



PENENTUAN REKOMENDASI KONSERVASI AIR MENGGUNAKAN METODE ITERASI JACOBI PADA PONDOK PESANTREN ASSALAFY

Asyifatun Nisa[✉], Tri Sri Noor Asih

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Agustus 2019
Disetujui Juni 2020
Dipublikasikan Juni 2020

Keywords:
Konservasi Air, Metode Iterasi
Jacobi.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan memodelkan persamaan untuk menghitung rata-rata banyak air yang akan digunakan untuk beraktivitas. Dengan cara mencari data yang akan dimodelkan pada persamaan berupa aktivitas penggunaan air pada pondok Pesantren Assalafy Putri Al-Asror. Data dihasilkan dari pengisian angket berupa aktivitas penggunaan air pada beberapa lokasi. Kemudian data dimodelkan menjadi suatu persamaan. Persamaan menghasilkan rata-rata penggunaan air yang divergen. Untuk menerapkan konservasi air agar menghasilkan penyelesaian rata-rata yang lebih optimal dan konvergen maka persamaan dimodelkan ulang menjadi dominan secara diagonal dengan cara menukar persamaan dan merubah koefisien-koefisien persamaan. Kemudian persamaan dihitung menggunakan Iterasi Jacobi yang dapat dihitung dengan Gauss Jordan, Iterasi Jacobi, Ms. Excel dan Visual Basic. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah rekomendasi konservasi penggunaan air yang dapat digunakan untuk beberapa aktivitas, yaitu mandi, wudhu, mencuci dan menggosok gigi. Hasil rekomendasi digunakan untuk mengurangi penggunaan air. Hasil rekomendasi berupa rata-rata banyak air yang digunakan dan banyaknya penggunaan bak kamar mandi dan bak wudhu..

Abstract

Abstrak ditulis secara ringkas dan faktual, meliputi tujuan penelitian, metode penelitian, hasil dan simpulan. Abstrak ditulis dalam satu paragraf; ditulis dalam dua bahasa (Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris); panjang abstrak berkisar antara 150 - 200 kata. Hindari perujukan dan penggunaan singkatan yang tidak umum. Abstrak ditulis secara ringkas dan faktual, meliputi tujuan penelitian, metode penelitian, hasil dan simpulan. Abstrak ditulis dalam satu paragraf; ditulis dalam dua bahasa (Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris);

How to cite:

Nisa, A. & Asih, T.S.N. 2019. Penentuan Rekomendasi Konservasi Air Menggunakan Metode Iterasi Jacobi Pada Pondok Pesantren Assalafy. UNNES Journal of Mathematics. 9(1):48-57.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan primer bagi manusia yang sangat penting untuk aktivitas sehari-hari berupa memasak, mencuci, mandi dan lain sebagainya. Hanya sedikit yang mengerti sulitnya menghasilkan air bersih dalam jumlah yang cukup. Oleh karena itu penggunaan air perlu dikendalikan dengan konservasi air. Konservasi adalah cara efisiensi dari penggunaan air, energi, transmisi, produksi, atau distribusi yang berakibat pada pengurangan pengkonsumsian (Prihanto, 2011). Tujuan konservasi air adalah menjaga keberadaan dan keberlanjutan sumber daya air supaya tidak terjadi kekeringan (Hutagaot, 2015). Kualitas sumber daya air dapat berubah dengan cara meningkatkan pemanfaatan air (Abduh, 2018). Diperlukan upaya konservasi dan penghematan agar sumber daya air terlindungi, seperti dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air. Cara untuk melakukan konservasi air yaitu dengan memelihara lingkungan dan berhemat dalam menggunakan air.

Konservasi air dilakukan dengan menerapkan rekomendasi penggunaan air sesuai kapasitas. Rekomendasi penggunaan air akan diselesaikan menggunakan pemodelan matematika dengan menerapkan sistem persamaan linear. Kata matematika diduga erat hubungannya dengan kata Sangsekerta, medha atau widya yang artinya kepandaian, ketahuan atau intelegensia (Subarinah, 2006). Kemampuan matematika berkaitan erat dengan pemahaman seseorang terhadap konsep matematika, karena pemahaman matematika merupakan hal yang sangat penting dalam pembelajaran matematika ataupun ilmu lainnya (Susanto, 2015). Model sistem persamaan linear pada kasus ini akan dihasilkan dari penelitian dan pengambilan data pada Pondok Pesantren Assalafy Putri "Al-Asror" berupa aktivitas penggunaan air dan kapasitas air yang tersedia. Kecocokan model terhadap fenomena alam yang dideskripsikan tergantung dari ketepatan perumusan persamaan matematikanya (Mananoma & Soetopo, 2008). Sistem persamaan linear akan dihitung menggunakan iterasi Jacobi yang menghasilkan penyelesaian berupa himpunan rata-rata jumlah air yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari dan banyaknya penggunaan lokasi kamar mandi untuk menerapkan konservasi air.

Sistem persamaan linear dapat diselesaikan dengan dua metode. (1) Metode langsung atau metode eksak. Diantaranya metode invers, eliminasi, substitusi, dekomposisi LU, dekomposisi Cholesky, dekomposisi QR,

dekomposisi Crout, dan dekomposisi ST. (2) Metode tidak langsung atau metode iterasi. Metode iterasi dibagi menjadi tiga yaitu metode Jacobi, metode Newton, dan metode Gauss Seidel (Marzuki *et al.*, 2015). Metode penyelesaian sistem persamaan linear dalam penelitian ini dapat diselesaikan menggunakan metode iterasi Jacobi.

Metode iterasi Jacobi merupakan salah satu bidang analisis numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan persamaan linear. Metode ini ditemukan oleh matematikawan yang berasal dari Jerman, Carl Gustav Jakob Jacobi pada tahun 1800. Dari metode eliminasi, substitusi, dan determinan masih terasa sulit untuk menyelesaikan sistem persamaan linear yang terdiri dari n persamaan dengan $n > 3$, sehingga digunakan metode iterasi (Marzuki *et al.*, 2015). Teknik penyelesaian metode iterasi Jacobi dengan sistem persamaan $n \times n, AX = B$, proses penyelesaian dimulai dengan suatu hampiran awal terhadap penyelesaian x_0 . Kemudian membentuk suatu serangkaian iterasi x_1, x_2, \dots, x_n yang konvergen ke x akan menjadikan hasil akhir penyelesaian sistem persamaan linear (Physich, 2015).

Persamaan dihitung menggunakan program Visual Basic (VB). Program olah data yang dibuat menghasilkan penyelesaian berupa rata-rata penggunaan air. Penyelesaian VB tersebut dihasilkan dari mengolah data persamaan. Data berupa persamaan di input dan output data berupa penyelesaian persamaan. Data yang diolah berupa persamaan linear akan diolah untuk menghasilkan himpunan penyelesaian. Himpunan penyelesaian dapat disimpulkan untuk hasil penyelesaian masalah penggunaan air.

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut (1) untuk mengetahui cara memodelkan fenomena permasalahan konservasi air menggunakan sistem persamaan linear untuk diterapkan pada metode iterasi Jacobi, (2) untuk membuat program iterasi Jacobi menggunakan Visual Basic, (3) untuk menentukan hasil rekomendasi cara konservasi air menggunakan metode iterasi Jacobi pada Pondok Pesantren Al-Asror.

Metode Iterasi Jacobi

Metode iterasi Jacobi merupakan suatu hampiran penyelesaian awal dan hampiran yang tak berhingga dengan langkah konvergen. Solusi yang dihasilkan merupakan solusi pendekatan/hampiran (*approxomation*), solusi hampiran tidak sama dengan solusi sejati, sehingga ada selisih antara keduanya yang disebut galat atau *error* (Cahyono, 2013). Suatu

sistem persamaan linear belum tentu punya solusi, keberadaan solusi ini sangat tergantung dari sistem persamaan linear itu sendiri (Prasetyo, 2012). Metode iterasi Jacobi merupakan metode iterasi yang menggunakan nilai awal pada prosesnya sehingga diperoleh nilai dengan kesalahan yang relatif kecil dengan syarat persamaan tersebut harus dominan secara diagonal (Marzuki et al., 2015). Metode iterasi Jacobi dapat digunakan untuk menghitung penggunaan air yang digunakan seminimal mungkin sesuai kapasitas yang ditentukan. Dengan mengansumsikan pemodelan sistem persamaan linear untuk memudahkan dalam menghitung. Konsep dari iterasi Jacobi yaitu melakukan perubahan nilai x yang diperoleh tiap iterasi. Proses iterasi dilakukan sampai dicapai suatu nilai yang konvergen dengan toleransi yang diberikan. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa metode iterasi Jacobi memiliki hasil ketelitian yang lebih baik dan waktu komputasi yang lebih cepat dari metode Eliminasi Gauss.

Teknik iteratif metode ini merupakan suatu teknik penyelesaian sistem persamaan linear dengan ukuran $n \times n$, atau $AX = b$. Iterasi Jacobi dalam matriks dan komputasi dapat dibentuk menjadi sebagai berikut.

$$x^{(k+1)} = -D^{-1}(L + U)X^k + D^{-1}b$$

$$x_i^{(k+1)} = \frac{1}{a_{ii}} (b_i - \sum_{j \neq i}^n a_{ij}x_j^k, i = 1 \dots n$$

(Dafchahi, 2008).

Asumsikan $X^{(1)}$ menjadi pendekatan awal untuk solusi dari sistem persamaan linear $AX = b$ dan $b_i^{(1)} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^{(1)}, i = 1, \dots, n$ (Vatti et al., 2011).

Dominan secara diagonal merupakan syarat kekonvergenan (mempunyai solusi tunggal) untuk persamaan yang akan dihitung menggunakan metode iterasi Jacobi (Sahid, 2012). Persamaan berordo $n \times n$ dominan secara diagonal jika :

$$|a_{kk}| > |a_{k1}| + \dots + |a_{k,k-1}| + |a_{k,k+1}| + \dots + |a_{kn}|,$$

$$k = 1, \dots, n$$

Dalam tiap baris persamaan, nilai mutlak koefisien diagonal harus melebihi jumlah nilai mutlak koefisien-koefisien lain dalam baris tersebut. Kita telah mengubah susunan sistem persamaan linear sedemikian hingga elemen elemen a_{kk} merupakan elemen elemen terbesar pada setiap baris pada persamaan. Apabila system persamaan linear tidak dominan secara diagonal, mungkin didapat dengan menentukan tebakan awal. Tebakan awal yang terlalu jauh

dari solusi sejatinya dapat menyebabkan iterasi divergen.

Sistem persamaan linear adalah sekumpulan persamaan linear dengan variabel-variabel yang tidak diketahui. Bentuk sistem persamaan linear yang terdiri dari beberapa persamaan misalnya m sebagai banyak persamaan menjadikan (l_1, l_2, \dots, l_m) (Lipschutz & Lipson, 2004). Dengan syarat $a_{kk} \neq 0, k = 1, 2, \dots, n$, maka persamaan iterasinya dapat ditulis :

$$x_1^{(k+1)} = \frac{b_1 - a_{12}x_2^k - a_{13}x_3^k - \dots - a_{1n}x_n^k}{a_{11}}$$

$$x_2^{(k+1)} = \frac{b_2 - a_{21}x_1^k - a_{23}x_3^k - \dots - a_{2n}x_n^k}{a_{22}}$$

$$x_n^{(k+1)} = \frac{b_n - a_{n1}x_1^k - a_{n2}x_2^k - \dots - a_{nn-1}x_{n-1}^k}{a_{nn}}$$

Dengan $k = 0, 1, 2, \dots$

Iterasi dimulai dengan memberikan tebakan awal untuk x , misalkan $x^{(0)} = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})^T$

Maka iterasi pertamanya yaitu

$$x_1^{(1)} = \frac{b_1 - a_{12}x_2^0 - a_{13}x_3^0 - \dots - a_{1n}x_n^0}{a_{11}}$$

$$x_2^{(1)} = \frac{b_2 - a_{21}x_1^0 - a_{23}x_3^0 - \dots - a_{2n}x_n^0}{a_{22}}$$

$$x_n^{(1)} = \frac{b_n - a_{n1}x_1^0 - a_{n2}x_2^0 - \dots - a_{nn}x_{n-1}^0}{a_{nn}}$$

Iterasi Kedua :

$$x_1^{(2)} = \frac{b_1 - a_{12}x_2^1 - a_{13}x_3^1 - \dots - a_{1n}x_n^1}{a_{11}}$$

$$x_2^{(2)} = \frac{b_2 - a_{21}x_1^1 - a_{23}x_3^1 - \dots - a_{2n}x_n^1}{a_{22}}$$

$$x_n^{(2)} = \frac{b_n - a_{n1}x_1^1 - a_{n2}x_2^1 - \dots - a_{nn}x_{n-1}^1}{a_{nn}}$$

Perhitungan iterasi Jacobi akan berakhir setelah :

$$x_1^{(k-1)} \approx x_1^{(k)}, x_2^{(k-1)} \approx x_2^{(k)} \text{ dan } x_3^{(k-1)} \approx x_3^{(k)}$$

Sebagai kondisi berhenti lelarannya, dapat juga digunakan pendekatan galat relative.

$$\left| \frac{x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}}{x_i^{(k+1)}} \right| < \varepsilon \text{ untuk semua } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Kohno et al dalam Wang & Huang (2006) mempunyai kasus lebih umum yang disajikan menggunakan matriks $P = I + S_\alpha$. Dapat di tulis dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$S_\alpha = \begin{pmatrix} 0 & -\alpha_{12} & a_{22} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & -\alpha_{13} & a_{33} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -\alpha_{n-1} & a_{n-1,n} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

jika A adalah non-singular diagonal $Z - matriks$ dengan beberapa kondisi, maka terdapat $\alpha' > 1$ seperti bahwa $(I + S_\alpha) A$ adalah matriks Z yang diagonal dominan untuk semua $\alpha_i \in [0, \alpha]$ dan mempresentasikan beberapa penyelesaian numerik untuk pilihan parameter optimal. (Li & Sun, 2000).

Teorema Konvergensi Pada Iterasi Jacobi

Teorema 1 Jika A adalah baris matriks diagonal yang benar-benar dominan maka $\|\bar{B}_j\|_\infty < 1$.

Theorem 2 Jika A adalah baris matriks diagonal secara dominan, maka $\|\bar{B}_j\|_\infty = \|\bar{B}_j\|_\infty^2 < 1$.

Teorema 3 Jika A adalah baris secara diagonal matriks dominan kemudian $\|\bar{B}_j\|_\infty < \|\bar{B}_j\|_\infty$. (Dafchahi, 2008).

Keuntungan dan Kelemahan Iterasi Jacobi

Keuntungan metode ini adalah langkah penyelesaiannya sederhana. Kelemahannya yaitu proses iterasinya lambat dan hanya dapat digunakan menyelesaikan persamaan linear serentak yang memenuhi syarat (Putri, 2014).

Penyelesaian Iterasi Jacobi Pada Visual Basic

Visual Basic adalah pemrograman terkendali suatu kejadian (*event*). Pemrograman menunggu sampai adanya respon dari pengguna berupa *event-event* tertentu. Ketika *event* terdeteksi, kode yang berhubungan dengan *event* tersebut akan dieksekusi pada program Visual Basic. Pemrograman akan menghasilkan suatu *project*. Pada *project* terdiri dari beberapa *file* yang saling terkait satu dengan yang lain. Tiap *file* berisi berbagai informasi seperti form, modul dan sebagainya. Konsep dasar pemrograman adalah pembuatan form dengan mengikuti aturan. Aturan pembuatan form yaitu mengikuti aturan pemrograman *Property, Metode, dan Event*. Pada penelitian ini dibuat pemrograman pengolahan data menggunakan metode iterasi Jacobi. Program pengolahan tersebut dibuatkan kode yang akan memproses perhitungan iterasi Jacobi. Ketika program olah data dibuat sesuai aturan dan program sudah dapat dijalankan, maka program dapat dengan mudah digunakan orang

lain. Pembuatan program tersebut dapat memudahkan orang dalam permasalahan menghitung ataupun mengolah data. Untuk menggunakan program iterasi Jacobi hanya memerlukan perubahan permasalahan ke dalam permodelan matematika. Permasalahan didapat dari kehidupan nyata yang akan dianalisis dan dicarikan solusi penyelesaian masalahnya.

METODE

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan rata-rata penggunaan air aktivitas sehari-hari untuk melakukan konservasi air pada Pondok Pesantren Assalafy Putri Al-Asror. Tahap pengolahan data pada penelitian ini dengan cara menghitung permasalahan yang telah dimodelkan pada pemodelan matematika. Perhitungan akan diolah menggunakan metode iterasi Jacobi. Untuk menghitung iterasi Jacobi dapat dilakukan menggunakan Ms. Excel dan Visual basic agar tidak menghitung secara manual. Setelah pengolahan data selesai maka akan dilakukan penarikan kesimpulan.

Tahapan-tahapan penelitian pada penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Pengambilan data dengan mengukur volume kapasitas air dan pembagian angket pada santri.
- b) Pembentukan model persamaan linear dengan menentukan variabel, konstanta dan koefisien dari hasil pengambilan data.
- c) Menyelesaikan persamaan tanpa menggunakan syarat iterasi Jacobi.
- d) Membuat program olah data pada Visual Basic.
- e) Pembentukan persamaan dengan syarat iterasi Jacobi.
- f) Menyelesaikan persamaan menggunakan iterasi Jacobi dengan mencoba mengubah persamaan & koefisien persamaan.
- g) Menghitung iterasi Jacobi menggunakan Gauss Jordan, Iterasi Jacobi, Ms. Excel dan Visual Basic.
- h) Penarikan kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Penelitian pada Pondok Pesantren Assalafy putri Al-Asror diawali dengan melakukan observasi mengukur bak kamar mandi dan bak wudhu yang menghasilkan data seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Lokasi Air

Lokasi Air	Kapasitas Air
Kamar Mandi Atas	5152 l
Bak Wudu Atas	1612 l
Bak Wudu Bawah	2008 l
Kamar Mandi Bawah	6000 l

Variabel dalam penelitian ini berupa rata-rata penggunaan air, dengan asumsi :

- x_1 = Rata-rata banyak air untuk mandi.
- x_2 = Rata-rata banyak air untuk wudhu.
- x_3 = Rata-rata banyak air untuk mencuci
- x_4 = Rata-rata banyak air untuk menggosok gigi

Konstanta persamaan dalam penelitian ini berupa volume kapasitas lokasi air, dengan asumsi :

- y_1 = Kapasitas bak kamar mandi atas
- y_2 = Kapasitas bak wudhu atas
- y_3 = Kapasitas bak wudhu bawah
- y_4 = Kapasitas bak kamar mandi bawah

Koefisien pada penelitian ini berupa $a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}$. Dari pengasumsian variabel, konstanta, dan koefisien membentuk persamaan sebagai berikut.

Persamaan I $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 = y_1$

Persamaan II $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 = y_2$

Persamaan III $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 = y_3$

Persamaan IV $a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = y_4$

Pembuatan persamaan akan diperoleh dari pengisian angket aktivitas penggunaan air setiap santri untuk menghitung rekomendasi penggunaan air. Data banyak aktivitas yang akan diteliti diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Penggunaan Air Dalam Sehari

Aktivitas Penggunaan air	Banyaknya aktivitas
Mandi	430 kali/hari
Wudu	1010 kali/hari
Mencuci	110 kali/hari
Menggosok Gigi	424 kali/hari

Pengisian angket juga menghasilkan data untuk menentukan koefisien variabel aktifitas-aktifitas yang akan diteliti. Data pengisian angket tersebut menghasilkan bentuk koefisien seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengisian Angket

Lks/akt s	MD	W	MC	MG
KM A	194	187	8	108
BW A	0	382	11	7
BW B	0	363	70	45
KM B	236	77	21	264

Keterangan :

- KM A = Kamar Mandi Atas
- BW A = Bak Wudu Atas
- KM B = Kamar Mandi Bawah
- BW B = Bak Wudu Bawah
- Lks/akts = Lokasi/Aktivitas
- MD = Mandi
- W = Wudu
- MC = Mencuci
- MG = Menggosok Gigi
- Kap = Kapasitas

Dari data lokasi air dan data hasil pengisian angket menghasilkan data yang dapat digunakan untuk membuat persamaan. Data tersebut dapat dilihat seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Pembentukan Persamaan

Lks/akt s	MD	W	MC	MG	Kap
KM A	194	187	8	108	5152
BW A	0	382	11	7	1612
BW B	0	363	70	45	2008
KM B	236	77	21	264	6000

Dari data-data tersebut maka dapat dibentuk persamaan-persamaan sebagai berikut.

- a. Persamaan I $194x_1 + 187x_2 + 8x_3 + 108x_4 = 5152$
- b. Persamaan II $382x_2 + 11x_3 + 7x_4 = 1612$
- c. Persamaan III $363x_2 + 70x_3 + 45x_4 = 2008$
- d. Persamaan IV $236x_1 + 77x_2 + 21x_3 + 264x_4 = 6000$

Penyelesaian Eliminasi Gauss Jordan

Persamaan-persamaan pemodelan permasalahan dapat dihitung secara manual menggunakan eliminasi Gauss Jordan sebelum menggunakan metode iterasi Jacobi. Perhitungan persamaan mendapatkan penyelesaian dengan nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} x_1 &= 21.40 \\ x_2 &= 3.98 \\ x_3 &= 6.77 \\ x_4 &= 1.91 \end{aligned}$$

Penyelesaian Menggunakan Ms. Excel

Asumsikan nilai awalnya (0, 0, 0, 0)

$$\text{Iterasi } x_{r+1} = \frac{5152 - 187y_r - 8z_r - 108p_r}{194}$$

$$\text{Iterasi } y_{r+1} = \frac{1612 - 11z_r - 7p_r}{382}$$

$$\text{Iterasi } z_{r+1} = \frac{2008 - 363y_r - 45p_r}{70}$$

$$\text{Iterasi } p_{r+1} = \frac{6000 - 236x_r - 77y_r - 21z_r}{264}$$

Hasil penyelesaian menggunakan Ms. Excel dapat dilihat seperti pada Gambar 1.

B	C	D	E
0	0	0	0
26,5567	4,2198	6,8925	-2,7847
23,7589	4,075	9,3439	-0,4434
22,4902	3,9589	8,4409	0,7972
21,9503	3,9622	7,6267	1,3436
21,6751	3,9756	7,2053	1,6184
21,5263	3,9827	6,9918	1,7662
21,446	3,9861	6,879	1,8459
21,403	3,9879	6,8185	1,887
21,3799	3,3889	6,786	1,9116
21,36,76	3,9894	6,7686	1,9238
21,361	3,9897	6,7593	1,9304

Gambar 1. Tampilan Iterasi Divergen Ms. Excel

Pembuatan Program Pada Visual Basic

Langkah-langkah Pembuatan Program :

- a. Menginstal software Visual Basic 6.0.
- b. Buka Visual Basic.

- c. Pilih new project.
- d. Membuat form Konservasi_Air seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Form Konservasi_Air

- e. Menuliskan pseudocode pada setiap icon perintah (Hitung, Clear All, Exit).
- f. Program siap dijalankan.

- Langkah-langkah menggunakan Program :
1. Masukan persamaan pada program Visual Basic
 2. Klik icon hitung
- Kemudian akan muncul hasil penyelesaiannya seperti pada Gambar 3 dan 4.

Penyelesaian Menggunakan Visual Basic



Gambar 3. Tampilan Hasil Kekonvergenan Perhitungan

Lalaran x1	Lalaran x2	Lalaran x3	Lalaran x4
0	0	0	0
26,556701030927	4,2198952879581	6,8025430067314	-2,7847226652011
23,758810747111	4,0750394910533	9,3439026383100	-0,4434823202046
22,490270539426	3,9589566681152	8,4407919126196	0,7962115874453
21,949267609883	3,9622455702855	7,6267905221616	1,3436262658716
21,674918131263	3,9756542418720	7,2053475462317	1,6184910830558
21,526354842422	3,9827532445289	6,9918353356925	1,7662110428405
21,446080762684	3,9861945916426	6,8790266615126	1,8459408960539
21,403029800499	3,9879819907093	6,8185028150009	1,8887189192518
21,379988154320	3,9889409335084	6,7860298538585	1,9116201392773
21,367653770933	3,9894563629126	6,7686347713606	1,9238796966547
21,361049354256	3,9897326168545	6,7593210533189	1,9304439347651

Gambar 4. Tampilan Iterasi Jacobi

Dari beberapa cara penyelesaian menghasilkan hasil yang divergen.

Dari penyelesaian eliminasi Gauss Jordan menghasilkan penyelesaian $x_1 = 21.40$, $x_2 = 3.98$, $x_3 = 6.77$, dan $x_4 = 1.91$, sehingga dapat disimpulkan penggunaan air untuk mandi 21.40 liter, penggunaan untuk wudu 3.98 liter, penggunaan untuk mencuci 6.77 liter, dan penggunaan untuk menggosok gigi 1.91 liter. Untuk menerapkan konservasi air maka akan dibentuk persamaan baru yang bertujuan menghasilkan solusi penyelesaian yang lebih optimal dan konvergen. Dengan cara mencoba membentuk persamaan dengan syarat dominan secara diagonal untuk diselesaikan menggunakan iterasi Jacobi.

Rekomendasi Konservasi Penggunaan Air Pembentukan Sistem Persamaan Linear Baru

Pembentukan persamaan dilakukan untuk menghasilkan solusi yang lebih optimal dan konvergen agar dapat merekomendasi konservasi penggunaan air. Persamaan dibentuk dengan mencoba merubah koefisien agar dominan secara diagonal dan dapat diselesaikan menggunakan metode iterasi Jacobi. Dari percobaan pembuatan persamaan menghasilkan salah satu contoh persamaan linear sebagai berikut :

- a. Persamaan I
 $250x_1 + 180x_2 + 11x_3 + 17x_4 = 6000$
- b. Persamaan II
 $475x_2 + 21x_3 + 5x_4 = 2008$
- c. Persamaan III
 $160x_2 + 179x_3 + 13x_4 = 1612$
- d. Persamaan IV
 $180x_1 + 195x_2 + 9x_3 + 389x_4 = 5152$

Penyelesaian Eliminasi Gauss Jordan

Persamaan-persamaan pemodelan dihitung secara manual menggunakan eliminasi Gauss

Jordan sebelum menggunakan iterasi Jacobi. Perhitungan persamaan mendapatkan penyelesaian dengan nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} x_1 &= 20.79 \\ x_2 &= 3.97 \\ x_3 &= 5.34 \\ x_4 &= 1.5 \end{aligned}$$

Penyelesaian Iterasi Jacobi

Iterasi pertama dengan nilai awal

$$P_0 = (x_1, x_2, x_3, x_4) = (0, 0, 0, 0)$$

$$x_1^1 = \frac{6000 - 180(0) - 11(0) - 17(0)}{250} = 24$$

$$x_2^1 = \frac{2008 - 21(0) - 5(0)}{475} = 4,23$$

$$x_3^1 = \frac{1612 - 160(0) - 13(0)}{179} = 9$$

$$x_4^1 = \frac{5152 - 180(0) - 195(0) - 9(0)}{389} = 13,24$$

Iterasi ke 2 :

$$P_0 = (x_1, x_2, x_3, x_4) = (24, 4.23, 9, 13.24)$$

$$x_1^2 = \frac{6000 - 180(4.23) - 11(9) - 17(13.24)}{250} = 19,66$$

$$x_2^2 = \frac{2008 - 21(9) - 5(13.24)}{475} = 3.69$$

$$x_3^2 = \frac{1612 - 160(4.23) - 13(13.24)}{179} = 4.27$$

$$x_4^2 = \frac{5152 - 180(24) - 195(4.23) - 9(9)}{389} = -0.19$$

$$\begin{aligned} x_1^{17} &= 20.78 \\ x_2^{17} &= 3.78 \\ x_3^{17} &= 5.34 \\ x_4^{17} &= 1.5 \end{aligned}$$

Penyelesaian Menggunakan Ms. Excel

Asumsikan nilai awalnya (0, 0, 0, 0)

$$\text{Iterasi } x_{r+1} = \frac{6000 - 180y_r - 11z_r - 17p_r}{250}$$

$$\text{Iterasi } y_{r+1} = \frac{2008 - 21z_r - 5p_r}{475}$$

$$\text{Iterasi } z_{r+1} = \frac{1612 - 160y_r - 13p_r}{179}$$

$$\text{Iterasi } p_{r+1} = \frac{5152 - 180x_r - 195y_r - 9z_r}{389}$$

B	C	D	E
0	0	0	0
24	4,227368	5,226933	-0,10101
20,73319	3,997348	5,439063	1,52077
20,685	4,040794	5,72113	1,198975
20,68937	3,951287	5,234002	1,291067
20,83698	3,98238	5,379945	1,568912
20,78928	3,973003	5,331974	1,481643
20,80408	3,976043	5,346693	1,509526
20,79935	3,975099	5,341951	1,500815
20,80083	3,9754	5,343428	1,503588
20,80036	3,975305	5,342957	1,502718
20,80051	3,975335	5,343105	1,502994
20,80046	3,975326	5,343058	1,502907
20,80047	3,975329	5,343073	1,502934
20,80047	3,975328	5,343068	1,502926
20,80047	3,975328	5,34307	1,502928
20,80047	3,975328	5,343069	1,502927
20,80047	3,975328	5,343069	1,502928

Gambar 5. Tampilan Iterasi Jacobi konvergen iterasi ke 17 Pada Ms. Excel

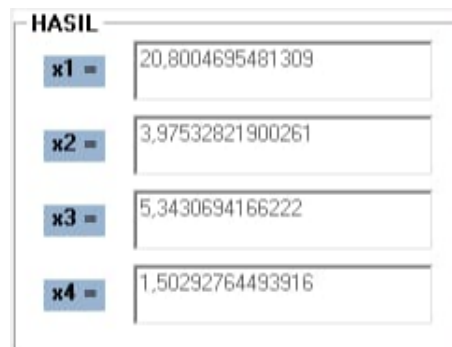
Penyelesaian Menggunakan Visual Basic

Langkah-langkah menggunakan Program :

1. Masukan persamaan pada program Visual Basic

2. Klik icon hitung

Kemudian akan muncul hasil penyelesaian yang dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Tampilan Hasil Kekonvergenan Perhitungan

Lalaran x1	Lalaran x2	Lalaran x3	Lalaran x4
0	0	0	0
24	4,2273684210526	5,2269332549250	-0,1012319830323
20,7331934484716	3,9973485506562	5,4398896518123	1,5207794473800
20,7791408964259	3,9708598317369	5,3457670061796	1,5149744688920
20,8027489089929	3,9750821484753	5,3424144589293	1,5020114326432
20,800737839485	3,9753668193668	5,3431014540611	1,5027834088164
20,8004501542776	3,9753283208855	5,3430798008027	1,5029363276352
20,8004684274479	3,9753276685157	5,3430692780906	1,5029284426632
20,8004698963316	3,9753282167300	5,3430693607182	1,5029274862506
20,800469563017	3,9753282231445	5,3430694244447	1,5029276357933
20,800469545426	3,9753282187530	5,3430694175095	1,5029276462951
20,800469548179	3,9753282189491	5,3430694165715	1,5029276449447

Gambar 7. Tampilan Iterasi Jacobi

Hasil Penyelesaian Persamaan

Dari beberapa cara penyelesaian menghasilkan hasil yang konvergen ke 17, yaitu menghasilkan penyelesaian sebagai berikut.

$$x_1^{17} = 20.78$$

$$x_2^{17} = 3.78$$

$$x_3^{17} = 5.34$$

$$x_4^{17} = 1.5$$

Hasil Rekomendasi Kosnervasi Air

Berdasarkan persamaan dan hasil penyelesaian, maka dapat disimpulkan rekomendasi penggunaan air pada Pondok Pesantren Assalafy Putri Al-Asror untuk aktivitas mandi, wudhu, mencuci, dan menggosok gigi yaitu :

1. Rata-rata banyak air yang digunakan untuk mandi adalah 20.8 liter/santri.
2. Rata-rata banyak air yang digunakan untuk wudhu adalah 3.97 liter/santri.
3. Rata-rata banyak air yang digunakan untuk mencuci adalah 5.34 liter/santri.
4. Rata-rata banyak air yang digunakan untuk menggosok gigi adalah 1.5 liter/santri.

Adapun rekomendasi penggunaan bak kamar mandi dan bak wudhu pada santri Pondok Pesantren Assalafy Putri Al-Asror yaitu dengan cara :

1. Penggunaan kamar mandi atas untuk aktivitas mandi sebanyak 250 kali/hari, untuk wudhu sebanyak 180 kali/hari, untuk aktivitas mencuci sebanyak 11 kali/hari, untuk aktivitas menggosok gigi 17 kali/hari.
2. Penggunaan bak wudhu atas untuk aktivitas wudhu sebanyak 475 kali/hari, untuk aktivitas mencuci sebanyak 21 kali/hari, untuk aktivitas menggosok gigi 5 kali/hari.
3. Penggunaan bak wudhu bawah untuk aktivitas wudhu sebanyak 160 kali/hari, untuk aktivitas mencuci sebanyak 179 kali/hari, untuk aktivitas menggosok gigi 13 kali/hari.
4. Penggunaan kamar mandi bawah untuk aktivitas mandi sebanyak 180 kali/hari, untuk wudhu sebanyak 195 kali/hari, untuk aktivitas mencuci sebanyak 9 kali/hari, untuk aktivitas menggosok gigi 389 kali/hari.

Dari rekomendasi menghasilkan perubahan penggunaan lokasi sebagai berikut.

1. Penggunaan kamar mandi bawah untuk mandi bertambah 14 kali/hari, wudhu bertambah 103 kali/hari, mencuci berkurang 10 kali/hari dan menggosok gigi berkurang 247 kali/hari.

2. Penggunaan bak wudhu bawah untuk wudhu bertambah 112 kali/hari, mencuci berkurang 49 kali/hari dan menggosok gigi berkurang 40 kali/hari.

3. Penggunaan bak wudhu atas untuk wudhu berkurang 222 kali/hari, mencuci bertambah 168 kali/hari dan menggosok gigi bertambah 6 kali/hari.

Penggunaan kamar mandi atas untuk mandi berkurang 14 kali/hari, wudhu bertambah 8 kali/hari, mencuci bertambah 1 kali/hari dan menggosok gigi bertambah 281 kali/hari.

PENUTUP

Berdasarkan uraian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan pemodelan persamaan pada permasalahan penggunaan air pondok pesantren Assalafy Putri Al-Asror menghasilkan penyelesaian yang divergen. Persamaan dihitung menggunakan program olah data yang telah dibuat pada Visual Basic. Untuk menerapkan konservasi penggunaan air rekomendasi dihitung menggunakan metode iterasi Jacobi. Metode iterasi Jacobi dapat menghasilkan penyelesaian yang konvergen dengan syarat dominan secara diagonal. Penggunaan metode iterasi Jacobi agar dominan secara diagonal dilakukan dengan cara merubah susunan persamaan sedemikian hingga koefisien-koefisien a_{ii} merupakan koefisien-koefisien terbesar pada setiap baris pada persamaan. Penyelesaian persamaan menggunakan metode iterasi Jacobi memperoleh hasil yang konvergen dan lebih optimal, sehingga dapat digunakan untuk rekomendasi konservasi penggunaan air. Adapun saran yang diberikan peneliti untuk penelitian ini adalah mencari metode dan pola untuk membuat persamaan dominan secara diagonal agar menghasilkan penyelesaian yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, N. 2018. *Ilmu dan Rekayasa Lingkungan*. Makasar : CV Sah Media
- Cahyono. 2013. *Pemodelan Matematika* . Yogyakarta : Graha Ilmu
- Dafchahi, F. 2008. A New Refinement of Jacobi Method for Solution of Linear System Equations $AX=b$. *Int. J. Contemp. Math. Sciences*, 3(17), 819-827
- Hutagaot, R. R. 2015. *Konservasi Tanah dan Air*.

- Yogyakarta : Deepublish
- Li, W. & Sun, W.W. 2000. *Modified Gauss-Seidel type methods and Jacobi type methods for Z-matrices*. *Linear Algebra Appl.* 317, 227-240
- Lipschutz, S., & Lipson, M. L. 2006. *Aljabar Linear (Edisi Ketiga)*. Jakarta : Erlangga
- Mananoma, T., & Soetopo, W. 2008. *Pemodelan Sebagai Sarana Dalam Mencapai Solusi Optimal*. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1, 184-192
- Marzuki, Corry, C., & Herawati. 2015. *Penyelesaian Sistem Persamaan Linear Fully Fuzzy Menggunakan Metode Iterasi Jacobi*. *Jurnal Matematika Dan Statistika*, 1, 2400–4542
- Putri, A. 2014. *Pengaruh Keefektifan Pengendalian Internal terhadap Kecenderungan Kecurangan Akuntansi pada Dinas Pendapatan Pengelolaan Keuangan Aset Daerah Istimewa Yogyakarta*. *Jurnal Nominal*, Vol. III N
- Physich. 2015. *Iterasi Jacobi*. Udayana University : Justice Puppy
- Prasetyo, B. 2012. *Solusi Sistem Persamaan Linear dengan Metode Jacobi*. Matematika FKIP Universitas Muhammadiyah Purworejo
- Prihanto, T. 2011. *Kajian Daya Dukung Ruang Terbuka Hijau Terhadap Kinerja Gedung Kampus Konservasi*. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 13(2), 131–140
- Subarinah, S. 2006. *Inovasi Pembelajaran Matematika SD*. Jakarta : Depdiknas
- Susanto, H. A. 2015. *Pemahaman Pemecahan Masalah Berdasarkan Gaya Kognitif*. Yogyakarta : Deepublish
- Vatti, V.B., Kumar, & Gonfa. 2011. *Refinement of Generalized Jacobi (RGJ) Method for Solving System of Linear Equations*. *Int. J. Contemp. Math. Sciences*, 6(3), 109–116
- Wang, Z. & Huang, T. 2006. *The Upper Jacobi and Upper Gauss-Seidel Type Iterative Methods for Preconditioned Linear Systems*. *Applied Mathematics Letters*, 19, 1029-1036