

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002024225656, 14 November 2024
Pencipta		
Nama	:	Cut Sannas Saskia, S.T., M.Ars dan Prof. Ir. Agus Budi Purnomo, M.Sc, Ph.D.
Alamat	:	Jln Jend Sudirman IV No 183 N Geuceu Iniem/23232, Banda Raya, Banda Aceh, Di Aceh, 23239
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	Universitas Trisakti
Alamat	:	Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Gedung M Lantai 11, Jl. Kyai Tapa No. 1 Grogol, Jakarta Barat 11440, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Dki Jakarta 11440
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	Karya Tulis Lainnya
Judul Ciptaan	:	Aplikasi Analytic Hierarchy Proses (AHP) Untuk Menghitung Indeks Komposit
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	8 November 2024, di Jakarta Barat
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	:	000798088

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b

Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

IGNATIUS M.T. SILALAHI
NIP. 196812301996031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.



CUT SANNAS SASKIA

Universitas Trisakti
S1 - Arsitektur
SINTA ID : 6919529

building technology architecture

**135**

SINTA Score Overall

**48**

SINTA Score 3Yr

**135**

Affil Score

**48**

Affil Score 3Yr

[Articles](#)[Researches](#)[Community Services](#)[IPRs](#)[Books](#)[PAK](#)[Expertise](#)[Metrics](#)

Search...

Results for "AHP"

[× clear search](#)

Aplikasi Analytic Hierarchy Proses (AHP) Untuk Menghitung Indeks Komposit

Inventor : Cut Sannas Saskia, S.T., M.Ars dan Prof. Ir. Agus Budi Purnomo, M.Sc, Ph.D.

2024

Nomor Permohonan : EC002024225656

Hak Cipta

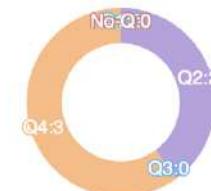
[Previous](#)

1

[Next](#)

Page 1 of 1 | Total Records 1

Article Quartile



Research Output

**Scopus****GScholar**

Article

5

15

Citation

10

15

Cited Document

5

7

H-Index

2

2

i10-Index

0

0

G-Index

3

1



AGUS BUDI PURNOMO

Universitas Trisakti
S3 - Arsitektur
SINTA ID : 5973605

Arsitektur

 1.059
SINTA Score Overall 282
SINTA Score 3Yr 1.059
Affil Score 282
Affil Score 3Yr[Articles](#) [Researches](#) [Community Services](#) [IPRs](#) [Books](#) [PAK](#) [Expertise](#) [Metrics](#)

Search...

Aplikasi Analytic Hierarchy Proses (AHP) Untuk Menghitung Indeks Komposit

Inventor : Cut Sannas Saskia, S.T., M.Ars dan Prof. Ir. Agus Budi Purnomo, M.Sc, Ph.D. Universitas Trisakti

2024 Nomor Permohonan : EC002024225656 Hak Cipta

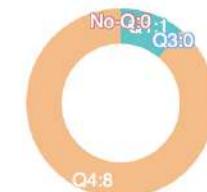
Pengembangan Fasilitas umum di RT 008 / RW 008, Kelurahan Jati Bening Baru, Kecamatan Pondok Gede, Kota Bekasi.

Inventor : Prof. Ir. Agus Budi Purnomo, MSc., PhD., Ir. Nuzuliar Rahmah, MT., Ir. Dwi Rosnarti, MT., Muhammad Marshall Rheinzedha, Muhammad Raihan Rachmansyah Universitas Trisakti

2022 Nomor Permohonan : EC00202211385 Hak Cipta

Summary

Article Quartile



Research Output



Scopus	GScholar	
Article	8	0
Citation	31	0
Cited Document	5	0
H-Index	4	0
i10-Index	1	0
G-Index	1	1

Aplikasi *Analytic Hierarchy Proses* (AHP) untuk Menghitung Indeks Komposit

**Cut Sannas Saskia
Agus Budi Purnomo**

Pendahuluan

Indeks adalah petunjuk tentang sebuah entitas/subjek. Kata lain dari indeks adalah indikator, atribut, variabel, sifat, atau kriteria. Entitas adalah subjek yang sedang diperhatikan, dipelajari, dan didalami berdasarkan indeksnya. Kata lain dari entitas adalah subjek, dan juga disebut sebagai objek atau kasus. Entitas bisa berupa benda konkret maupun abstrak. Entitas juga bisa berbentuk benda mati seperti rumah atau benda hidup seperti manusia. Skala entitas juga bervariasi secara bertingkat. Sebagai contoh, manusia pada tingkat yang paling rendah bersifat individu, tapi pada tingkat yang lebih tinggi berupa kelompok seperti organisasi sosial maupun politik (IBM, 2022).

Biasanya sebuah entitas dideskripsikan berdasarkan sifat atau indeksnya. Sebagai contoh, entitas mahasiswa bisa dideskripsikan capaian akademisnya, seperti nilai dan jumlah mata kuliah yang telah berhasil ia selesaikan. Deskripsi sebuah entitas menjadi rumit karena ada beberapa indeks yang mendeskripsikannya, dan indeks tersebut saling berhubungan secara kausal. Sebagai contoh, sebuah karya arsitektur mempunyai banyak sifat seperti luas, tinggi, jumlah lantai, luasan atap, harga sewa, dan lain-lain (Villagomez, 2023).

Indeks Komposit (IK) ialah gabungan berbagai indeks yang mendeskripsikan entitas. Berdasarkan IK, dengan mudah dipahami kekuatan, kelebihan, dan juga kelemahan yang dimiliki oleh entitas tersebut. IK juga dapat dijadikan dasar untuk membandingkan kondisi sebuah entitas dengan entitas lainnya (News Canvass, 2024). Selain itu, IK juga berguna untuk memahami posisi relatif masing-masing entitas dalam ruang multi-indeks.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk menjelaskan hasil pengembangan aplikasi komputer Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk menghitung Indeks Komposit (IK) dari berbagai indeks atau kriteria yang dimiliki oleh sebuah subjek atau entitas.

Literatur

Dalam berbagai bidang sesuai dengan tujuannya masing-masing, terdapat berbagai istilah tertentu yang terkait dengan indeks (IBM, 2021). Dalam bidang penelitian, indeks disebut juga sebagai variabel, karena indeks yang dimiliki oleh kasus atau subjek penelitian bervariasi dari subjek ke subjek (MSCI, 2024).

Dalam ilmu ekonomi, indeks bisa menunjukkan kondisi dari suatu entitas ekonomi. Indikator-indikator perekonomian seperti Gross Domestic Product (GDP), Gross National Product (GNP), dan Human Development Index (HDI) adalah indeks (Amadeo, 2022). GDP atau GNP adalah gabungan dari beberapa indeks perekonomian. Dengan demikian, GDP, GNP, dan HDI adalah sejenis IK (Nardo et al., 2025).

Dalam skala kota, terdapat sebuah indeks yang disebut TOD Index, atau Transit-Oriented Development Index (Etty et al., 2024). Dalam paper tersebut, dengan menggunakan Factor Analysis, Etty et al. membuat peringkat stasiun-stasiun mass rapid transit di Jabodetabek berdasarkan TOD Index.

IK bisa dijadikan dasar untuk memilih entitas terbaik dari beberapa entitas lainnya. Sebagai contoh, arsitek sering memilih lahan bagi bangunan tertentu berdasarkan sejenis Indeks Kualitas Lahan (IKL). IKL dibentuk dari beberapa indeks atau atribut lahan. IKL pada dasarnya adalah sejenis IK (MenLHK RI, 2021).

Di bidang arsitektur, indeks bisa menunjukkan capaian relatif suatu entitas. Sebagai contoh, sertifikat Greenship diberikan berdasarkan beberapa indeks dari suatu bangunan (Richard et al., 2011). Berdasarkan indeks tersebut, bisa dihitung sebuah IK untuk menentukan tingkat sertifikat Greenship yang diberikan kepada sebuah bangunan. Dalam arsitektur juga dikenal IK yang disebut Floorplan Quality Index (FPQI). FPQI bisa digunakan untuk mengukur mutu denah bangunan (Martin, 2022).

AHP diperkenalkan oleh Saaty pada tahun 1980. Dengan menggunakan AHP, bisa dihitung IK. Sebagai contoh, Legowo et al. (2021) dan Taki et al. (2017) menghitung TOD Index stasiun-stasiun KRL di Jakarta dengan menggunakan AHP. Ada beberapa teknik yang bisa digunakan untuk menghitung IK, tetapi AHP lebih sederhana dan tidak harus memenuhi berbagai persyaratan statistik seperti Factor Analysis.

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Input bagi Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah Pairwise Comparison Matrix (PWM). Matriks tersebut berisi perbandingan berpasangan antar indeks, atribut, atau kriteria. PWM berupa matriks $N \times N$, dengan $N =$ jumlah indeks atau kriteria yang saling dibandingkan. Sel dari PWM adalah tingkat perbandingan antara dua indeks (Gambar 1). AHP adalah alat untuk menghitung tingkat prioritas indeks atau kriteria relatif terhadap indeks lainnya. Output utama AHP adalah Priority Matrix (PriorM) (Gambar 2). Selanjutnya, PriorM digunakan untuk menghitung IK kasus-kasus atau entitas.

Perhitungan PriorM dilakukan berdasarkan loop k ($k = 1, 2, \dots, N+1$, dengan k awal = 1), sebagai berikut:

1. Tentukan $PWM_{Awal} = PWM$. PWM_{Awal} adalah vektor kolom dengan seluruh sel = 0.
2. Hitung matriks PWM^2 sebagai perkalian antara $PWM_{Awal} \times PWM$ (Gambar 3).
3. Berdasarkan PWM^2 , hitung jumlah masing-masing baris dari PWM^2 untuk menghasilkan vektor kolom RowSum (Gambar 4). Kemudian, jumlahkan seluruh sel vektor kolom RowSum menjadi SSumRow.
4. Selanjutnya, buat vektor kolom PriorM sebagai vektor kolom RowSum/SSumRow.
5. Hitung vektor kolom DeltaPriorM = PriorM - PWM_{Awal} .
6. Bila semua sel DeltaPriorM lebih kecil daripada ambang batas tertentu (biasanya ambang batas tersebut adalah 0,000001, Saaty, 1980), loop berhenti, dan PriorM terakhir dianggap sebagai output dari AHP. Tapi jika ada salah satu komponen DeltaPriorM lebih besar daripada ambang batas tersebut, buat $k = k+1$, $PWM = PWM^2$, dan langkah 2, 3, 4, 5, 6, 7 di atas diulang kembali.

Loop k di atas dapat dilihat pada flowchart di Gambar 5. Script VBA Excel untuk loop tersebut dapat dilihat pada Script 1.

$$\mathbf{PWM} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & \dots & \dots & a_{1,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{N,1} & \dots & \dots & a_{N,N} \end{bmatrix}$$

Dengan $a_{i,j} = 1/a_{j,i}$

Gambar.1. Pairwise Comparison Matrix (PWM).

$$\mathbf{PriorM} = \begin{bmatrix} p_1 \\ \cdot \\ p_N \end{bmatrix} \text{ dengan } p_i = \mathbf{RowSum}_i / \mathbf{SSRow}$$

Gambar. 2. Priority matrix (PriorM).

Untuk $k = 1..N+1$

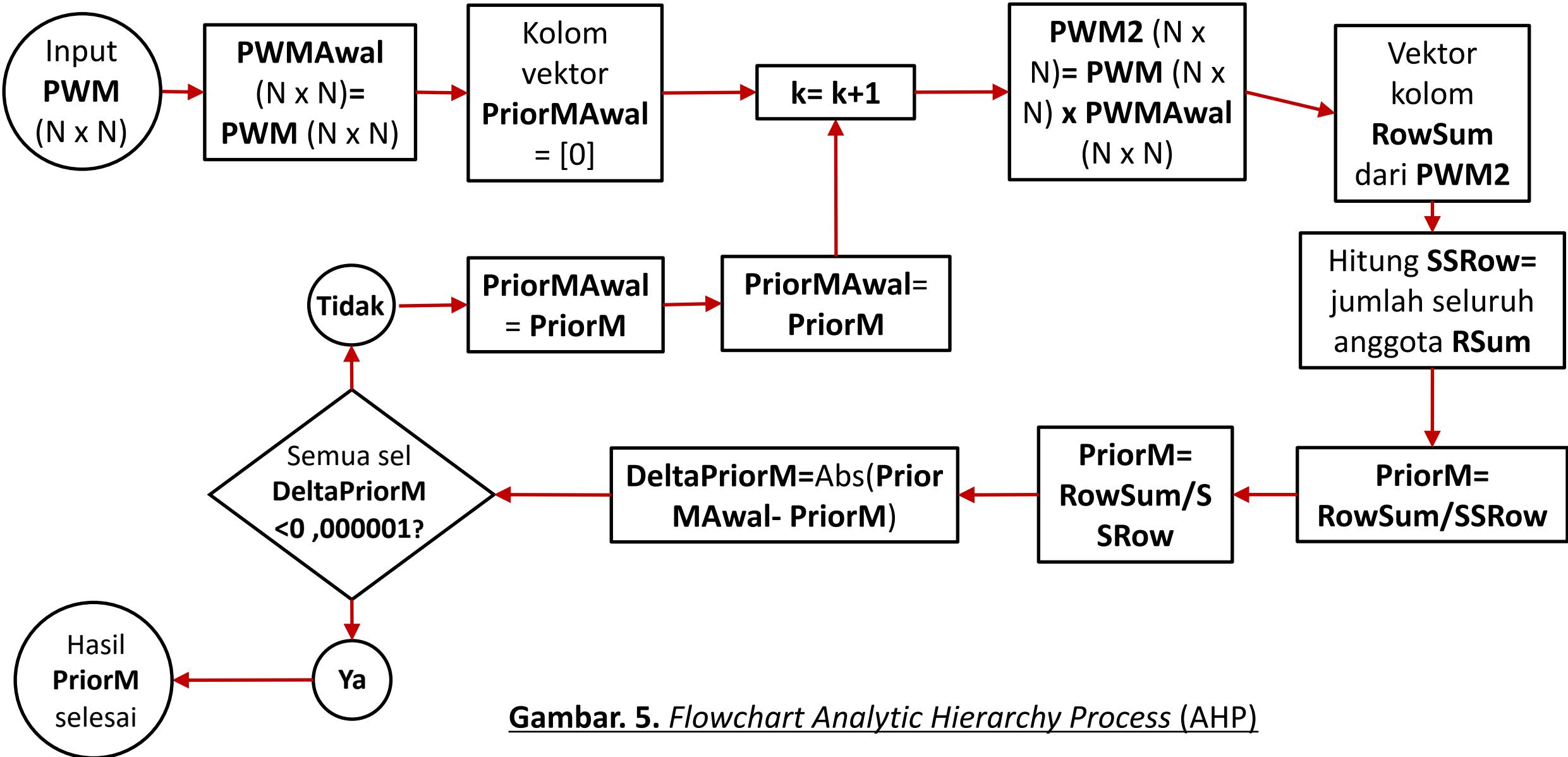
$$\mathbf{PWM2} = \begin{bmatrix} p_{2,1}^2 & \cdot & p_{2,N}^2 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ p_{2,N,1}^2 & \cdot & p_{2,N,N}^2 \end{bmatrix} = \mathbf{PWM}_{\text{Awal}} \times \mathbf{PWM2}$$

Gambar. 3. PWM2 sebagai pangkat $N+1$ dari PWM.

$$\mathbf{RowSum} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{i=N} \mathbf{PWM2}_{1,i} \\ \cdot \\ \sum_{i=1}^{i=N} \mathbf{PWM2}_{N,i} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{SSRow} = \sum_{j=1}^{j=N} \mathbf{RowSum}_j$$

Gambar. 4. RowSum dan SSRow.



Gambar. 5. Flowchart Analytic Hierarchy Process (AHP)

Script Analytical Hierarchy Process (AHP)

```
Private Sub CommandButton1_Click()
'=====Calculate Priority Matrix (EigenValue)
Dim PriorMAwal(1000), DeltaPriorM(1000)
Dim M211(100, 100), M212(1000), Lamda(1000), CI As Double, RI As Double, CR As
Double
'-----clear sheet2 dan sheet3
Sheet2.Cells.ClearContents
Sheet3.Cells.ClearContents
'-----input PWM dimension
N = InputBox("Dimension of the Pairwise Matrix=", , 5)
'-----clear part of sheet1 but not the PWM and Sheet4 the IK column
Sheet1.Range(Cells(1, N + 3), Cells(1000, 1000)).ClearContents
Sheet1.Range(Cells(N + 2, 1), Cells(1000, 1000)).ClearContents
'-----reading the pairwise matrix from sheet1 awal (PWMAwal)
For r = 1 To N
    For c = 1 To N
        PWMAwal(r, c) = Sheet1.Cells(r + 1, c + 1)
    Next
Next
'-----reading the pairwise matrix from sheet1
For r = 1 To N
    For c = 1 To N
        PWM(r, c) = PWMAwal(r, c)
    Next
Next
'-----make PWM2PerX
For r = 1 To N
    For c = 1 To N
        PWM2PerX(r, c) = PWM(r, c)
    Next
Next
'-----Matrix priority awal= PriorMAwal
For r = 1 To N
    PriorMAwal(r) = 0
Next
'-----begin the loop to calc priority matrix
p = 0
While (deltag < N)
    'While ((p < 1) Or (delTag < 3))
    'While (p < 1)
        '----squaring the PWM= PWM2
        For r1 = 1 To N
            For r2 = 1 To N
                PWM2(r1, r2) = 0
                For c = 1 To N
                    PWM2(r1, r2) = PWM2(r1, r2) + (PWM(r1, c) * PWMAwal(c, r2))
                Next
                Temp1 = Temp1 + (PWM(r1, c) * PWMAwal(c, r2))
            Next
            'PWM2(r1, r2) = Temp1
            'Temp1 = 0
            Next
        Next
        '-----calc sum of row
        For r = 1 To N
            SUMofROW(r) = 0
            For c = 1 To N
                SUMofROW(r) = SUMofROW(r) + PWM2(r, c)
            Next
        Next
    Next
    p = p + 1
    If (p > N) Then
        Exit While
    End If
End While
```

Script Analytical Hierarchy Process (AHP), lanjutan

```
'-----cacl sum sum of row
SsRows = 0
For r = 1 To N
    SsRows = SsRows + SUMofROW(r)
Next
'-----normalise sum of row=priority matrix
For r = 1 To N
    PriorM(r) = SUMofROW(r) / SsRows
Next
'-----DeltaPriorMAwAk
For r = 1 To N
    DeltaPriorM(r) = Abs(PriorM(r) - PriorMAwal(r))
Next
'-----Cek besaran DeltaPriorM
deltag = 0
For r = 1 To N
    If DeltaPriorM(r) < 0.00018 Then
        deltag = deltag + 1
    End If
Next
'-----ReNew PWM with PWM2
For r = 1 To N
    For c = 1 To N
        PWM(r, c) = PWM2(r, c)
    Next
Next
'-----ReNew PriorMAwal with PriorM
For r = 1 To N
    PriorMAwal(r) = PriorM(r)
Next
'-----reNwe PWM2PerX
For r = 1 To N
    For c = 1 To N
        PWM2PerX(r, c) = PWM2(r, c)
    Next
Next
p = p + 1
Wend
```

Konsistensi PWM

PWM harus konsisten dengan statistik **CR < 0,1**, di mana **CR = CI / RI**, dan

CI = ($\lambda_{\text{Max}} - N$) / (N - 1). λ_{Max} adalah nilai maksimum **Eigenvalue** dari PWM² (Saaty, 1980).

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menghitung CI, RI, dan CR (Mu dan Rojas, 2017):

1. Langkah pertama, buat matriks **M211 (N x N)** sebagai perkalian seluruh komponen vektor baris transporsi **PriorM** atau **PriorM^T** dengan PWM.
2. Selanjutnya, hitung **M212 (N x N)** sebagai perkalian seluruh baris vektor **PriorM^T** dengan PWM.
3. Kemudian, hitung **M213** sebagai hasil perkalian matriks **M212** dengan komponen **PriorM (N)** yang sesuai.
4. λ_{Max} atau **Eigenvalue** maksimum sama dengan jumlah komponen **M213 / N**.
5. Hitung **CI = ($\lambda_{\text{Max}} - N$) / (N - 1)**.
6. Hitung **RI = 1,8311 - (3,670147 / N)**.
7. Hitung **CR = CI / RI**.

Bila **CR < 0,1**, maka PWM dianggap konsisten (Saaty, 1980). Namun, bila **CR ≥ 0,1**, maka PWM dianggap tidak konsisten, dan PWM tersebut harus dibuat menjadi konsisten sebelum PriorM digunakan untuk menghitung IK.

Membuat PWM menjadi konsisten

Bila $CR \geq 0,1$, maka PWM dianggap tidak konsisten (Saaty, 1980) dan harus dibuat menjadi konsisten. PWM bisa dibuat konsisten dengan langkah-langkah berikut (Jarek, 2016):

1. Pertama, buat vektor kolom **SeperPriorM** = $1 / \text{PriorM}$.
2. Selanjutnya, transposekan **SeperPriorM** menjadi **SeperPriorM^T**.
3. Hitung **PWMBaru** yang konsisten dengan melakukan perkalian **PriorM x SeperPriorM^T**.
4. Selanjutnya, **PWMBaru** yang telah konsisten perlu dibahas kembali di antara reviewer. Letak **PWMBaru** tersebut ada di **Sheet1**, di bawah **PWMAwal**.
5. Reviewer boleh memodifikasi **PWMBaru** tersebut, tetapi jangan memodifikasinya sehingga menjadi tidak konsisten kembali.
6. Bila para reviewer telah setuju dengan **PWMBaru** yang konsisten, copy **PWMBaru** tersebut dan *paste* ke **PWMAwal** yang ada di atasnya.
7. Kemudian, perhitungan **PriorM** dilakukan kembali dari awal menggunakan **PWMAwal** yang baru tersebut.

Perhitungan Indeks Komposit

Setelah **PriorM** dibentuk dari PWM yang konsisten, langkah selanjutnya adalah menghitung **Indeks Komposit (IK)**. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menghitung IK:

1. Pada **Sheet4** terlihat bahwa matriks data terdiri atas kolom-kolom dengan heading nomor urut kasus/entitas, ID kasus/entitas, indeks-indeks, dan di akhir data matriks terdapat kolom kosong untuk tempat IK.
2. Matriks data ini pada dasarnya adalah matriks berdimensi $N \times M$, di mana N = jumlah indeks atau variabel, dan M = banyaknya kasus atau entitas. Ditambah kolom nomor urut, identitas kasus/entitas, dan IK, dimensi matriks data menjadi $(M \times (N+3))$.
3. Dalam menghitung IK, matriks yang digunakan adalah matriks data murni dengan dimensi $M \times N$. Dua kolom pertama tidak dimasukkan dalam perhitungan IK, sementara kolom terakhir menjadi tempat bagi hasil perhitungan IK.
4. Selanjutnya, ubah **PriorM** dari vektor kolom (N) menjadi matriks **PriorM** ($N \times 1$). Hal ini diperlukan agar **PriorM** bisa digunakan untuk melakukan perkalian matriks.
5. Setelah itu, hitung $IK = \text{MatriksData} \times \text{PriorM}$.
6. Terakhir, masukkan nilai-nilai IK ke dalam kolom terakhir matriks data.

Langkah-langkah perhitungan IK menggunakan Aplikasi AHP

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan **Indeks Komposit (IK)** menggunakan aplikasi **AHP**:

1. Buat Worksheet Excel dan simpan dengan format **Macro-Enabled Workbook** (beri nama **File1**).
2. Dalam **File1**, tambahkan **Sheet1**, **Sheet2**, **Sheet3**, dan **Sheet4**. **Sheet1** digunakan untuk **PWM** dan **PriorM**, sedangkan **Sheet4** untuk data matriks dan IK. **Sheet2** dan **Sheet3** digunakan untuk output pendukung dari AHP.
3. Isikan **Sheet1** dengan **PWM Awal** (Tabel 1). Isikan juga data matriks pada **Sheet4** seperti pada Tabel 2.
4. Selanjutnya, buka file Excel yang sudah mengandung macro AHP (misalnya **File2**).
5. Klik **View**, lalu klik **Macro**, dan pilih **Edit**; maka akan muncul **Macro Editor** seperti pada Gambar 6.
6. Di dalam **Macro Editor**, ambil dan tarik **UserForm1** yang ada di **File2** ke lokasi **UserForm** di **File1**.
7. Lakukan hal yang sama dengan kode dari **File2**; bawa ke posisi yang sama di **File1**.
8. Selanjutnya, letakkan kembali kursor di **Sheet1** pada **File1** dan buka kembali macro.
9. Kemudian, jalankan **Run**, dan akan muncul form seperti pada Gambar 7. Klik perintah **Calculate Priority Matrix (Eigenvalue)**; sebuah prompt akan muncul meminta dimensi PWM. Dalam contoh ini, dimensi PWM = 4.
10. Selanjutnya, pada form akan muncul statistik **CI**, **RI**, dan **CR** serta komentar tentang konsistensi dari PWM. Pada **Sheet1**, di samping kanan **PWM Awal**, akan muncul **Priority Matrix (PriorM)** (lihat Tabel 1a). Bila **CR < 0,1**, PWM dianggap konsisten. Selanjutnya, klik perintah **Calculate Composite Index**. Pada kolom paling kanan data matriks di **Sheet4** akan muncul nilai IK bagi setiap kasus. Proses perhitungan IK selesai.
11. Flowchart bagi langkah-langkah di atas dapat dilihat pada Gambar 8.

PCMAwal	A	B	C	D
A	1,00000	1,00000	3,00000	2,00000
B	1,00000	1,00000	2,50000	3,00000
C	0,33333	0,50000	1,00000	1,00000
D	0,50000	1,00000	1,00000	1,00000

Tabel 1. PWMAwal di sheet1.

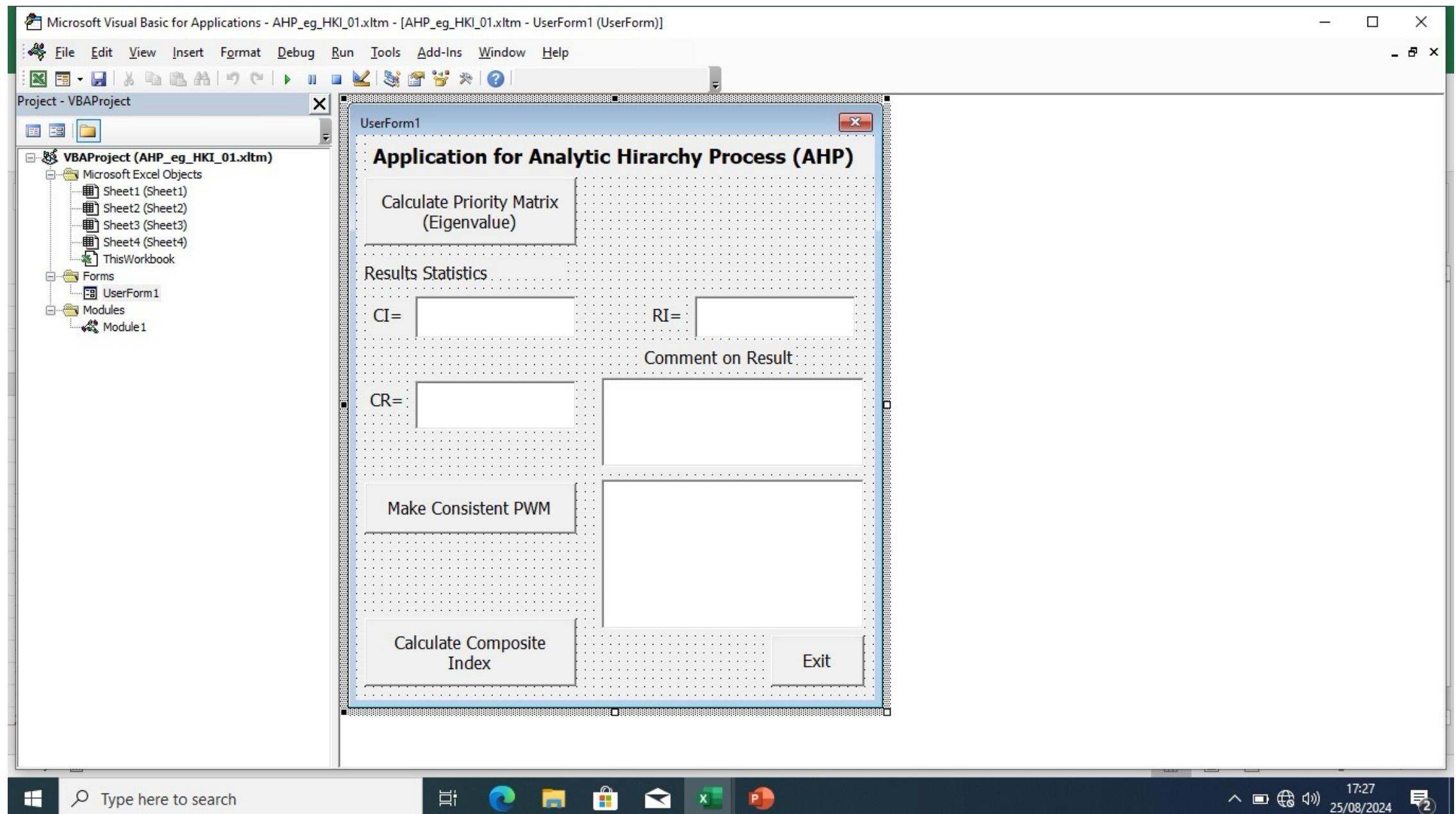
No	ID	A	B	C	D	Indeks Komposit (IK)
1	Kasus_1	1	5	1	7	
2	Kasus_2	2	4	2	6	
3	Kasus_3	3	3	3	5	
4	Kasus_4	4	2	2	6	
5	Kasus_5	5	1	3	5	
6	Kasus_6	4	1	4	6	
7	Kasus_7	3	2	3	4	
8	Kasus_8	2	3	4	3	
9	Kasus_9	1	4	5	2	
10	Kasus_10	0	5	7	1	

Tabel. 2. Matriks data di sheet4.

PCMAwal	A	B	C	D
A	1,00000	1,00000	3,00000	2,00000
B	1,00000	1,00000	2,50000	3,00000
C	0,33333	0,50000	1,00000	1,00000
D	0,50000	1,00000	1,00000	1,00000

Priority Matrix
0,32548
0,35210
0,13551
0,18691

Tabel. 3. PWMAwal dan Priority Matrix (PriorM).



Gambar. 6. Macro Editor.

UserForm1 X

Application for Analytic Hierarchy Process (AHP)

**Calculate Priority Matrix
(Eigenvalue)**

Results Statistics

CI=

RI=

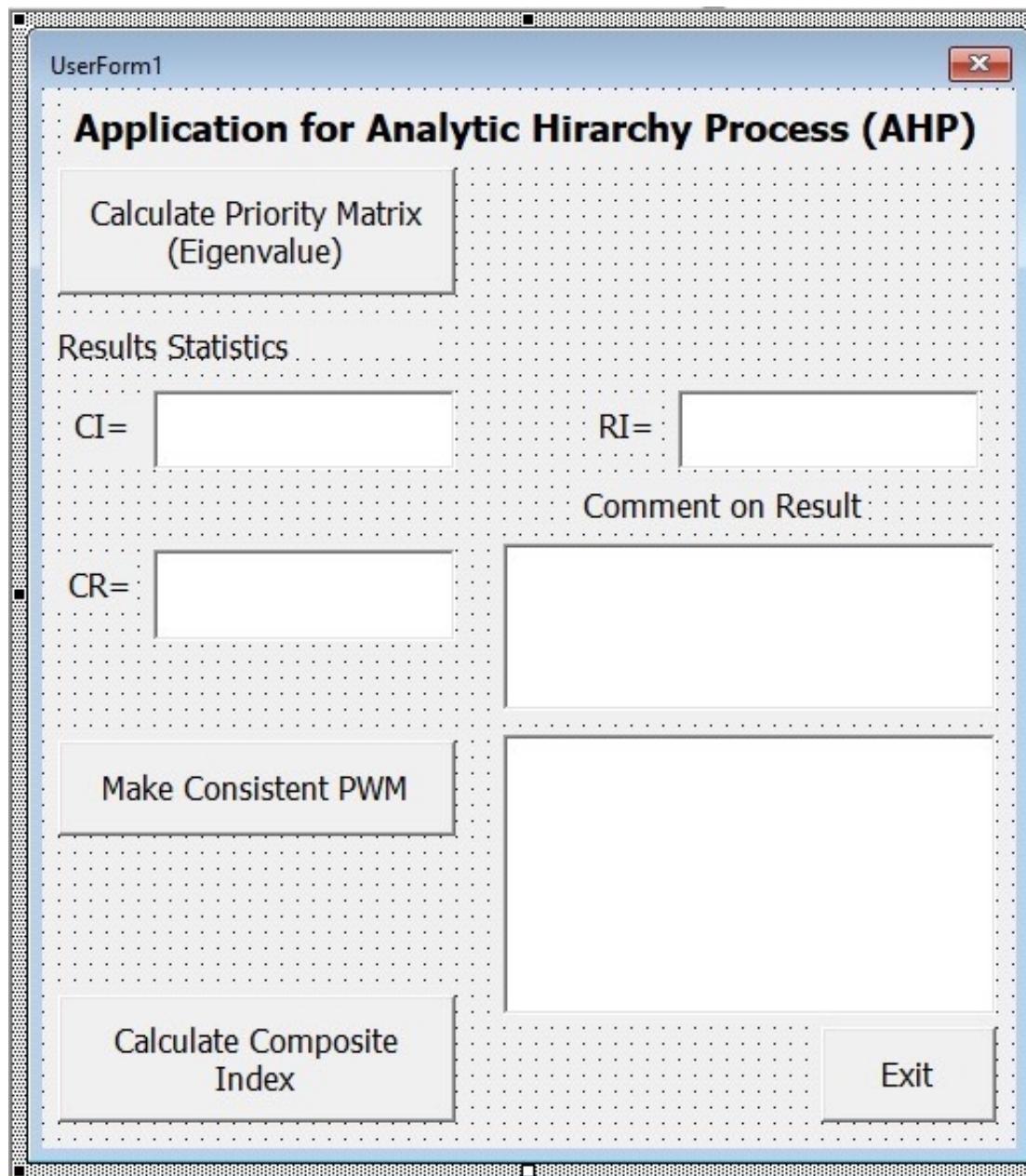
Comment on Result

CR=

Make Consistent PWM

Calculate Composite Index

Exit



Gambar. 7. Form AHP.

Bila pada form AHP muncul informasi tentang statistik CI, RI, dan $CR \geq 0,1$, perhatikan statistik CR dan informasi yang muncul pada form sebagai berikut:

1. Bila nilai **$CR < 0,1$** , maka pada form AHP akan muncul informasi bahwa **PWMAwal sudah konsisten** dan dapat dilanjutkan ke perhitungan Indeks Komposit (IK).
2. Namun, bila nilai **$CR \geq 0,1$** , maka akan muncul informasi bahwa **PWMAwal tidak konsisten**, dan perlu diperbaiki agar PWM tersebut menjadi konsisten terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke perhitungan IK.
3. Dalam contoh yang menggunakan PWMAwal pada Tabel 1, ternyata $CR = 0,1744806$. Hal ini berarti PWMAwal dinyatakan tidak konsisten (Gambar 8).

UserForm1 X

Application for Analytic Hierarchy Process (AHP)

**Calculate Priority Matrix
(Eigenvalue)**

Results Statistics

CI= 0,1597497 RI= 0,9155733

Comment on Result

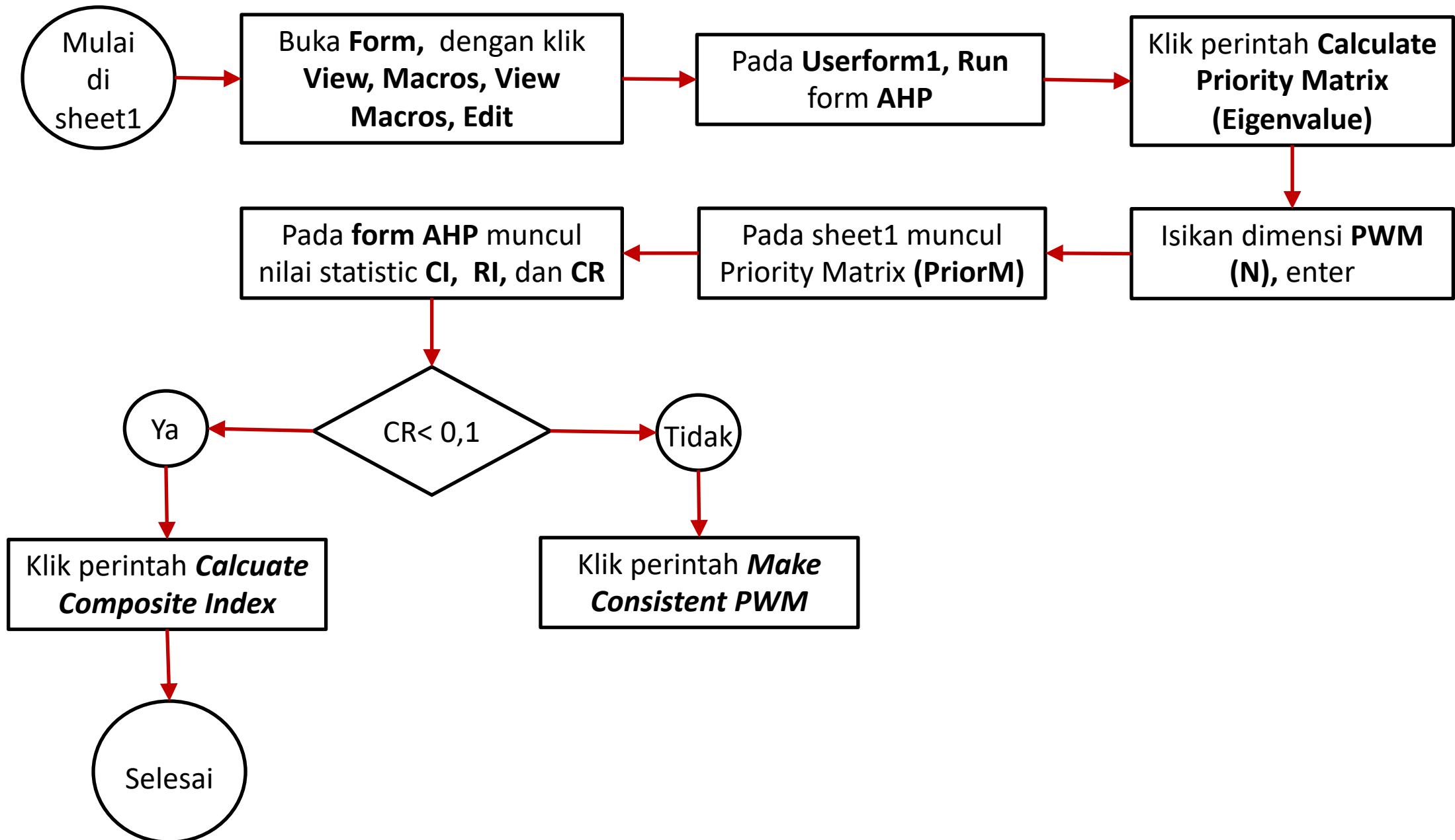
CR= 0,1744806 CR \geq 0,1. The PWM is IS NOT CONSISTENT!!! Please modify PWM!!!

Make Consistent PWM

Calculate Composite Index

Exit

Gambar. 8. PCMAwal dinyatakan tidak konsisten.



Gambar. 9. Flowchart menggunakan AHP untuk menghitung **Priority Matrix**.

Membuat PWM yang Konsisten

Bila pada langkah di atas $CR > 0,1$, maka PWMAwal dianggap tidak konsisten. Selanjutnya, untuk membuat PWM yang konsisten berdasarkan PriorM hasil perhitungan terakhir, lakukan langkah-langkah berikut:

1. **PWMBaru** yang konsisten dihasilkan dari **PriorM** dengan cara mengklik perintah **Make Consistent PWM**. Selanjutnya, akan muncul prompt yang meminta dimensi PWM. Isikan dimensi PWM yang sesuai dengan matriks yang ada di **Sheet1**.
2. Di bawah **PWMAwal** yang ada di **Sheet1**, akan muncul **PWMBaru** yang konsisten (dengan **CR = 0**) beserta **Priority Matrix** baru (lihat Tabel 4).
3. Diskusikan **PWMBaru** ini dengan para reviewer. Bila tidak ada perubahan mendasar, salin **PWMBaru** ke **PWMAwal** di **Sheet1**.
4. Klik perintah **Calculate Priority Matrix (Eigenvalue)**, dan pada form akan muncul nilai **CR = 0**.
5. Pada kanan tabel **PWMAwal** di **Sheet1**, nilai **Priority Matrix (PriorM)** sudah diperbarui.
6. Selanjutnya, hitung kembali **IK** dengan mengklik perintah **Calculate Composite Index**. Dengan demikian, kolom **IK** pada **Sheet4** akan terisi dengan nilai **PWMBaru** yang konsisten.

Dengan demikian, perhitungan **IK** dengan aplikasi AHP selesai.

PCMAwal	A	B	C	D
A	1,00000	0,92444	2,40200	1,74132
B	1,08174	1,00000	2,59833	1,88365
C	0,41632	0,38486	1,00000	0,72495
D	0,57428	0,53088	1,37941	1,00000

Priority Matrix
0,32549
0,35209
0,13551
0,18692

Tabel 4. PWMAwal yang baru dan konsisten serta Priority Matrix baru (PriorM) yang baru.

Menghitung IK

Setelah PWMAwal menjadi konsisten, langkah selanjutnya adalah menghitung Indeks Komposit (IK) dengan langkah-langkah berikut:

1. Pada posisi terakhir, di form AHP, klik perintah **Calculate Composite Index**.
2. Selanjutnya, akan muncul prompt yang meminta jumlah kasus yang akan dihitung nilai IK-nya. Seperti yang dapat dilihat pada **Sheet4**, dalam contoh ini terdapat 10 kasus.
3. Kemudian, akan muncul prompt yang meminta jumlah kriteria. Dalam kasus ini, sesuai dengan PWMAwal di **Sheet1**, jumlah kriteria tersebut adalah 4.
4. Tekan **Enter**, dan tabel data yang ada di **Sheet4** akan diperbarui dengan terisinya kolom **IK** (lihat Tabel 5).

Dengan demikian, perhitungan IK dengan menggunakan aplikasi AHP selesai sebagaimana dijelaskan dalam tulisan ini.

No	ID	A	B	C	D	Indeks Komposit (IK)
1	Kasus_1	1	5	1	7	3,52987
2	Kasus_2	2	4	2	6	3,45185
3	Kasus_3	3	3	3	5	3,37384
4	Kasus_4	4	2	2	6	3,39865
5	Kasus_5	5	1	3	5	3,32063
6	Kasus_6	4	1	4	6	3,31757
7	Kasus_7	3	2	3	4	2,83483
8	Kasus_8	2	3	4	3	2,81002
9	Kasus_9	1	4	5	2	2,78521
10	Kasus_10	0	5	7	1	2,89591

Tabel. 5. Tabel data dengan kolom IK yang telah terisi oleh hasil penggunaan aplikasi AHP untuk menghitung IK.

Penutup

Indeks komposit dapat dihitung dengan menggunakan aplikasi Analytic Hierarchy Process atau AHP. Dalam tulisan ini telah diterangkan tentang aplikasi AHP yang dikembangkan oleh kami dengan menggunakan Bahasa Visual Basic Excel.

Aplikasi yang kami buat ini meliputi langkah-langkah yang cukup rinci sehingga memudahkan penggunanya untuk menghitung indeks komposit (IK) dari mulai awal hingga terhitungnya indeks tersebut. Secara garis besar, langkah-langkah tersebut dimulai dari pembuatan Pairwise Comparison Matrix (PWM), proses AHP, perhitungan Priority Matrix (PriorM), pembuatan PWM yang konsisten, perhitungan kembali PriorM, hingga perhitungan IK berdasarkan PWM yang konsisten.

Microsoft Excel adalah salah satu software worksheet yang relatif populer, sehingga kami harap aplikasi ini dapat membantu banyak orang yang ingin menghitung Indeks Komposit menggunakan AHP.

Semoga tujuan kami tersebut dapat tercapai. InshaAllah, Aamiin.

Daftar Literatur

1. Amadeo K, 2022, *Gross National Product and How It Is Calculated*, <https://www.thebalancemoney.com/what-is-the-gross-national-product-3305847#:~:text=from%20overseas%20investments.-,GNP%20Formula,%2B%20G%20%2B%20X%20%2B%20Z.>
2. Etty Kridarso Juliandiani Iskandar, Agus Budi Purnomo, 2024, *TOD Index based on Factor Analysis for rail stations and their surrounding in Jakarta Metropolitan Region*, ARTEKS, Vo. 9, Issue 3, 2024.
3. IBM, 2021, *Wide to long: Create index variables*, <https://www.ibm.com/docs/en/spss-statistics/beta?topic=data-wide-long-create-index-variables>
4. IBM, 2022, *Key concepts: Entity, attribute, and entity type*, <https://www.ibm.com/docs/en/imdm/12.0?topic=concepts-key-entity-attribute-entity-type>.
5. Jarek S., 2016, *REMOVING INCONSISTENCY IN PAIRWISE COMPARISON MATRIX IN THE AHP*, MULTICRITERIA DECISION MAKING, Vol. 11, 2016, DOI: 10.22367/mcdm.2016.11.05.
6. Legowo DA., Sumadio W., 2021, Nilai dan Pola Transit Oriented Development (TOD) Indeks pada Jalur Commuter Line Bogor-Jakarta Kota, *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, Vol. 9, Issu 2, pp. 142-154.
7. Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffman A., dan Giovannini E., 2005, *HANDBOOK ON CONSTRUCTING COMPOSITE INDICATORS: METHODOLOGY AND USER GUIDE OECD Statistics Working Paper*, OECD Statistics Working Papers 2005/03.
8. News Canvass, 2024 *Composite Index*, <https://www.5paisa.com/finschool/composite-index/>.
9. Martin DN, 2022, *Exploration and evaluation of design quality through floor plan layout(FPLs) of existing design space using ARLE GPA Tool case study*, DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1682496/v1>.
10. MenLHK RI, 2021, *PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 27 TAHUN 2021 TENTANG INDEKS KUALITAS LINGKUNGAN HIDUP*..
11. MSCI, 2024, *A combination of mathematical and data-driven rules*, <https://www.msci.com/our-solutions/indexes/making-complex-simple/what-are-indexes>.
12. Mu E., dan Rojas MP., 2017, *Practical Decision Making*, Springer Briefs in Operations Research, DOI: 10.1007/978-3-319-33861-3_2.
13. Richard A., Ramli M., *A Qualitative Study of Green Building Indexes Rating of Lightweight Foam Concrete*, Journal of Sustainable Development, Vol. 4, No. 5 (2011) 1.
14. Saaty TL., 1980, *The analytical hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*, New York McGraw Hill)..
15. Taki HM., Maatouk MMH., Qumtulah EM., 2017, *Re-assessing TOD Index in Jakarta Metropolitan Region (JMR)*, Journal of Applied Geospatial Information, Vol. 1 No. 1, 2017
16. Villagomez E., 2023, *Describing Building Types: Formal and Use-Types*, *Urban Landscape Fundamentals*, <https://spacing.ca/vancouver/2023/09/25/>.