gambar 6. Halaman perhitungan metode *Attained Age Normal*

Gambar 7. Kriteria yang di-input adalah gaji pokok setahun Rp 36.000.000, umur terdaftar menjadi peserta di dana pensiun 30 tahun, umur pensiun 65 tahun, dan suku bunga sebesar 4%. Selanjutnya dengan menekan *button* "Calculate" untuk menampilkan hasil perhitungan.

Metode Attained Age Normal

Suatu metode perhitungan dimana nilai sekarang manfaat pensiun peserta dialokasikan antara usia peserta pada tanggal perhitungan sampai usia pensiun normal.

Perhitungan iuran normal dengan menggunakan metode ini meningkat seiring tahun berjalan, dan kewajiban aktuarial yang dihasilkan lebih sedikit jika dibandingkan metode Entry Age Normal dan Individual Level Premium

PERHITUNGAN DANA PENSIUN

Gaji Pokok dalam waktu 1 Tahun (Rp):

Usia Terdaftar Menjadi Peserta Dana Pensiun :

Usia Pensiun :

Suku Bunga (%) :

Calculate

Copyright © Muthia Dishanur Izzati

Gambar 7. Halaman perhitungan metode *Attained Age Normal*

Berdasarkan kriteria yang sudah dimasukkan pada *form*, maka akan muncul nilai iuran

normal, kewajiban aktuarial, dan nilai akumulasi iuran normal berturut-turut yaitu sebesar Rp 1.391.599,079, Rp 0, dan Rp 209.695.009,9 yang ditampilkan pada Gambar 8.

	Umur	Iuran Normal	Kewajiban Aktuarial
0	30	1.391599e+06	0.000000e+00
1	31	1.411647e+06	1.072529e+06
2	32	1.433087e+06	2.189421e+06
3	33	1.456057e+06	3.352544e+06
4	34	1.480725e+06	4.563540e+06
5	35	1.507269e+06	5.824403e+06
6	36	1.535876e+06	7.137548e+06
7	37	1.566714e+06	8.506582e+06
8	38	1.599993e+06	9.935073e+06
9	39	1.636019e+06	1.142536e+07
10	40	1.675102e+06	1.298105e+07
11	41	1.717653e+06	1.460475e+07
12	42	1.764105e+06	1.630047e+07
13	43	1.814950e+06	1.807293e+07
14	44	1.870798e+06	1.992678e+07
15	45	1.932418e+06	2.186605e+07
16	46	2.000725e+06	2.389552e+07
17	47	2.076799e+06	2.602128e+07
18	48	2.161954e+06	2.825051e+07
19	49	2.257838e+06	3.059106e+07
20	50	2.366588e+06	3.305025e+07
21	51	2.490906e+06	3.563728e+07

Gambar 8. Halaman Result metode Attained Age Normal

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa nilai akhir pembiayaan iuran normal menggunakan metode *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode *Attained Age Normal* untuk manfaat pensiun yang sama. Adapun untuk kewajiban aktuarial, metode *Entry Age Normal* dan *Individual Level Premium* menghasilkan nilai kewajiban aktuarial yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode *Attained Age Normal*. Dengan demikian, penggunaan metode *Entry Age Normal* atau *Individual Level Premium* lebih baik digunakan dari sudut pandang peserta program dana pensiun karena memiliki nilai akhir pembiayaan iuran normal yang lebih kecil dan memperoleh kewajiban aktuarial yang lebih besar. Sementara bagi Dana Pensiun, metode *Attained Age Normal* lebih menguntungkan karena nilai akhir pembiayaan iuran normalnya lebih tinggi dibandingkan dua metode lainnya dan memberikan besar kewajiban aktuarial yang lebih kecil.

Website perhitungan besar iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun yang telah berhasil dibuat dengan *framework flask* dapat diakses melalui alamat URL berikut: <https://perhitunganaktuariadapen.herokuapp.com/>. Website tersebut terdiri dari halaman utama *Home*, halaman tentang website *About*, halaman perhitungan Metode *Attained Age Normal*, halaman perhitungan Metode *Entry Age Normal*, dan halaman perhitungan Metode *Individual Level Premium*.

Referensi

- [1] Presiden RI, *Undang-Undang Presiden Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 1992 tentang Dana Pensiun*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia, 1992.

- [2] PAI, *Standar Praktik Aktuarial Dana Pensiun Persatuan Aktuaris Indonesia*. Jakarta: Persatuan Aktuaris Indonesia, 2019.
- [3] H. E. Winklevoss, *Pension Mathematics with Numerical Illustration*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1993.
- [4] D. M. McGill and D. S. Grubbs, *Fundamentals of Private Pensions*, 6th ed. Homewood: Richard D. Irwin, Inc., 1989.
- [5] A. W. Anderson, *Pension Mathematics for Actuaries*, 2nd ed. Winsted: ACTEX Publications, Inc., 1992.
- [6] M. E. N. Islam, Y. Wilandari, and S. Suparti, "Perhitungan Pembiayaan Dana Pensiun dengan Metode Attained Age Normal dan Projected Unit Credit (Studi Kasus : PT. Taspen (Persero) Kantor Cabang Utama Semarang)," *J. Gaussian*, vol. 5, no. 3, pp. 505–514, 2016.
- [7] N. B. Permana, Y. N. Nasution, and I. Purnamasari, "Penerapan Metode Projected Unit Credit dan Entry Age Normal pada Asuransi Dana Pensiun (Studi Kasus : PT. Inhutani I Cabang Kabupaten Berau)," *Jurnal Eksponensial*, vol. 7, no. 2, pp. 171–178, jun 2016.
- [8] A. H. B. Utami, Y. Wilandari, and T. Wuryandari, "Penentuan Pembiayaan Dana Pensiun dengan Metode Attained Age Normal, Projected Unit Credit, dan Entry Age Normal," *J. Gaussian*, vol. 1, no. 1, pp. 47–54, 2012.
- [9] I. G. A. K. Wardhani, I. N. Widana, and N. K. T. Tastrawati, "Perhitungan Dana Pensiun dengan Metode Projected unit Credit dan Individual Level Premium," *E-Jurnal Mat.*, vol. 3, no. 2, pp. 64–74, 2014.
- [10] R. Sukono, H. D. Napitupulu, K. Kalfin, Y. Hidayat, and A. T. Bon, "Calculation of Pension Funds with Entry Age Normal and Attained Age Normal Approaches in the Projected Benefit Cost Method," in *Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2021, pp. 4149–4156.
- [11] L. J. Sinay, D. S. Pattireuw, and A. Z. Wattimena, "Penentuan Program Dana Pensiun Pada Gereja Protestan Maluku Menggunakan Metode Individual Level Premium," *BAREKENG: JURNAL ILMU MATEMATIKA DAN TERAPAN*, vol. 12, no. 2, pp. 117–126, dec 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.30598/vol12iss2pp117-126ar624>.
- [12] L. Polepeddi, *An Introduction to Python's Flask Framework*. code.tutsplus.com, 2013.
- [13] N. L. Bowers, H. U. Gerber, J. Hickman, D. A. Jones, and C. J. Nesbitt, *Actuarial Mathematics*, 2nd ed. Illinois: The Society of Actuaries, 1997.
- [14] T. Futami, *Matematika Asuransi Jiwa*, 1st ed. Tokyo: Oriental Life Insurance Cultural Development Center, 1993.
- [15] S. G. Kellison, *The Theory of Interest*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill Education, 2009.
- [16] W. H. Aitken, *Problem Solving Approach to Pension Funding and Valuation*, 2nd ed. ACTEX Publications, Inc., 1996.
- [17] R. Irsyad, "Penggunaan Python Web Framework Flask Untuk Pemula," *OSF Preprint*, 2018.



This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Editorial of JJoM: Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Moutong, Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo 96119, Indonesia.