TUGAS AKHIR

OPTIMASI PENAMPANG GEDUNG PERPUSTAKAAN UNESA DENGAN STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN METODE HARMONY SEARCH DAN SAP2000 BERDASARKAN SNI 1729-2015

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik

diajukan oleh :

DANANG WISNU BUDIARTO

NIM : 1514211022

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI PENAMPANG GEDUNG PERPUSTAKAAN UNESA DENGAN STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN METODE HARMONY SEARCH DAN SAP2000 BERDASARKAN SNI 1729-2015

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Sipil
Universitas Bhayangkara Surabaya

Disusun oleh :

DANANG WISNU BUDIARTO
1514211022

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing I

Dr. M. Ghozi, S.T., M.T.
NIDN : 0028127003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Tri Wardoyo, M.T.
NIDN : 0013076302

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI PENAMPANG GEDUNG PERPUSTAKAAN UNESA DENGAN STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN METODE HARMONY SEARCH DAN SAP2000 BERDASARKAN SNI 1729-2015

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya

Disusun oleh :

DANANG WISNU BUDIARTO
1514211022

Tanggal Ujian : 18 Juli 2019
Periode Wisuda:

Dosen Pembimbing
Pembimbing I

Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T.
NIDN : 0028127003

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

Penguji I	Penguji II	Penguji III
Ir. Achmad Yulianto, M.T.	Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T	Ir. Tri Wardoyo, M.T.
NIDN : 0724076601	NIDN : 0028127003	NIDN : 0013076302

Mengetahui, Dekan
Fakultas Teknik

Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T.
NIDN : 0028127003

Menyetujui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Tri Wardoyo, M.T.
NIDN : 0013076302

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **DANANG WISNU BUDIARTO**
Tempat, Tanggal Lahir : **Sidoarjo, 5 April 1995**
NIM : **1514211022**
Fakultas / Program Studi : **Teknik/Teknik Sipil**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **"OPTIMASI PENAMPANG GEDUNG PERPUSTAKAAN UNESA DENGAN STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN METODE HARMONY SEARCH DAN SAP2000 BERDASARKAN SNI 1729-2015"** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Surabaya, 18 Juli 2019
Hormat Pernyataan

DANANG WISNU BUDIARTO

Mengetahui,
Pembimbing I

Dr. M. Ghozi, S.T., M.T.
NIDN : 0028127003

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat terselesaikankan tanpa bantuan dari berbagai pihak baik berupa pengarahan, perhatian, dan bimbingan. Oleh karena itu secara tulus penulis menyampaikan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua, Bapak Madkan Budiarto dan Ibu Lianik beserta keluarga penualis atas doa, dan support sehingga penulis mampu menyelesaikan program studi Teknik Sipil.
3. Bapak Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T., yang telah menjadi Dekan Fakultas Teknik, Dosen Wali dan pembimbing Tugas Akhir ini dalam membimbing penulis dan memberi masukan, araharan serta motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
4. Kepada semua teman-teman Program Studi Teknik Sipil seangkatan khususnya yang telah menyuport serta menemani selama ini.
5. Kepada tim Departemen Farmasi RSIA Kartika khususnya yang telah memberikan tempat dan waktu bagi penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini selama bekerja di RSIA Kartika.

ABSTRAK

OPTIMASI PENAMPANG GEDUNG PERPUSTAKAAN UNESA DENGAN STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN METODE HARMONY SEARCH DAN SAP2000 BERDASARKAN SNI 1729-2015

Danang Wisnu Budiarto, 2019

Pembimbing : Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T.

Harmony Search (HS) merupakan metode optimasi yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan sebuah struktur baja. Penggunaan HS telah terbukti memberikan hasil yang baik dalam bidang optimasi. Struktur baja seringkali digunakan pada bangunan seperti gudang, dan jembatan rangka batang. Pada penelitian ini gedung Perpustakaan UNESA yang menggunakan struktur utama beton bertulang akan direncanakan ulang menggunakan struktur utama dari baja dengan menggunakan gabungan program HS dan SAP2000 dengan tetap mengacu pada SNI 1729-2015.

Setelah konfigurasi profil didapat dari program HS, hasil tersebut akan dianalisa menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan nilai bobot, luas penampang, dan defleksi struktur. Program ini akan dibuat dengan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dan dibantu dengan data pendukung .MDB (Microsoft Database).

Hasil optimasi menunjukkan diperolehnya struktur yang lebih rengan dengan bobot 80,79 kN, displacement 9,2 cm. Profil minimum yang dapat digunakan pada kolom yaitu W14X398, W14X48, dan WF 200x100x4,5x7. Sedangkan pada balok yaitu WF 200x100x4,5x7. Dari hasil optimasi dapat ditarik kesimpulan bahwa penggabungan program HS dan SAP2000 dapat memberikan hasil struktur yang lebih ringan dengan kekuatan struktur yang optimum sesuai dengan SNI 1729-2015.

Kata kunci : Optimasi Penampang, Struktur Baja, Harmony Search, SAP2000, SNI 1729-2015

ABSTRACT

CROSS SECTION OPTIMIZATION OF UNESA LIBRARY BUILDING WITH STEEL STRUCTURE USING HARMONY SEARCH METHODS AND SAP2000 BASED ON SNI 1729-2015

Danang Wisnu Budiarto, 2019

Mentor : Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T.

Harmony Search (HS) is an optimization method that can be used to optimize a steel structure. The use of HS has been proven to provide good results in the field of optimization. Steel structures are often used in buildings such as warehouses and truss bridges. In this study, the UNESA Library building that uses the main structure of reinforced concrete will be planned to re-use the main structure of steel using a combination of HS and SAP2000 programs while still referring to SNI 1729-2015.

After the profile configuration is obtained from the HS program, the results will be analyzed using the SAP2000 program to obtain the weight values, cross-sectional area, and structural deflection. This program will be created with the Visual Basic 6.0 programming language and assisted with supporting data. MDB (Microsoft Database).

The optimization results show that the obtained structure is more rugged with a weight of 80.79 kN, 9.2 cm displacement. The minimum profile that can be used in columns is W14X398, W14X48, and WF 200x100x4,5x7. Whereas the beam is WF 200x100x4,5x7. From the optimization results it can be concluded that the incorporation of HS and SAP2000 programs can provide lighter structural results with optimum structural strength in accordance with SNI 1720-2015.

Keywords: Cross Section Optimization, Steel Structure, Harmony Search, SAP2000, SNI 1729-2015

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Kuasa karena dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul "OPTIMASI PENAMPANG GEDUNG PERPUSTAKAAN UNESA DENGAN STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN METODE HARMONY SEARCH DAN SAP2000 BERDASARKAN SNI 1729-2015" sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak baik berupa pengarahan, perhatian, dan bimbingan. Oleh karena itu secara tulus penulis menyampaikan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Drs. Edy Prawoto, S.H., M.Hum., selaku Rektor Universitas Bhayangkara Surabaya
2. Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Dosen Wali, dan Dosen Pembimbing atas bimbingannya selama Tugas Akhir berlangsung
3. Ir. Tri Wardoyo, M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya
4. Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya
5. Para Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Surabaya
6. Kedua Orang Tua

Segala upaya telah penulis lakukan guna menyelsaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhirnya penulis harapkan semoga Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan kita dibidang ilmu pengetahuan dan teknologi teknik sipil khususnya penelitian pemrograman.

Surabaya, 2019

Penulis

DANANG WISNU BUDIARTO

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN …… ii
LEMBAR PENGESAHANAN …….. iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN …….. iv
LEMBAR PERSEMBAHAN ……..... v
ABSTRAK ……..vi
KATA PENGANTAR……... viii
DAFTAR ISI …….. ix
DAFTAR GAMBAR ……. xi
DAFTAR TABEL …… xiii
DAFTAR LAMPIRAN …….…... xiv

BAB I PENDAHULUAN
1.1. LATAR BELAKANG ……..……... 1
1.2. RUMUSAN MASALAH ….……... 2
1.3. TUJUAN …….. 2
1.4. BATASAN MASALAH …….. 3
1.5. MANFAAT PENELITIAN ……..……... 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1. DASAR TEORI ……... 4
2.1.1. HARMONY SEARCH …… 4
2.1.2. OPTIMASI PENAMPANG …….. 10
2.1.3. STRUKTUR BAJA ……... 12
2.1.4. PROGRAM SAP2000 ……... 19
2.1.5. PROGRAM VISUAL BASIC 6.0 ……. 20
2.2. PENELITIAN TERDAHULU …….. 25

BAB III METODE PENELITIAN
3.1. PENETAPAN MASALAH DAN TUJUAN ……. 28
3.2. STUDI PUSTAKA …… 29
3.3. PEMBUATAN/INSTALL PROGRAM …… 29
3.3.1. PEMBUATAN DATABASE PENDUKUNG …….. 31
3.4. PEMODELAN ……... 38

BAB IV HASIL DANPEMBAHASAN
4.1. PEMBEBANAN STRUKTUR …….. 40
4.2. HASIL PENELITIAN ……... 43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1. KESIMPULAN ……. 62
5.2. SARAN …….. 62

DAFTAR PUSTAKA ……..... 63

LAMPIRAN …….. 65

RIWAYAT HIDUP ……..... 94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Analogi Antara Improvisasi Musik Dan Optimasi ……...…. 4
Gambar 2.2. Diagram Alur Harmony Search ……. 5
Gambar 2.3. Matriks Harmony Memory ……...…. 6
Gambar 2.4. Diagram Alur Inisiasi Harmony Memory ……..…. 7
Gambar 2.5. Diagram Alur Improvisasi Harmony Baru ……...…. 9
Gambar 2.6. Diagram Alur Pembaruan Harmony Baru ……..... 10
Gambar 2.7. Diagram Alur Pemberhentian Kriteria ……..……. 10
Gambar 2.8. Jenis Tekuk Dalam Struktur Tekan …….. 14
Gambar 2.9.a. Kolom Tidak Bergoyang ……..…….. 18
Gambar 2.9.b. Kolom Bergoyang …….. 18
Gambar 2.10. Diagram Alur Analisa SAP2000 ……..…….. 20
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian …….…….. 28
Gambar 3.2. Diagram Alur Optimasi Penampang Dengan HS Dan SAP2000 …...….. 30
Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Database Pendukung …….….. 31
Gambar 3.4. Field dalam Tabel “Frame” …….. 32
Gambar 3.5. Penomoran Elemen dan Nomor Grup …….….. 33
Gambar 3.6. Field dalam Table “Cases” …….….. 34
Gambar 3.7. Index Kolom dan Nomor Elemen Kolom ……...….. 34
Gambar 3.8. Field dalam Tabel “indexkolom” …….. 35
Gambar 3.9. Index Balok dan Nomor Elemen Balok …….….. 35
Gambar 3.10. Field dalam Tabel “indexbalok” ……...….. 36
Gambar 3.11. Index Join ……..….. 36
Gambar 3.12. Field dalam Tabel “joincore” …….….. 37
Gambar 3.13. Field Dalam Tabel “Fitness” …….….. 37
Gambar 3.14. Potongan Melintang Gedung Perpustakaan UNESA …….….. 38
Gambar 4.1. Desain Penomoran Balok Dan Kolom Pada Gedung
Perpustakaan UNESA …….….. 39
Gambar 4.2. Beban Mati Equivalen ……...….. 40
Gambar 4.3. Beban Hidup Equivalen …….….. 40
Gambar 4.4. Beban Mati Join …….….. 41
Gambar 4.5. Beban Hidup Join ……...….. 41
Gambar 4.6. Beban Angin ……...….. 42

Gambar 4.7. Beban Gempa (Respon Spektrum) ……..….. 42
Gambar 4.8. User Interface Semasa Coding ……..….. 43
Gambar 4.9. User Interface Semasa Running ……..….. 43
Gambar 4.10. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 1 ……..….. 45
Gambar 4.11. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 2 ……..….. 46
Gambar 4.12. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 3 ……..….. 48
Gambar 4.13. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 4 ……..….. 50
Gambar 4.14. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 5 ……..….. 51
Gambar 4.15. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 6 ……..….. 53
Gambar 4.16. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 7 ……..….. 55
Gambar 4.17. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 8 ……..….. 56
Gambar 4.18. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 9 ……..….. 58
Gambar 4.19. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 10 ……...….. 60
Gambar 4.20. Grafik *Obj. Function* Hasil Tiap Running …….. 61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batas Lendutan Maksimum …….. 16
Tabel 2.2. Perbandingan Studi Pustaka ……...…….. 26
Tabel 4.1. Hasil Running 1 ……...…….. 44
Tabel 4.2. Hasil Running 2 ……...…….. 45
Tabel 4.3. Hasil Running 3 ……...…….. 47
Tabel 4.4. Hasil Running 4 ……...…….. 49
Tabel 4.5. Hasil Running 5 ……...…….. 50
Tabel 4.6. Hasil Running 6 ……...…….. 52
Tabel 4.7. Hasil Running 7 ……...…….. 54
Tabel 4.8. Hasil Running 8 ……...…….. 55
Tabel 4.9. Hasil Running 9 ……...…….. 57
Tabel 4.10. Hasil Running 10 …….…….. 59
Tabel 4.11. Hasil Tiap Running ……...…….. 60
Tabel 4.22. Hasil Optimasi Kombinasi Profil Minimum …….. 61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 – SOURCE CODE PENGGABUNGAN HS DAN SAP2000 ……..…….. 65
Lampiran 2 – KODE TIAP PROFIL ……..... 81
Lampiran 3 – DIAGRAM ALIR CEK_FILE_MODEL_STRUKTUR ……..... 84
Lampiran 4 – KODE GRUP DAN NOMOR ELEMEN ……..... 85
Lampiran 5 – DIAGRAM ALIR “dbgrupping” ……..... 86
Lampiran 5a – DIAGRAM ALIR Ciptakan_Self_Grupping ……..... 87
Lampiran 5b – DIAGRAM ALIR dbgruppping_reoptimasi ……..... 88
Lampiran 6 – INDEX KOLOM, INDEX BALOK, DAN INDEX JOINT ……..... 89
Lampiran 7 – DIAGRAM ALIR “dbindexkolom” ……..... 90
Lampiran 8 – DIAGRAM ALIR “dbindexbalok” ……..... 91
Lampiran 9 – DIAGRAM ALIR “dbindexjoint” ……..…..... 92
Lampiran 10 – CONTOH HASIL PENGUJIAN *HARMONY SEARCH* 93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.LATAR BELAKANG

Bangunan baja selalu memiliki elemen yang lebih kuat di lantai bawah daripada elemen lantai atas. Kolom yang lebih kuat ditempatkan di bawah kolom di atas dan juga balok. Struktur kemudian harus memenuhi konsep *"Strong Column Weak Beam"* atau “Kolom Kuat Balok Lemah”. Lebar dan kedalaman profil juga dipilih dengan sempurna untuk memastikan konsep tersebut diterapkan. Kolom di lantai bawah harus memiliki kedalaman profil lebih besar dari kolom di lantai atas. Lebar kolom harus lebih besar dari lebar flens balok. (Ghozi dan Suprobo, 2015).

HS adalah algoritma modern dan menghasilkan solusi terbaik dalam beberapa iterasi. Metode *Harmony Search* (HS) biasa digunakan untuk mengoptimalkan struktur baja. (Ghozi dan Suprobo, 2015).

Program SAP2000 merupakan salah satu program berbasis windows untuk menganalisa struktur. Pemakaian program ini lebih mudah dengan memasukkan beban-beban yang bekerja pada desain struktur yang akan dibuat. Sehingga memudahkan perhitungan analisa struktur. Program SAP2000 dilengkapi dengan fitur yang baik untuk perencanaan struktur baja maupun beton. (Ekawati, 2018).

Optimasi merupakan proses yang sangat penting dalam proses desain sebuah struktur. Tujuan utama untuk melakukan optimasi adalah untuk mendapatkan struktur yang efisien dan ekonomis namun tetap memenuhi persyaratan yang diinginkan dari bangunan struktur tersebut. Ada banyak cara untuk mendapatkan struktur yang efisien dan ekonomis, misalnya dengan melakukan modifikasi pada luas penampang.

Harmony search merupakan algoritma yang terinspirasi oleh pertunjukan musik ketika musisi mencari harmoni yang lebih baik. Pencarian harmoni pada proses improvisasi musik bertujuan untuk mendapatkan keadaan terbaik berdasarkan perkiraan estetika. Dengan analogi tersebut, HS melakukan proses optimasi untuk mendapatkan keadaan terbaik. (Indra dkk, 2012)

Program SAP2000 merupakan program yang sering digunakan dan dikenal baik dalam proses perencanaan sebuah struktur. Selain itu, HS merupakan metode yang dapat melakukan optimasi untuk mendapatkan keadaan terbaik dalam prosesnya. Dari keduanya maka proses optimasi ini dilakukan denganmenggabungkan antara HS dengan SAP2000, yang diharapkan dengan penggabungan ini dapat memberikan struktur yang optimum (luas penampang dan bobot) pada struktur gedung perpustakaan UNESA yang menggunakan struktur baja.

1.2.RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana perilaku metode *Harmony Search* dan SAP2000 dalam suatu penggabungan sistem?
2. Berapa ukuran penampang minimal dan bobot struktur setelah dioptimasi?

1.3.TUJUAN

1. Untuk mengetahui perilaku metode *Harmony Search* dan SAP2000 dalam suatu penggabungan sistem
2. Untuk mendapatkan ukuran penampang minimal serta bobot struktur setelah dioptimasi

1.4.BATASAN MASALAH

1. Anlisa struktur dilakukan secara 2D
2. Tidak memperhitungkan sambungan pada struktur
3. Tidak memperhitungkan struktur sekunder pada struktur
4. Tidak memperhitungkan pondasi

1.5.MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini yaitu mendapatkan struktur gedung perpustakaan UNESA dengan struktur utama dari baja yang optimum yang didapat dari hasil penggabungan *Harmony Search* dan SAP2000. Penelitian juga membuat Universitas Bhayangkara Surabaya dapat memiliki program aplikasi *Harmony Search* yang dapat digunakan dalam melakukan optimasi struktur baja khususnya guna untuk mendapatkan struktur yang lebih optimum dan dapat dijadikan sebagai media pembelajaran oleh mahasiswa.

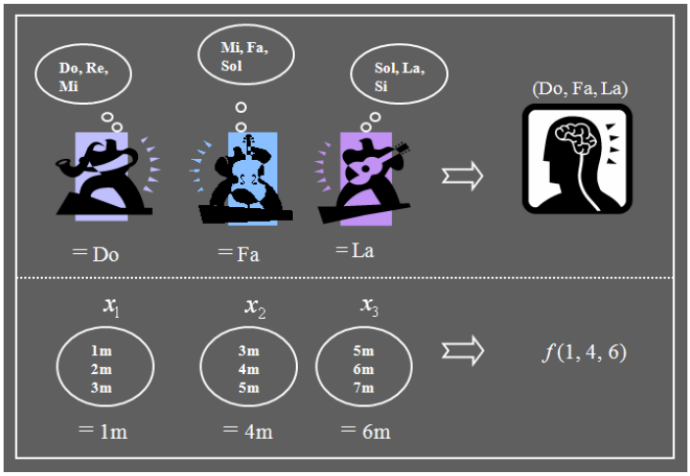
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. DASAR TEORI

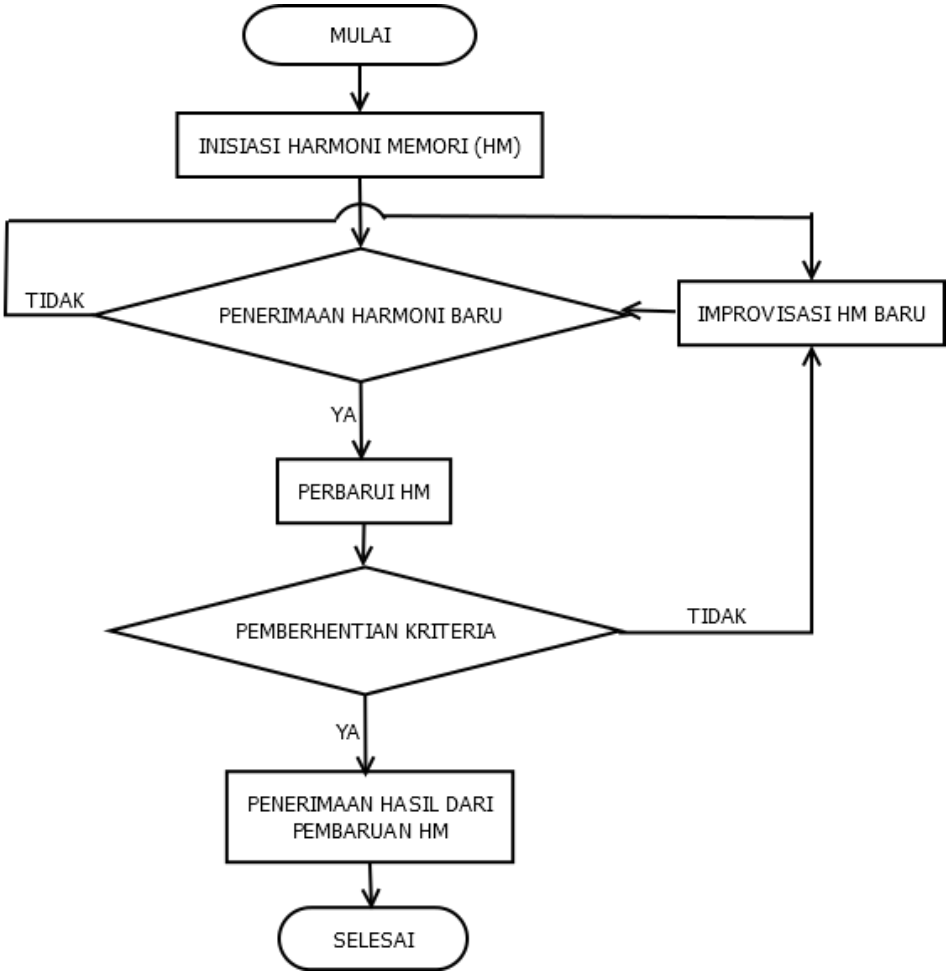
2.1.1. HARMONY SEARCH

Harmony search (HS) adalah salah satu algoritma metaheristik yang diusulkan oleh Zong Woo Geem pada tahun 2001. Algoritma tersebut terinspirasi oleh pertunjukan musik ketika musisi mencari harmoni yang lebih baik. Pencarian harmoni pada proses improvisasi musik bertujuan untuk mendapatkan keadaan terbaik berdasarkan perkiraan estetika. Dengan analogi tersebut, HS melakukan proses optimasi untuk mendapatkan keadaan terbaik dengan cara mengevaluasi fungsi objektif. Seperti halnya perkiraan estetika yang ditentukan menggunakan himpunan *pitches* yang dikeluarkan alat musik, fungsi objektif pada HS dihitung menggunakan himpunan nilai-nilai pada setiap variabel keputusan *(decision variable).* Perbaikan nilai fungsi objektif pada HS menerapkan improvisasi yang terus ditingkatkan dari iterasi ke iterasi sama seperti perbaikan kualitas suara estetikayang diperbaiki dengan latihan demi latihan. (Indra dkk, 2012).



Gambar 2.1 Analogi antara improvisasi musik dan optimasi (Saka dkk, 2011)

Pada gambar 2.1, setiap pemain musik (saxophonist, double bassist, dan guitarist) merepresentasikan suatu decision variable (x1, x2, dan x3). Kumpulan bunyi yang dihasilkan oleh setiap instrumen musik (saxophone = {Do, Re, Mi}; double bassist = {Mi, Fa, Sol}; guitarist = {Sol, La, Si}) menyatakan rentang nilai variabel (x1 = {1, 2, 3}; x2 = {3, 4, 5}; x3 = {5, 6, 7}. Sebagai contoh, misalnya saxophonist mengeluarkan bunyi Do, double bassist mengeluarkan bunyi Fa, guitarist mengeluarkan bunyi La, maka ketiganya membangun suatu harmoni baru (Do, Fa, La). Jika harmoni ini lebih indah dibandingkan harmoni saat ini, maka harmoni baru ini dipertahankan. Harmoni yang diperoleh tersebut dalam dunia optimasi disebut dengan solusi yang direpresentasikan dalam bentuk dimensi vektor solusi (Indra dkk, 2012).



Gambar 2.2. Diagram alur Harmony Search (Geem, 2001)

Berdasarkan konsep diatas proses yang terjadi pada *Harmony search* (HS) terdiri atas, (Suyanto, 2010):

a. Inisialisai parameter

Formulasi masalah optimasi sebagai berikut:

Minimasi (atau Maksimasi) f(x)

Dengan batasan x_i Xi, i = 1, 2, ..., N

dimana : f(x) = fungsi objektif

x_i = variabel keputusan ke i

Xi = himpunan variabel keputusan

N = jumlah variabel keputusan

Parameter-parameter HS yang harus ditentukan yaitu:

HMS = *Harmony Memory Size* adalah banyaknya vektor solusi yang dapat disimpan dalam *Harmony memory*

HMCR = *Harmony Memory Considering Rate,* bernilai ($0 \leq HMCR \leq 1$)

PAR = *Pitch Adjusting Rate,* bernilai ($0 \leq PAR \leq 1$)

Jumlah iterasi = jumlah evaluasi fungsi objektif

b. Inisialisasi *Harmony Memory* (HM)

Persamaan (1) merepresentasikan inisialisai HM yang didapatkan dengan dengan membangkitkan variabel keputusan x_i secara acak sehingga membentuk vektor solusi Xi. Kemudian fungsi obejktif *f(x)* masing-masing vektor solusi dihitung

$$HM = \left[\begin{array}{cccc|c} x_1^1 & x_2^1 & \cdots & x_N^1 & f(x^1) \\ x_1^2 & x_2^2 & \cdots & x_N^2 & f(x^2) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_1^{HMS-1} & x_2^{HMS-1} & \cdots & x_N^{HMS-1} & f(x^{HMS-1}) \\ x_1^{HMS} & x_2^{HMS} & \cdots & x_N^{HMS} & f(x^{HMS}) \end{array}\right] \quad \textbf{...(1)}$$

Gambar 2.3. Matriks Harmony Memory (Indra dkk, 2012)

Besarnya nilai fungsi objektif (fx) yang digunakan yaitu, (Ghozi, 2014):

$$f(x) = Weight * \{1 + \sum_{j=1}^{n\ storey} K_CD_J + \sum_{j=1}^{n\ storey} K_BD_J + \sum_{j=1}^{n\ storey} K_BC_J\}^2 \textbf{...(2)}$$

Dimana:

K_CD_j : Konstrain tinggi profil kolom (d) pada lantai *j*

K_BD_j : Konstrain tinggi profil balok (d) pada lantai *j*

K_BC_j : Rasio konstrain sayap balok-kolom pada lantai *j*

Dengan

K_CD = 0 jika $\frac{dc\ upper\ storey}{dc\ lower\ storey} < 1$ dan K_CD = 1 jika $\frac{dc\ upper\ storey}{dc\ lower\ storey} \geq 1$

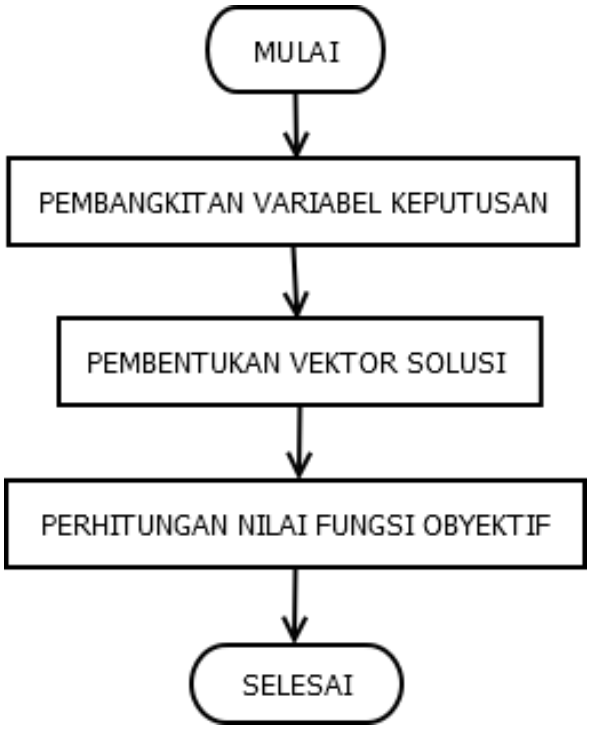
K_BD = 0 jika $\frac{db\ upper\ storey}{db\ lower\ storey} < 1$ dan K_CD = 1 jika $\frac{db\ upper\ storey}{db\ lower\ storey} \geq 1$

K_BC = 0 jika $\frac{bfb}{bfc} < 1$ dan K_CD = 1 jika $\frac{bfb}{bfc} \geq 1$

Dimana:

dc : tinggi profil kolom bfc : lebar sayap kolom

db : tinggi profil balok bfb : lebar sayap balok



Gambar 2.4. Diagram alur Inisiasi Harmony Memory (Indra dkk, 2012)

c. Improvisasi Harmoni Baru

Vektor harmoni baru, x' = (x_1', x_2',...,x_N') diperbaiki menggunakan tiga aturan, yaitu:

c.1. *Random Selection*

Sebagaimana seorang musisi memainkan setiap pitch dalam rentang instrumen (misal {Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si}),nilai variabel keputusan x_i dipilih secara acak dalam interval nilai Xi

c.2. *Harmony Memory Consideration*

Setiap musisi yang memainkan *pitch* apa saja yang sudah berada di dalam *memory*-nya (misal {Do, Mi, Do, Sol, Do}), nilai variabel keputusan x_i' dipilih dari *pitch-pitch* mana saja yang tersimpan di dalam HM ($\{x_1^1, x_2^2,...,x_i^{HMS}\}$) dengan probabilitas HMCR ($0 \leq HMCR \leq 1$). Jika pitch tidak berada di dalam HM, maka dipilih secara acak dengan probabilitas (1 – HMCR). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

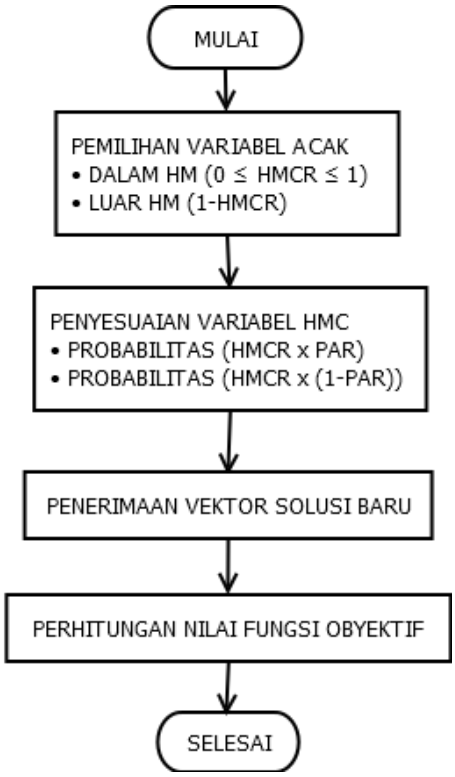
$$x_i' = \begin{cases} x_i' \in \{x_i^1, x_i^2, \dots x_i^{HMS}\} & dengan\ probabilitas\ HMCR \\ x_i' \in Xi & dengan\ probabilitas\ (1 - HMCR) \end{cases} \quad \textbf{...(3)}$$

c.3. *Pitch Adjustment*

Begitu satu *pitch* dihasilkan dari HM *Consideration,* selanjutnya musisi bisa menyesuaikan *pitch* tersebut dengan *pitch-pitch* tetangga (misal, Sol dapat disesuaikan dengan Fa atau La) dengan probabilitas HMCR x PAR ($0 \leq PAR \leq 1$) sementara *pitch* asli yang dihasilkan dari HM *Consideration* tetap dipertahankan dengan probabilitas HMCR x (1 – PAR)

$$x_i' = \begin{cases} x_i(k+m) & dengan\ probabilitas\ HMCR\ x\ PAR \\ x_i & dengan\ probabilitas\ HMCR\ x\ (1 - PAR) \end{cases} \quad \textbf{...(4)}$$

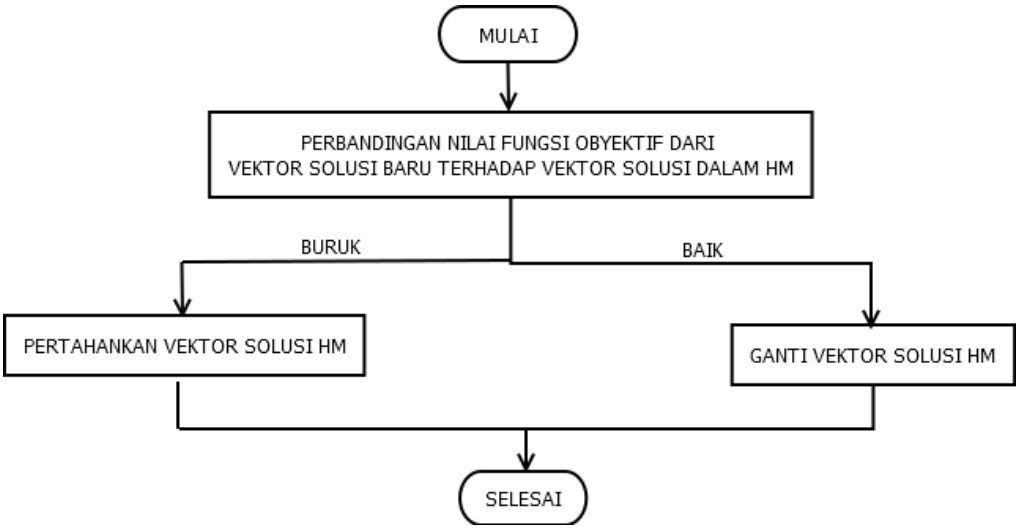
dimana x_i' dihasilkan dari HM *Consideration* dan x_i (k), elemen ke-*k* di dalam Xi adalah identik; m (m ϵ {..., -2, -1, 1, 2, ...} adalah indeks ketetanggaan yang digunakan untuk variabel keputusan diskrit (normalnya *m* bernilai 1 atau -1)



Gambar 2.5. Diagram alur Improvisasi Harmony Baru (Indra dkk, 2012)

d. *Harmony Memory Update*

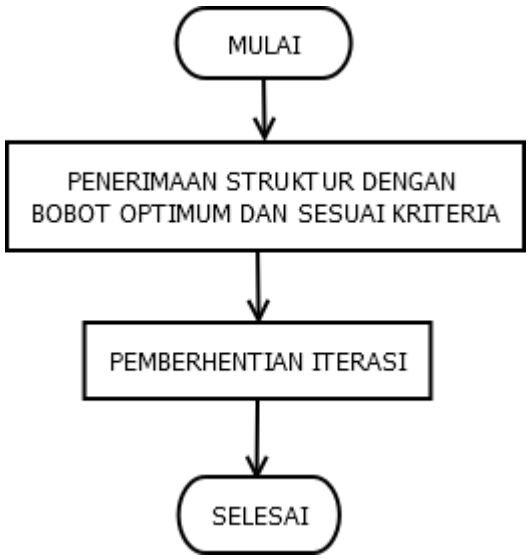
Jika vektor harmony baru x' = (x_1', x_2',...,x_N') memiliki nilai fungsi objektif yang lebih baik dibandingkan harmoni terburuk di dalam HM, harmoni baru tersebut dimasukkan ke dalam HM dan harmoni terburuk dikeluarkan dari HM.



Gambar 2.6. Diagram alur Pembaruan Harmony Baru (Indra dkk, 2012)

e. Kriteria Berhenti

Jika kriteria berhenti (misal : sejumlah improvisasi tertentu) sudah dicapai, maka proses iterasi berhenti. Tetapi jika tidak, ulangi proses c dan d



Gambar 2.7. Diagram alur Pemberhentian Kriteria (Ghozi, 2014)

2.1.2. OPTIMASI PENAMPANG

Optimasi merupakan proses yang sangat penting dalam proses desain sebuah struktur. Tujuan utama untuk melakukan optimasi adalah untuk mendapatkan struktur yang efisien dan ekonomis namun tetap memenuhi

persyaratan yang diinginkan dari bangunan struktur tersebut.Ada banyak cara untuk mendapatkan struktur yang efisien dan ekonomis, misalnya dengan melakukan modifikasi pada luas penampang.

Berdasarkan berbagai kemajuan ilmu dan teknologi, perancangan struktur bangunan harus direncanakan secara optimal yaitu struktur yang paling ekonomis serta memenuhi segala persyaratan yang diinginkan. Oleh karena itu dikembangkan suatu sistem yang mampu menangani berbagai masalah optimasi.

Masalah optimasi dapat diselesaikan dengan beberapa cara, yaitu (Hafid, 2018):

a. Metode experiment, yang membuat sejumlah benda uji dengan pendekatan berbeda-beda untuk penelitian. Kemudian diuji sehingga didapat tabel dan grafik. Berdasar tabel atau grafik tersebut kemudian ditentukan desain terbaik. Metode ini memerlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal.
b. Metode klasik, yang memerlukan matematika, khususnya kalkulus, yangdipakai untuk mencari turunan fungsi sasaran dan fungsi kendala guna mencari hasil optimum. Bila fungsi dan atau fungsi kendala merupakan fungsi eksplisit maka metode ini mengalami kesulitan.
c. Desain dengan bantuan komputer untuk analisis, penentuan ukuran yang dilakukan berkali-kali sebelum ditentukan desain optimum. Makin berpengalaman perencanaannya, makin cepat dan makin baik hasilnya. Tetapi untuk jumlah variabel desain yang banyak, peluang memperoleh desain optimum makin kecil.
d. Desain optimum dilakukan dengan memanfaatkan teknik optimasi dan komputer untuk melakukan desain optimum secara otomatis. Diperlukan untuk menulis program dan memperhatikan kriteria desain. Setelah menjadi

perangkat lunak, tidak diperlukan keahlian pemrograman untuk mengoprasikannya.

Secara umum masalah optimasi terdapat empat jenis, yaitu (Hafid, 2018):

a. Optimasi Ukuran Penampang

   Optimasi dengan menggunakan variabel desain utama yaitu ukuran penampang batang

b. Optimasi Geometri

   Optimasi dengan menggunakan variabel desain yaitu ukuran penampang batang dan koordinat joint rangka batang

c. Optimasi Topologi

   Optimasi dengan menggunakan variabel desain yaitu ukuran penampang batang dan bentang batang dapat dihilangkan tetapi koordinat joint tidak berubah

d. Optimasi Bentuk

   Optimasi dengan menggunakan variabel desain yaitu ukuran penampang batang, bentang batang dapat dihilangkan, serta koordinat joint dapat diubah

Dalam penelitian ini akan digunakan desain optimum sebagai metode penyelesaian masalah optimasi. Sedangkan variabel desain optimasi akan digunakan optimasi ukuran penampang sebagai variabel desain optimasinya.

2.1.3. STRUKTUR BAJA

2.1.3.1.Struktur Tarik

Batasan kekuatan (Pasal D2 SNI 1729-2015)

Kontrol leleh : $Pu \leq \phi\ Fy\ Ag \rightarrow \phi = 0{,}90$ **...(5)**

Kontrol patah : $Pu \leq \phi\ Fu\ Ae \rightarrow \phi = 0{,}75$ **...(6)**

Ag = Luas penampang utuh Fy = Tegangan leleh bahan

Ae = Luas penampang efektif Fu = Tegangan patah bahan

Batas kelangsingan (Pasal D1 SNI 1729-2015)

$\lambda = \frac{L}{r}$ L = Panjang batang r = Jari-jari kelembaman($\sqrt{\frac{I}{A}}$) **...(7)**

Komponen struktur tarik, rasio kelangsingan lebih baik kurang dari 300.

Kuat nominal block shear (Pasal J4.3 SNI 1729-2015)

Fu.Ant ≥ 0,6 Fu.Anv Rn = ϕ (Fu.Ant + 0,6 Fy.Agv) **...(8)**

0,6 Fu.Anv ≥ Fu.Ant Rn = ϕ (0,6 Fu.Anv + Fy.Agt) **...(9)**

Ant = Luas bidang tarik netto Agv = Luas bidang geser penuh

Anv = Luas bidang geser netto Agt = Luas bidang tarik penuh

2.1.3.2.Struktur Tekan

Macam kegagalan (tekuk) dalam batang tekan

a. Tekuk Lentur

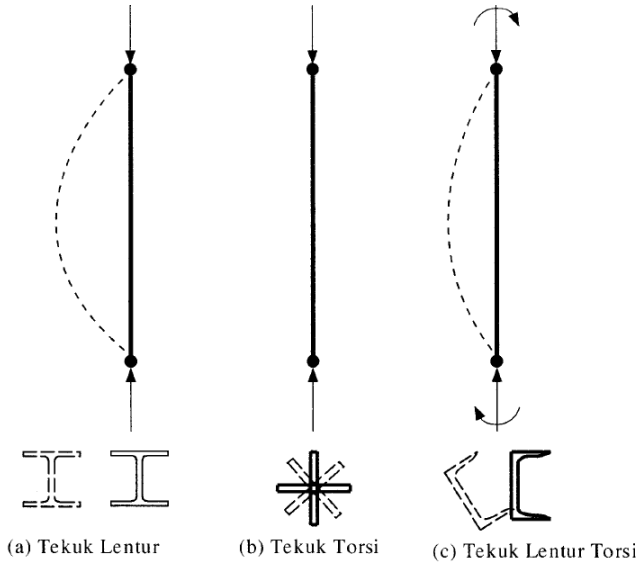
   Merupakan jenis tekuk yang mengakibatkan defleksi terhadap sumbu lemah (sumbu dengan rasio kelangsingan terbesar)

b. Tekuk Torsi

   Jenis tekuk yang terjadi akibat adanya puntir dalam sumbu memanjang pada elemen-elemen yang langsing dengan sumbu simetri ganda.

c. Tekuk Lentur Torsi

   Tekuk yang terjadi akibat kombinasi dari tekuk lentur dan tekuk torsi



Gambar 2.8. Jenis tekuk dalam struktur tekan (Setiawan, 2008)

Macam kategori penampang (Tabel B4.1b SNI 1729-2015)

a. Penampang Kompak ($b/t \leq \lambda p$)

   Penampang dapat mencapai tegangan plastis sebelum menekuk

b. Penampang Non Kompak ($\lambda p \leq b/t \leq \lambda_R$)

   Penampang dapat mencapai tegangan leleh di sebagian tempat (belum seluruh penampang) sebelum menekuk

c. Penampang Langsing ($b/t > \lambda_R$)

   Jenis penampang yang sangat tidak ekonomis untuk kolom

Kelangsingan Kolom (Pasal E2 SNI 1729-2015)

$\lambda = \frac{KL}{r}$ $\quad$ $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$ $\quad$ **...(10)**

K = Faktor panjang efektif = 1

L = Panjang tanpa bresing lateral

Rasio kelangsingan komponen struktur tekan, tidak boleh melebihi 200

Kontrol kekuatan kolom (Pasal E3, E4, E7SNI 1729-2015)

$Nu \leq \phi Nn$ $\quad$ $\phi = 0{,}9$ $\quad$ **...(11)**

$Nn = Ag\ Fcr$ $\quad$ **...(12)**

2.1.3.3.Struktur Lentur

Kontrol kekuatan balok (Pasal F1 SNI 1729-2015)

$Mu \leq \phi\ Mn \qquad \phi = 0{,}9$ **...(13)**

Dalam perhitungan momen nominal (Mn), disesuaikan dengan jenis penampang, kelangsingan sayap, dan kelangsingan badan dari profil sebagaimana tercantum dalam tabel F1.1 SNI 1729-2015.

Kuat nominal geser (Pasal G2 SNI 1729-2015)

$Vu \leq \phi\ Vn \qquad \phi = 0{,}90$ **...(14)**

$Vn = Fy.Aw.Cv$ **...(15)**

a. Jika badan struktur profil-i canai panas

$\frac{h}{tw} \leq 2{,}24\sqrt{\frac{E}{Fy}}$ dengan Cv = 1 **...(16)**

b. Jika badan dari semua profil simetris ganda, tunggal, dan kanal.

i. $\frac{h}{tw} \leq 1{,}1\sqrt{\frac{kv.E}{Fy}}$ dengan Cv = 1 **...(17)**

ii. $1{,}1\sqrt{\frac{kv.E}{Fy}} < \frac{h}{tw} \leq 1{,}37\sqrt{\frac{kv.E}{Fy}}$ dengan Cv = $\frac{1{,}1\sqrt{\frac{kv.E}{Fy}}}{\frac{h}{tw}}$ **...(18)**

iii. $\frac{h}{tw} > 1{,}37\sqrt{\frac{kv.E}{Fy}}$ dengan Cv = $\frac{1{,}51\ .kv\ .E}{\left(\frac{h}{tw}\right)^2 Fy}$ **...(19)**

Dimana :

Aw = luas badan profil (d.tw) tw = tebal badan

h = tinggi bersih profil Cv = koefisien geser badan

Koefisien tekuk geser pelat badan (kv), ditentukan sebagai berikut

a. Untuk badan tanpa pengaku transversal dan $\frac{h}{tw} \leq 260$

kv = 5 **...(20)**

kecuali untuk profil badan T, kv = 1,2 **...(21)**

b. Untuk badan dengan pengaku transversal dan

$$kv = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \quad \textbf{...(22)}$$

$$kv = 5 \text{ bila } \frac{a}{h} > 3 \text{ atau } \frac{a}{h} > \left[\frac{260}{\left(\frac{h}{tw}\right)}\right]^2 \quad \textbf{...(23)}$$

Tabel 2.1. Batas lendutan maksimum (SNI 1729-2002)

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban tetap	Beban sementara
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	$L/360$	-
Balok biasa	$L/240$	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	$h/500$	$h/200$
Kolom dengan analisis orde kedua	$h/300$	$h/200$

Defleksi balok di atas dua perletakan sederhana, dapat digunakan:

a. Ymax = $\frac{5L^4}{384EI}$ (Untuk balok terbebani merata) **...(24)**

b. Ymax = $\frac{PL^3}{48EI}$ (Untuk balok dengan beban terpusat)**...(25)**

Defleksi balok di atas beberapa tumpuan/balok statis tak tentu

Ymax = $\frac{5L^2}{48EI}\{Ms - 0{,}1(Ma + Mb)\}$ **...(26)**

Ma, Mb = Momen tumpuan

Ms = Momen tengah lapangan

Kuat nominal tumpu balok (Ru ≤ ϕ Rn) (Pasal J10 SNI 1729-2015)

a. Terhadap lentur lokal sayap (Rn=6,25.tf^2.Fy) ϕ =0,9**...(27)**

b. Terhadap leleh lokal badan (ϕ = 1,0)

Rn = (5k + N) Fy tw → jika jarak beban terpusat ke ujung balok lebih besar dari tinggi balok **...(28)**

Rn = (2,5k + N) Fy tw → jika jarak beban terpusat ke ujung balok lebih kecil dari tinggi balok **...(29)**

k = tebal plat sayap ditambah jari-jari peralihan (tf + r)

N = dimensi longitudinal plat perletakan (min sebesar k)

c. Terhadap tekuk dukung (lipat) plat badan (ϕ = 0,75)

i. $Rn=0{,}8.tw^2\left[1+3\left(\frac{N}{d}\right)\left(\frac{tw}{tf}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{E.Fy.tf}{tw}}$ →jika $x\geq\frac{d}{2}$ **...(30)**

ii. $Rn=0{,}4.tw^2\left[1+3\left(\frac{N}{d}\right)\left(\frac{tw}{tf}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{E.Fy.tf}{tw}}$ **...(31)**

jika $x<\frac{d}{2}, dan\ \frac{N}{d}\leq 0{,}2$

iii. $Rn = 0{,}4\ tw^2\left[1+\left\{\left(\frac{4N}{d}\right)-0{,}2\right\}\left(\frac{tw}{tf}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{E.Fy.tf}{tw}}$ **...(32)**

jika $x <\frac{d}{2} dan\ \frac{N}{d} > 0{,}2$

d. Terhadap tekuk lateral plat badan (ϕ = 0,85)

i. $Rn = \frac{Cr.tw^3.tf}{h^2}\left[1+0{,}4\left(\frac{h/tw}{L/bf}\right)^3\right]$ (untuk plat sayap dikekang terhadap rotasi, apabila $\left(\frac{h/tw}{L/bf}\right)\leq 2{,}3$) **...(33)**

ii. $Rn = \frac{Cr.tw^3.tf}{h^2}\left[0{,}4\left(\frac{h/tw}{L/bf}\right)^3\right]$ (untuk plat sayap tidak dikekang terhadap rotasi, apabila $\left(\frac{h/tw}{L/bf}\right)\leq 1{,}7$) **..(34)**

Cr = 3,25 → Mu < My tw = tebal plat badan

Cr = 1,62 → Mu ≥ My h = tinggi bersih plat badan (d-2k)

L = Jarak pengekang lateral (Lb) bf = lebar plat sayap

e. Terhadap tekuk lentur plat badan (ϕ =0,9)

$Rn = \frac{24.tw^3\sqrt{E.Fy}}{h}$ **...(35)**

2.1.3.4.Elemen Balok-Kolom *(Beam-Coloumn)*

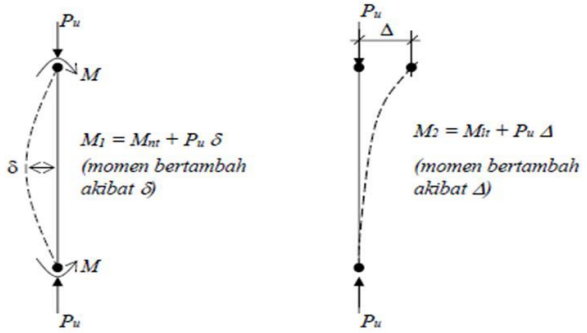
Komponen yang didesain dengan kombinasi gaya aksial dan momen lentur sering disebut sebagai elemen balok-kolom.Persamaan interaksi pada elemen balok kolom (Pasal H1 SNI 1729-2015)

$$\frac{Pu}{\emptyset cPn} \geq 0{,}2 \rightarrow \frac{Pu}{\emptyset cPn} + \frac{8}{9}\left(\frac{Mux}{\emptyset bMnx} + \frac{Muy}{\emptyset bMny}\right) \leq 1{,}0 \qquad \textbf{...(36)}$$

$$\frac{Pu}{\emptyset cPn} < 0{,}2 \rightarrow \frac{Pu}{\emptyset cPn} + \left(\frac{Mux}{\emptyset bMnx} + \frac{Muy}{\emptyset bMny}\right) \leq 1{,}0 \qquad \textbf{...(37)}$$

Φ_c = Faktor reduksi untuk kuat tekan (0,85)

Φb = Faktor reduksi untuk kuat lentur (0,90)



Gambar 2.9 a. Kolom tidak bergoyang b. Kolom bergoyang

a. Kolom tidak bergoyang

Mu = δ_bMnt **...(38)**

Mnt = Momen berfaktor akibat beban gravitasi

$\delta_b = \frac{Cm}{1-\left(\frac{Nu}{Ncrb}\right)} \geq 1{,}0$ Ncrb = $\frac{Ag.Fy}{\lambda c^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} Ag$ $\lambda = \frac{kL}{I}$ **...(39)**

Untuk elemen tanpa beban transversal

Cm = 0,6 – 0,4β ≤1,0 $\beta = \frac{M1}{M2}$ $M_1 < M_2$ **...(40)**

Untuk elemen dengan beban taransversal

Cm = 1 (elemen dengan ujung-ujung sederhana)

Cm = 0,85 (elemen dengan ujung-ujung kaku)

b. Kolom bergoyang

Mu = δ_bMnt + δ_sMlt **...(39)**

Mlt = Momen berfaktor akibat beban lateral

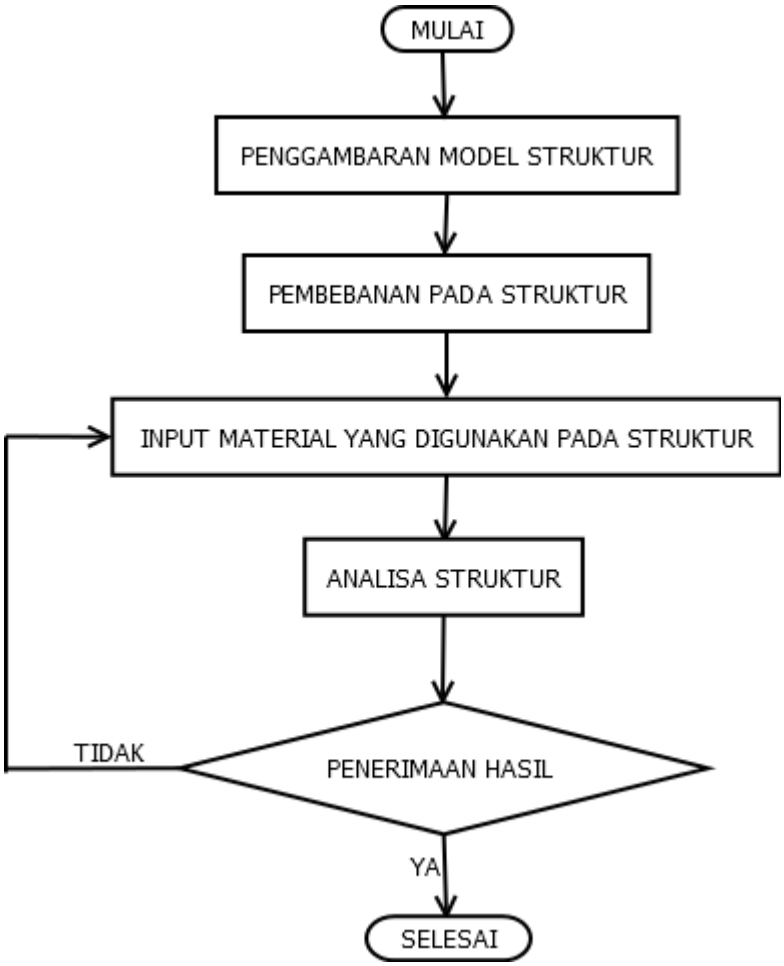
$\delta_s = \frac{1}{1-\left(\frac{\Sigma Nu}{\Sigma Ncrb}\right)}$ Ncrb = $\frac{Ag.Fy}{\lambda c^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} Ag$ $\lambda = \frac{kL}{I}$ **...(40)**

2.1.4. PROGRAM SAP2000

Program SAP2000 dikembangkan oleh oleh Computer and Struktur Inc. (www.csiberkeley.com) tahun 1975. Program ini berkembang dari awalnya SAP80, SAP90 kemudian menjadi SAP2000. Program ini diciptakan khusus untuk lingkungan windows sehingga pengoprasiannya secara grafis, yaitumulai dari penyiapan input data, menampilkan hasil, bahkan untuk mendesain penampang juga menggunakan tampilan program yang sama. Untuk geometri struktur yang besar, disediakan options untuk menciptakan joint dan element secara otomatis yang berbeda dengan versi grafis, keduanya saling melengkapi. Pada program-program berbasis windows, antarmukanya (*user interface)* mempunyai kemiripan satu dengan yang lain. Demikian pula dengan program SAP2000, dimana tersedia menu dan toolbar.(Hafid,2018)

Program SAP2000 adalah program komputer struktur yang banyak digunakan untuk menganalisa dan mendesainstruktur. Program ini dilengkapi dengan fitur-fitur untuk memodelkan dan menganalisa berbagai tipe struktur baik secara statik maupun dinamik. Versi program SAP2000 yang digunakan pada tulisan penelitian ini adalah SAP2000 *versi 15*. SAP2000 memiliki fitur untuk memodelkan elemen rangka. Pada pemodelan elemen rangka fitur dalam SAP2000 menyediakan obyek disain. (Hafid,2018)

Obyek desain terdiri dari atas Joint obyek yang merupakan perletakan atau hubungan elemen satu dengan yang lain serta Grounded (one-joint) support obyek yang digunakan untuk mendisain isolators, dampers, gaps, multilinear pegas. Selain itu pada Line obyek, terdiri atasFrame obyek, Cable obyek, Tendon obyek, dan Sambungan dua joint obyek. (Hafid, 2018)



Gambar 2.10. Diagram alur analisa SAP2000

2.1.5. PROGRAM VISUAL BASIC 6.0

Visual basic merupakan pengembangan dari Basic. Basic *(Beginner's All Purpose Symbolic Intruction Code)* adalah sebuah bahasa pemrograman kuno yang merupakan awal dari bahasa-bahasa pemrograman tingkat tinggi lainnya. Basic dirancang pada tahun 1950-an dan ditujukan untuk dapat digunakan oleh para programmer pemula. Biasanya Basic diajarkan untuk para pelajar sekolah menengah yang baru mengenal bahasa pemrograman (Hafid, 2018).

Visual basic adalah salah satu pengembangan sarana untuk membangun aplikasi dalam lingkungan windows. Visual basic menggunakan pendekatan visual untuk merancang antarmuka pengguna (user interface) dalam bentuk

tampilan grafis yang berhubungan langsung dengan pengguna, sedangkan untuk penulisan kodenya menggunakan dialek bahasa basic yang cenderung mudah dipelajari. Pada pemrograman visual, pengembangan aplikasi dimulai dengan pembentukan user interface, kemudian mengatur properti dari objek-objek yang digunakan dalam user interface, dan baru dilakukan penulisan kode program untuk menangani kejadian-kejadian (event). Tahap pengembangan aplikasi demikian dikenal dengan istilah pengembangan aplikasi dengan pendekatan Bottom Up (Hafid, 2018).

Langkah awal Visual Basic adalah dengan mengenal IDE (Integrated Development Environment) visual basic yang merupakan aplikasi komputer yang memiliki beberapa fasilitas yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak untuk mengembangkan aplikasi pembuat program (programmer). Tujuan dari IDE adalah untuk menyediakan semua utilitas yang diperlukan dalam membangun perangkat lunak.

Kemampuan Visual Basic adalah sebagai berikut (Hafid, 2018) :

a. Untuk membuat program aplikasi berbasis windows.
b. Untuk membuat objek-objek pembantu program seperti misalnya kontrol activeX, file help, aplikasi internet, dan sebagainya.
c. Menguji program (debugging) dan menghasilkan program akhir berakhiran EXE yang bersifat executable atau dapat langsung dijalankan.

Didalam Visual Basic, terdapat berbagai macam komponen, yaitu:

a. Control menu

   Control menu adalah menu yang digunakan terutama untuk memanipulasi jendela visual basic. Dari menu ini anda dapat mengubah ukuran,memindahkannya, atau menutup jendela.

b. Form layout windows

Form layout windows adalah jendela yang menggambarkan posisi dari form ang ditampilkan pada layer monitor. Posisi form pada form layout windows inilah yang merupakan petunjuk tempat aplikasi akan ditampilkan pada layar monitor saat dijalankan.

c. Form windows

Form windows atau jendela form adalah daerah kerja utama tempat membuat program-program aplikasi visual basic.

d. Jendela code.

Jendela code merupakan salah satu jendela yang penting didalam visual basic. Jendela ini berisi kode-kode program yang meupakan intruksi-intruksi untuk aplikasi visual basic yang dibuat.

e. Jendela properties

Jendela properties adalah jendela yang mengandung semua informasi mengenai objek ang terdapat pada aplikasi visual basic. Properti adalah sifat dari sebuah objek, misalnya seperti nama, warna, ukuran, posisi, dan sebagainya.

f. Menu

Menu visual basic berisi semua perintah visual basic yang dapat dipilih untuk melakukan tugas tertentu. Isi dari menu ini sebagaian hampir sama dengan program-program windows pada umumnya.

g. Project Explorer

Jendela project explorer adalah jendela yang mengandung semua file didalam aplikasi visual basic. Setiap aplikasi dalam visual basic disebut dengan istilah project (proyek), setiap proyek bisa mengandung lebih dari

satu file. Pada project explorer ditampilkan semua file yang terdapat pada aplikasi (proyek), misalnya form, modul, class, dan sebagainya.

h. Toolbar

Toolbar adalah tombol-tombol (shortcut) yang mewakili suatu perintah tertentu dari visual basic. Mengenal visual basic bahasa pemrograman visual basic v.6.0.

i. Toolbax

Toolbox adalah sebuah kotak piranti yang mengandung semua objek atau kontrol yang dibutuhkan untuk membentuk suatu program aplikasi. Kontrol adalah suatu objek yang akan menjadi penghubung antara program aplikasi dan user-nya, dan yang kesemuanya harus diletakkan didalam jendela form.

Fungsi matematika sangat penting dan berguna dalam pemrograman karena kita akan sering berhubungan dengan konsep matematika seperti peluang atau probability, variabel, logika matematika, perhitungan, koordinat, time interval dan lain sebagainya. Fungsi matematika yang secara umum di dalam visual basic adalah Rnd, Sqr, Int, Abs, Exp, Log, Cos, Sin, Tan, Atn, Fix, dan Round.

a. Rnd Function (Fungsi acak)adalah sebuah fungsi yang sangat akan banyak kita gunakan di dalam pemrograman ketika bergelut dengan masalah peluang atau probability. Rnd function akan memberikan nilai antara 0 dan 1, sebagai contoh adalah aplikasi di bawah ini, kita akan mendapatkan 10 angka acak antara 0 dan 1. Randomize timer adalah hal yang sangat penting pada (aplikasi) karena akan mengacak proses yang sedang berlangsung.
b. Int adalah sebuah fungsi yang akan merubah angka desimal menjadi angka bulat atau integer dengan cara memotong angka dibelakang koma dan

menghasilkan nilai yang lebih kecil dari nilai sebenarnya. Contoh Int(2.88) = 2, Int(-3.55) = -4, Int(0.002) = 0 dan lain sebagainya.

c. Sqr adalah sebuah fungsi akar kuadrat atau square root sebuah angka. Contoh Sqr(4) = 2, Sqr(49) = 7 dan lain sebagainya.

d. Abs adalah sebuah fungsi yang akan menghasilkan angka mutlak atau absolut seperti Abs(-9) = 9, Abs(9) = 9 dan lain sebagainya

e. Exp adalah sebuah fungsi exponensial, misalnya Exp(x) = e^x sebagai contoh Exp(1) = e^1 =2.7182818284590

f. Fix adalah sebuah fungsi yang sama dengan integer yaitu membulatkan atau menghilangkan angka dibelakang koma tetapi mempunyai perbedaan ketika memotong nilai negatif yaitu fungsi Fix akan membulatkan angka negatif menjadi lebih besar dari nilai sebenarnya. Misalnya Int(-3.55) = -4, Fix(-3.55) = -3

g. Round adalah sebuah fungsi untuk melakukan pembulatan keatas dengan menentukan jumlah decimalnya. Format fungsi Round adalah Round(m, n) yang akan membulatkan angka m sebanyak n decimal. Contoh Round(7.2568 , 2) = 7.26

h. Log adalah fungsi logaritma sebagai contoh Log(10) = 2.302585

i. Sin adalah sebuah fungsi yang menghitung nilai sin sebuah sudut dalam satuan radian

j. Cos adalah sebuah fungsi yang menghitung nilai cosine sebuah sudut dalam satuan radian

k. Tan adalah sebuah fungsi yang menghitung nilai tangent sebuah sudut dalam satuan radian

l. Atn adalah sebuah fungsi yang menghitung nilai arc tangent sebuah sudut dalam satuan radian

2.2. PENELITIAN TERDAHULU

2.2.1. Influence Of Randomized Data Code In Harmony Search Method For Steel Structure Arrangement (Ghozi, 2014)

Pada penelitian tersebut, dilakukan penelitan optimasi pada tiga sampel struktur frame baja 2D yang masing-masing frame memiliki jumlah tingkat atau lantai berbeda beda. Optimasi tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Harmony Search*. Dalam penelitian tersebut digunakan dengan data yang diacak dan diurutkan. Penelitian tersebut menggunakan nilai PAR 0,2 – 0,8. Hasil dari pernelitian tersebut yaitu dalam memecahkan masalah pengaturan profil WF menggunakan metode *Harmony Search* dianjurkan untuk menggunakan nilai PAR lebih kecih (0,2) dan dengan kode data yang diurutkan.

2.2.2. Modified Harmony Search For Optimizing 2D Steel Structure Based On AISC360-05 Code (Ghozi dan Suprobo, 2015)

Pada penelitian tersebut, dilakukan penelitan optimasi pada sampel struktur frame baja 2D yang memiliki jumlah tingkat atau lantai sebanyak 10. Optimasi tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Harmony Search*. Dalam penelitian tersebut metode Harmony Search ditingkatkan kinerjanya (dimodifikasi) dengan menambahkan modul atau aturan perencanaan struktur baja AISC360-05. Dalam penelitian tersebut didapat bahwa dengan modifikasi Harmony search dapat menghasilkan struktur dengan bobot yang lebih ringan serta membutuhkan waktu iterasi yang lebih cepat dibandingkan metode Harmony Search murni.

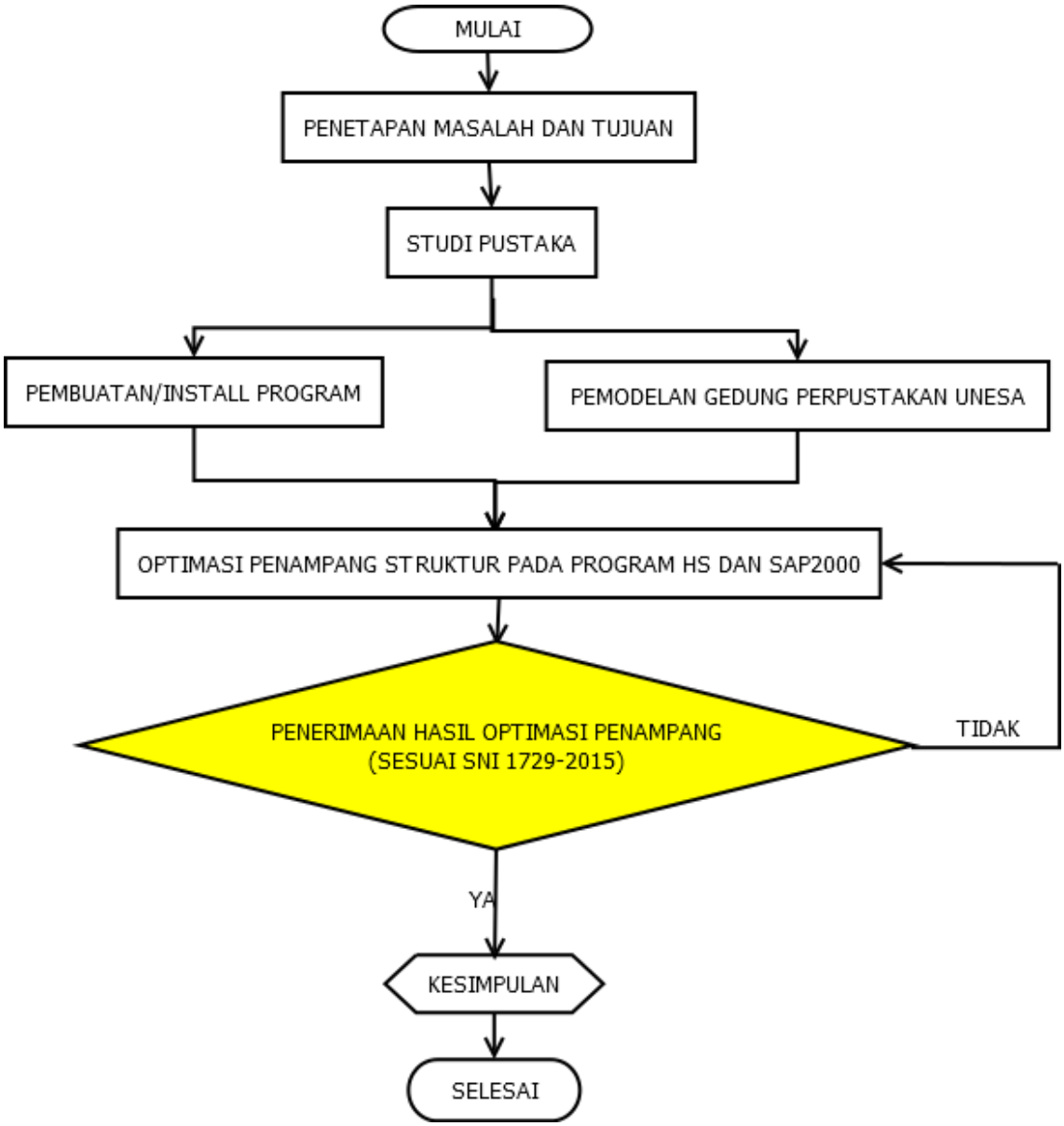
Tabel 2.2. Perbandingan Studi Pustaka

NO	PENELITI	JUDUL	TAHUN	HASIL PENELITIAN
1	Moh. Ghozi	Influence Of Randomized Data Code In Harmony Search Method For Steel Structure Arrangement	2014	Penggunaan nilai PAR kecil (0,2) dan kode data yang diurutkan dalam optimasi menggunakan metode Harmony Search
2	Moh. Ghozi dan P. Suprobo	Modified Harmony Search For Optimizing 2D Steel Structure Based On AISC360-05 Code	2015	Penambahan modul AISC360-05 dalam Harmony search untuk menghasilkan struktur yang lebih ringan dan dengan waktu iterasi lebih cepat

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan struktur gedung perpustakaan UNESA dengan struktur baja yang lebih optimum (luas penampang dan bobot). Optimasi struktur ini akan menggunakan penggabungan metode Harmony Search (HS) dan program SAP2000 dengan obyek optimasi pada struktur gedung perpustakaan UNESA. Optimasi model struktur dengan menggunakan Harmony Search akan memberikan output berupa profil yang digunakan pada gedung perpustakaan UNESA. Analisa pada struktur dengan program SAP2000 akan memberikan output berupa penampang yang dapat digunakan dan besarnya nilai gaya dalam serta defleksi dari penampang yang digunakan pada gedung. Langkah-langkah dalam proses optimasi model struktur dengan penggabungan Harmony Search dan SAP2000 adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.1. PENETAPAN MASALAH DAN TUJUAN

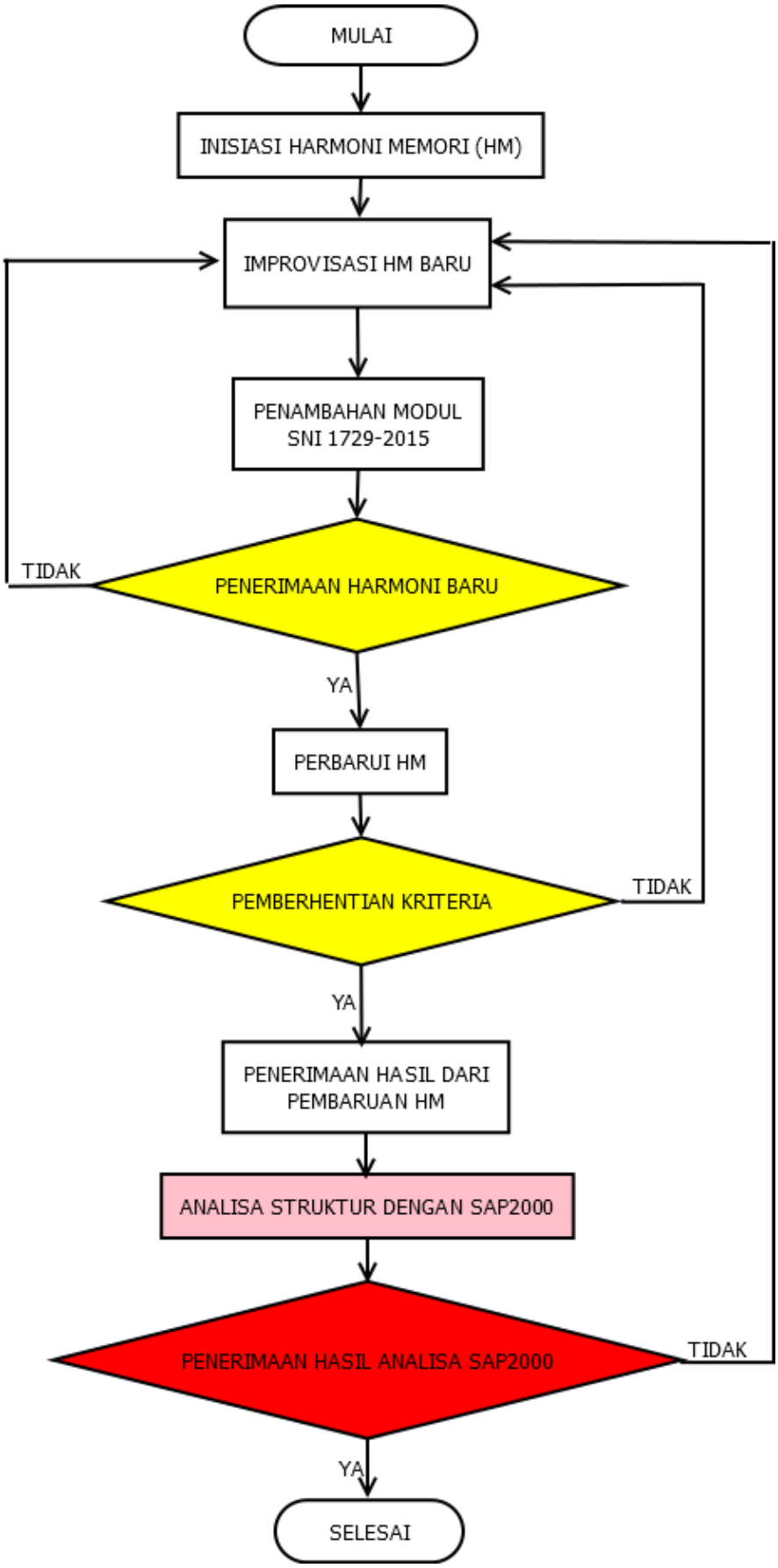
Masalah-masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini telah dibahas dalam tugas akhir ini pada sub bab 1.2. Sedangkan tujuan dari penelitian ini telah dibahas dalam tugas akhir ini pada sub bab 1.3

3.2. STUDI PUSTAKA

Sebelum melakukan proses optimasi, perlu dilakukan pemahaman mengenai konsep dasar metode *harmony search* (HS) dan program SAP2000, bagaimana mewujudkan program *harmony search* dalam program visual basic, serta bagaimana menggabungkan *harmony search* dan SAP2000 dalam optimasi struktur untuk mendapatkan struktur gedung perpustakaan UNESA dari struktur baja yang optimum. Beberapa sumber litertur diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, jurnal internasional, diktat perkuliahan, disertasi, dan tugas akhir yang sudah pernah dibuat.

3.3.PEMBUATAN/INSTALL PROGRAM

Program yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil penggabungan dari Harmony Search dan program SAP2000. Proses pembuatan program dengan menggunakan program Visual Basic 6.0 dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut Langkah-langkah proses optimasi dengan penggabungan HS dan SAP2000.



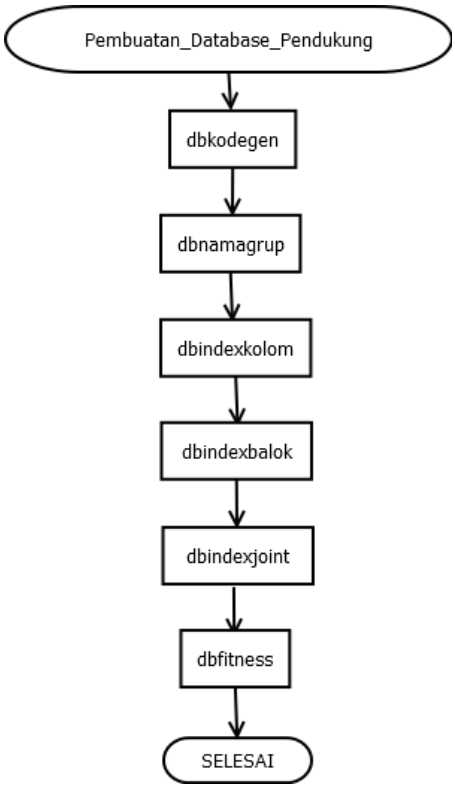
Gambar 3.2. Diagram Alur Optimasi Penampang Dengan HS Dan SAP2000

3.3.1. PEMBUATAN DATABASE PENDUKUNG

Modul pembuatan database pendukung digunakan untuk membuat database parameter struktur yang dioptimasi. Terdapat enam parameter struktur yang dibutuhkan, yaitu :

a. Database parameter tiap profil yang disertai dengan kode
b. Database nomor grup yang bersesuaian dengan nomor elemen
c. Database nomor index kolom dari tiap nomor elemen kolom
d. Database nomor index balok dari tiap nomor elemen balok
e. Database nomor joint dari tiap nomor lantai
f. Database nilai fitness

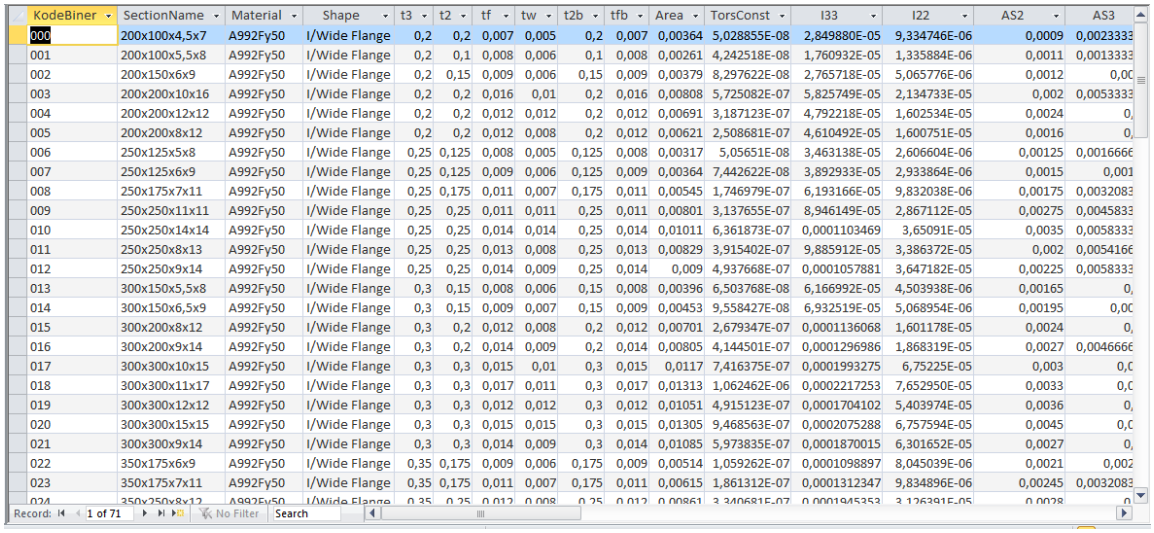
Ke enam database tersebut dibuat secara otomatis oleh modul Pembuatan_Database_Pendukung. Proses pembuatan keenam database disederhanakan dalam bentuk diagram alir seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Database Pendukung

3.3.1.1. Database Parameter Tiap Profil

Program HS membutuhkan database parameter profil. Database ini digunakan untuk nmembaca nilai parameter yang ada pada tiap profil. Database ini dibuat dengan cara menyalin data yang ada pada table “Frame Section Properties 01 – Genaral” dari file input model struktur. Kemudian pada tiap profil diberi nomor dalam bentuk string mulai dari “000” pada profil pertama sampai profil terakhir. Data lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2. Data ini selanjutnya disimpan dalam Table “Frame”. Langkah pembuatan database kode dibuat programnya seperti yang terlihat pada Lampiran 3. Dalam table ini terdapat field kode, nama profil, dan parameter yang diperlukan. Berikut field yang berada dalam Table “Frame”



KodeBiner	SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw	t2b	tfb	Area	TorsConst	I33	I22	AS2	AS3
000	200x100x4,5x7	A992Fy50	I/Wide Flange	0,2	0,2	0,007	0,005	0,2	0,007	0,00364	5,028855E-08	2,849880E-05	9,334746E-06	0,0009	0,0023333
001	200x100x5,5x8	A992Fy50	I/Wide Flange	0,2	0,1	0,008	0,006	0,1	0,008	0,00261	4,242518E-08	1,760932E-05	1,335884E-06	0,0011	0,0013333
002	200x150x6x9	A992Fy50	I/Wide Flange	0,2	0,15	0,009	0,006	0,15	0,009	0,00379	8,297622E-08	2,765718E-05	5,065776E-06	0,0012	0,00
003	200x200x10x16	A992Fy50	I/Wide Flange	0,2	0,2	0,016	0,01	0,2	0,016	0,00808	5,725082E-07	5,825749E-05	2,134733E-05	0,002	0,0053333
004	200x200x12x12	A992Fy50	I/Wide Flange	0,2	0,2	0,012	0,012	0,2	0,012	0,00691	3,187123E-07	4,792218E-05	1,602534E-05	0,0024	0,
005	200x200x8x12	A992Fy50	I/Wide Flange	0,2	0,2	0,012	0,008	0,2	0,012	0,00621	2,508681E-07	4,610492E-05	1,600751E-05	0,0016	0,
006	250x125x5x8	A992Fy50	I/Wide Flange	0,25	0,125	0,008	0,005	0,125	0,008	0,00317	5,05651E-08	3,463138E-05	2,606604E-06	0,00125	0,0016666
007	250x125x6x9	A992Fy50	I/Wide Flange	0,25	0,125	0,009	0,006	0,125	0,009	0,00364	7,442622E-08	3,892933E-05	2,933864E-06	0,0015	0,001
008	250x175x7x11	A992Fy50	I/Wide Flange	0,25	0,175	0,011	0,007	0,175	0,011	0,00545	1,746979E-07	6,193166E-05	9,832038E-06	0,00175	0,0032083
009	250x250x11x11	A992Fy50	I/Wide Flange	0,25	0,25	0,011	0,011	0,25	0,011	0,00801	3,137655E-07	8,946149E-05	2,867112E-05	0,00275	0,0045833
010	250x250x14x14	A992Fy50	I/Wide Flange	0,25	0,25	0,014	0,014	0,25	0,014	0,01011	6,361873E-07	0,0001103469	3,65091E-05	0,0035	0,0058333
011	250x250x8x13	A992Fy50	I/Wide Flange	0,25	0,25	0,013	0,008	0,25	0,013	0,00829	3,915402E-07	9,885912E-05	3,386372E-05	0,002	0,0054166
012	250x250x9x14	A992Fy50	I/Wide Flange	0,25	0,25	0,014	0,009	0,25	0,014	0,009	4,937668E-07	0,0001057881	3,647182E-05	0,00225	0,0058333
013	300x150x5,5x8	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,15	0,008	0,006	0,15	0,008	0,00396	6,503768E-08	6,166992E-05	4,503938E-06	0,00165	0,
014	300x150x6,5x9	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,15	0,009	0,007	0,15	0,009	0,00453	9,558427E-08	6,932519E-05	5,068954E-06	0,00195	0,00
015	300x200x8x12	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,2	0,012	0,008	0,2	0,012	0,00701	2,679347E-07	0,0001136068	1,601178E-05	0,0024	0,
016	300x200x9x14	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,2	0,014	0,009	0,2	0,014	0,00805	4,144501E-07	0,0001296986	1,868319E-05	0,0027	0,0046666
017	300x300x10x15	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,3	0,015	0,01	0,3	0,015	0,0117	7,416375E-07	0,0001993275	6,75225E-05	0,003	0,0
018	300x300x11x17	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,3	0,017	0,011	0,3	0,017	0,01313	1,062462E-06	0,0002217253	7,652950E-05	0,0033	0,0
019	300x300x12x12	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,3	0,012	0,012	0,3	0,012	0,01051	4,915123E-07	0,0001704102	5,403974E-05	0,0036	0,
020	300x300x15x15	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,3	0,015	0,015	0,3	0,015	0,01305	9,468563E-07	0,0002075288	6,757594E-05	0,0045	0,0
021	300x300x9x14	A992Fy50	I/Wide Flange	0,3	0,3	0,014	0,009	0,3	0,014	0,01085	5,973835E-07	0,0001870015	6,301652E-05	0,0027	0,
022	350x175x6x9	A992Fy50	I/Wide Flange	0,35	0,175	0,009	0,006	0,175	0,009	0,00514	1,059262E-07	0,0001098897	8,045039E-06	0,0021	0,002
023	350x175x7x11	A992Fy50	I/Wide Flange	0,35	0,175	0,011	0,007	0,175	0,011	0,00615	1,861312E-07	0,0001312347	9,834896E-06	0,00245	0,0032083
024	350x250x8x12	A992Fy50	I/Wide Flange	0,35	0,25	0,012	0,008	0,25	0,012	0,00861	3,340681E-07	0,0001945353	3,126391E-05	0,0028	0

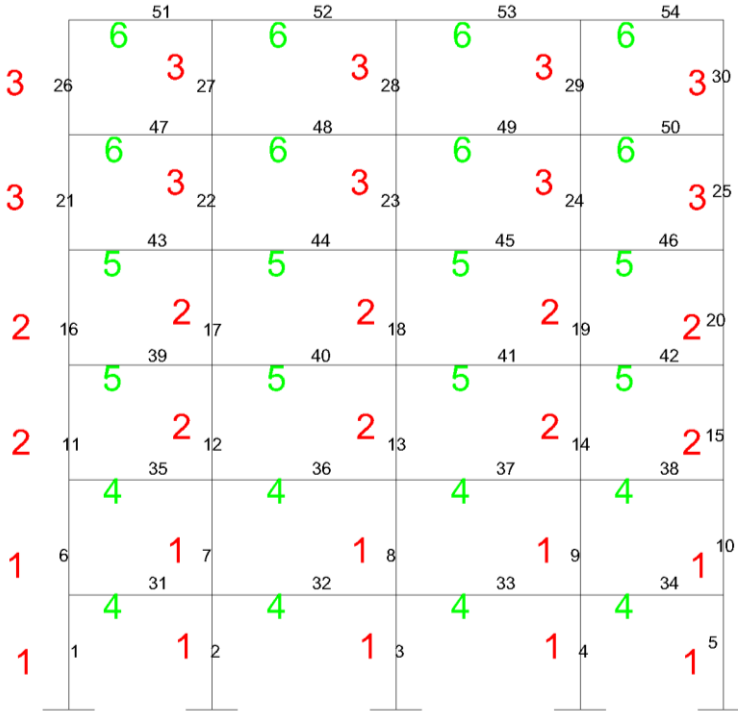
Record: 1 of 71 | No Filter | Search

Gambar 3.4. Field dalam Tabel “Frame”

3.3.1.2. Database Nomor Grup Dan Nomor Elemen

Program HS membutuhkan database parameter profil yang disertai dengan kode yang bersesuaian. Database ini digunakan untuk membaca nama elemen dari tiap grup. Database ini dibuat dengan cara manual dengan sebuah tabel yang berisi nomor grup dan nomor elemen. Pengelompokan elemen didasarkan sesuai model struktur yang digunakan. Dalam struktur gedung Perpustakaan UNESA ini nantinya akan dikelompokkan bahwa kolom akan berbeda tiap 2 lantai. Pengelompokkan balok

ditetapkan bahwa balok akan berbeda tiap 2 lantai namun akan sama pada tiap lantai. Grup kolom ditetapkan berurutan dari bawah ke atas dan dari tepi kiri ke tepi kanan. Grup balok ditetapkan dari lantai terbawah hingga lantai teratas. Jadi akan terdapat 3 grup kolom dan 3 grup balok. Penomoran elemen dan nomor grup dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Penomoran Elemen dan Nomor Grup

Data ini kemudian akan disimpan dalam Tabel “Cases”. Data kode grup dan elemen yang bersesuaian dapat dilihat pada Lampiran 4. Langkah pembuatan database grup dibuat programnya seperti yang terlihat pada Lampiran 5 sampai Lampiran 5B. Berikut field yang berada dalam Table “Cases”

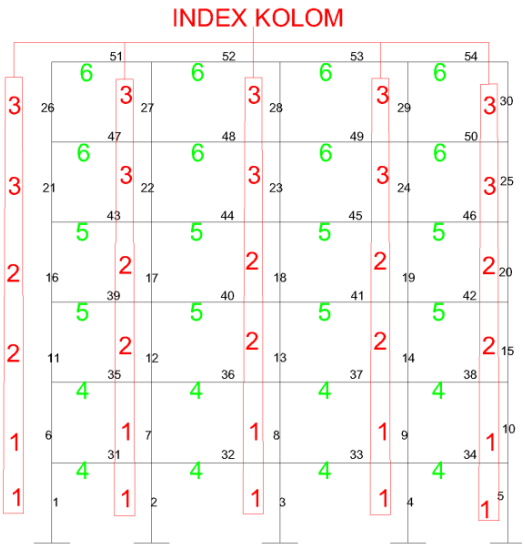
frame	type	Length	Case
1	Column	4,5	1
2	Column	4,5	1
3	Column	4,5	1
4	Column	4,5	1
5	Column	4,5	1
6	Column	4,5	1
7	Column	4,5	1
8	Column	4,5	1
9	Column	4,5	1
10	Column	4,5	1
11	Column	4,5	2
12	Column	4,5	2
13	Column	4,5	2
14	Column	4,5	2
15	Column	4,5	2
16	Column	4,5	2
17	Column	4,5	2
18	Column	4,5	2
19	Column	4,5	2
20	Column	4,5	2
21	Column	4,5	3
22	Column	4,5	3
23	Column	4,5	3
24	Column	4,5	3
25	Column	4,5	3

Record: 1 of 54 No Filter Search

Gambar 3.6. Field dalam Table “Cases”

3.3.1.3.Database Nomor Index Kolom dan Nomor Elemen Kolom

Program HS membutuhkan database nomor index kolom yang disertai dengan nomor kolom yang bersesuaian. Database ini digunakan untuk menentukan nomor index kolom dari sebuah kolom. Nomor index dibuat berdasarkan nomor lantai tiap elemen kolom. Berikut penomoran index kolom dan nomor elemen.



Gambar 3.7. Index Kolom dan Nomor Elemen Kolom

Tabel yang sudah berisi nomor index kolom dan nomor kolom kemudian disimpan dalam Tabel “indexkolom”. Data nomor index kolom dan nomor elemen yang bersesuaian dapat dilihat pada Lampiran 6. Langkah pembuatan database index kolom

dibuat programnya seperti yang terlihat pada Lampiran 7. Berikut field yang berada dalam tabel “Indexkolom”

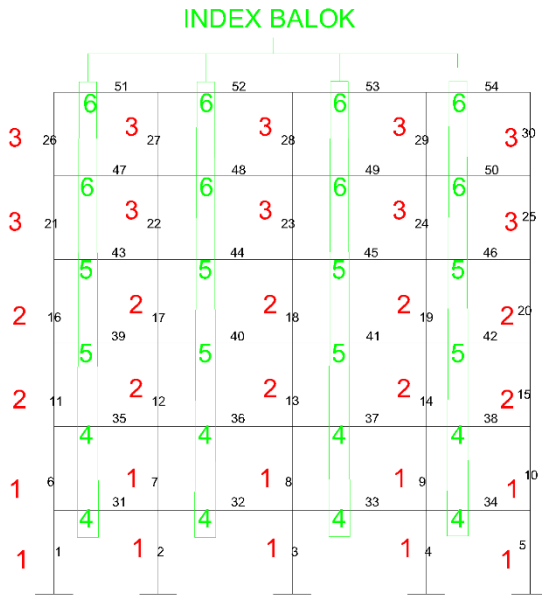
frame	type	indexkolom
1	Column	1
2	Column	1
3	Column	1
4	Column	1
5	Column	1
6	Column	1
7	Column	1
8	Column	1
9	Column	1
10	Column	1
11	Column	2
12	Column	2
13	Column	2
14	Column	2
15	Column	2
16	Column	2
17	Column	2
18	Column	2
19	Column	2
20	Column	2
21	Column	3
22	Column	3
23	Column	3
24	Column	3

Record: 1 of 30 No Filter Search

Gambar 3.8. Field dalam Tabel “indexkolom”

3.3.1.4.Database Nomor Index Balok dan Nomor Lantai

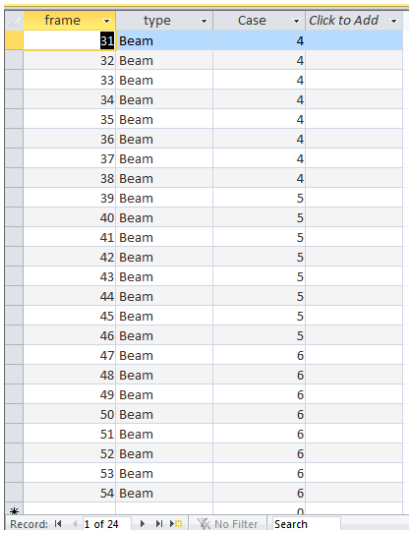
Program HS membutuhkan database nomor index balok yang disertai dengan nomor lantai yang bersesuaian. Database ini digunakan untuk menentukan nomor index balok dari sebuah balok. Nomor index dibuat berdasarkan nomor lantai tiap elemen balok. Berikut penomoran index kolom dan nomor elemen.



Gambar 3.9. Index Balok Dan Nomor Elemen Balok

Tabel yang sudah berisi nomor index balok dan nomor elemen balok kemudian disimpan dalam Tabel “indexbalok”. Data nomor index balok dan nomor elemen yang

bersesuaian dapat dilihat pada Lampiran 6. Langkah pembuatan database index balok dibuat programnya seperti yang terlihat pada Lampiran 8. Berikut field yang berada dalam tabel “Indexbalok”



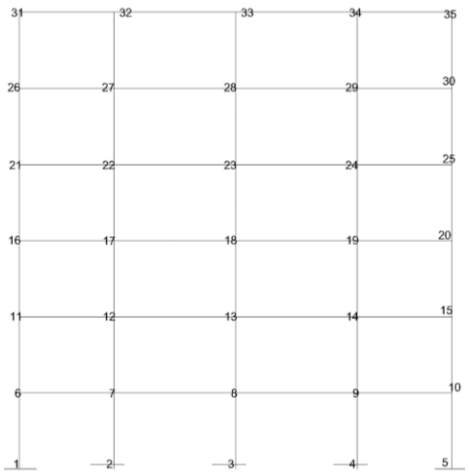
frame	type	Case	Click to Add
31	Beam	4	
32	Beam	4	
33	Beam	4	
34	Beam	4	
35	Beam	4	
36	Beam	4	
37	Beam	4	
38	Beam	4	
39	Beam	5	
40	Beam	5	
41	Beam	5	
42	Beam	5	
43	Beam	5	
44	Beam	5	
45	Beam	5	
46	Beam	5	
47	Beam	6	
48	Beam	6	
49	Beam	6	
50	Beam	6	
51	Beam	6	
52	Beam	6	
53	Beam	6	
54	Beam	6	
*		0	

Record: 1 of 24 No Filter Search

Gambar 3.10. Field dalam Tabel “indexbalok”

3.3.1.5.Database Nomor Joint Dan Nomor Lantai

Program HS membutuhkan database nomor join yang bersesuaian dengan nomor lantai dari join tersebut. Database ini digunakan untuk mencari *displacement* tiap lantai dari model struktur dimana *displacement* struktur diwakili oleh *displacement* dari joint tersebut. Database ini dibuat secara manual dengan cara membuat satu tabel yang berisi nomor lantai dan nomor joint tepi dari model struktur. Berikut nomor joint dan nomor lantai.



Gambar 3.11. Index Join

Tabel yang sudah dibuat ini kemudian disimpan dalam Tabel “joincore”. Data nomor join dan nomor lantai yang bersesuaian dapat dilihat pada Lampiran 6. Langkah pembuatan database index joint dibuat programnya seperti yang terlihat pada lampiran 9. Berikut field yang berada dalam tabel “joincore”

	lantai	joint
	0	1
	1	6
	2	11
	3	16
	4	21
	5	26
	6	31
*		0

Gambar 3.12. Field dalam Tabel “joincore”

3.3.1.6.Data Nilai Fitness

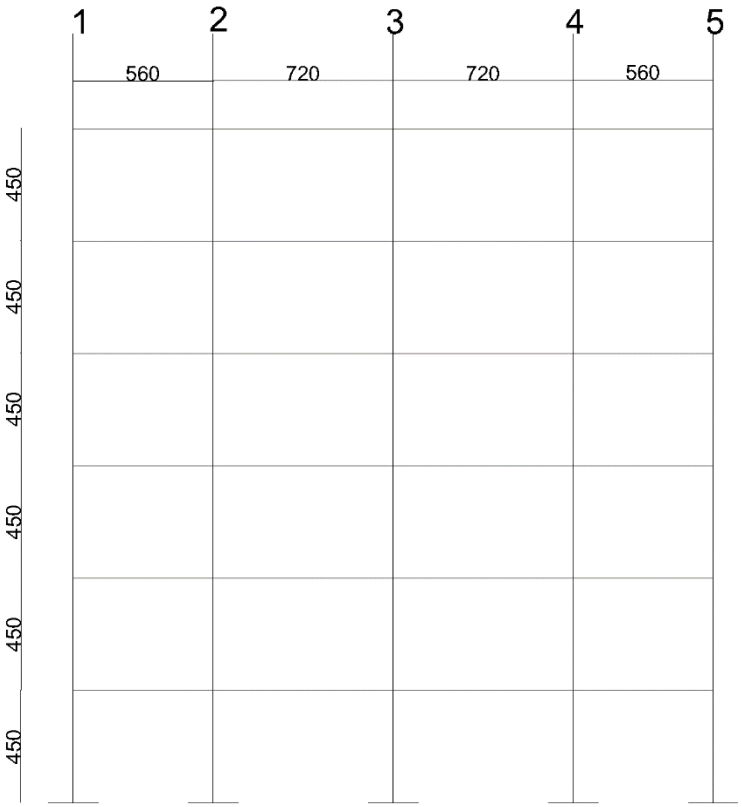
Program HS membutuhkan database sebagai media untuk menyimpan data yang dihasilkan pada tiap proses optimasi. Tiap proses menghasilkan data bobot struktur, statement status, nilai *constraint* tegangan, nilai *constraint* drift, dan nilai *fitness*. Database dibuat dengan menciptakan tabel kosong yang terdiri atas)status,)Weight,)Overstressed,)overdrift, dan)fitness. Selanjutnya tabel tersebut disimpan dalam tabel yang diberi nama “fitness”

1	KodeBiner	Weight	mOvs	jov	Gen	Fitnes	Chro	Date	objfunc	fitn4k	obj4k	koskk	scwb	u1roof
2	156114101263243217	277,847	111	0	40	209,7149	8	08-Jul-19	47683,78	999	999	5,961886	0	0,081685
3	156114102263243177	250,606	114	0	40	237,1304	5	08-Jul-19	42170,88	999	999	5,327564	0	0,069034
4	156114103103103103	232,717	75	0	40	372,3635	4	08-Jul-19	26855,48	999	999	3,939972	0	0,053923
5	156118103103103103	231,555	75	0	40	381,0041	7	08-Jul-19	26246,44	999	999	3,73486	0	0,052147
6	156155103263243177	297,624	62	0	40	378,4055	6	08-Jul-19	26426,68	999	999	2,579217	0	0,070364
7	189143177156114103	272,048	49	0	40	514,4863	9	08-Jul-19	19436,86	999	999	2,144645	0	0,037515
8	219179143111026026	275,615	16	0	40	950,2466	1	08-Jul-19	10523,58	999	999	2,118219	0	0,026046
9	263203177156110103	290,942	87	0	40	149,8718	10	08-Jul-19	66723,7	999	999	14,13368	0	0,085738
10	263243217103103103	295,769	45	0	40	114,8627	3	08-Jul-19	87060,43	999	999	24,83528	0	0,057868
11	263243217156114103	295,232	65	0	40	107,7505	2	08-Jul-19	92807	999	999	24,83528	0	0,055615
12	114103026177177177	224,862	90	0	39	138,4734	8	08-Jul-19	72216,04	999	999	23,01572	0	0,081595
13	156114103261243157	272,372	92	0	39	288,9509	7	08-Jul-19	34607,96	999	999	3,406136	0	0,077726
14	156114103261243177	264,193	92	0	39	290,6616	9	08-Jul-19	34404,26	999	999	3,722398	0	0,073403
15	156114103263243177	264,193	92	0	39	290,6616	10	08-Jul-19	34404,26	999	999	3,722398	0	0,073403
16	219189143111026026	247,368	16	0	39	2377,977	1	08-Jul-19	4205,256	999	999	0	0	0,02175
17	243217213177177177	386,442	30	0	39	562,7787	4	08-Jul-19	17768,97	999	999	1,498096	0	0,02335
18	263203207177177177	337,759	68	0	39	141,2393	6	08-Jul-19	70801,81	999	999	14,06223	0	0,098088
19	263243177156114103	266,181	87	0	39	108,3447	2	08-Jul-19	92298,03	999	999	25,87491	0	0,053787
20	263243177177177177	288,595	90	0	39	99,84469	3	08-Jul-19	100155,6	999	999	25,60453	0	0,060372
21	263243217177177177	317,646	68	0	39	96,12357	5	08-Jul-19	104032,8	999	999	25,85116	0	0,061865
22	126114123217217217	316,518	97	0	38	163,5085	10	08-Jul-19	61158,89	999	999	9,522405	0	0,08632
23	156036103263243217	265,046	89	0	38	165,6752	8	08-Jul-19	60359,08	999	999	13,77306	0	0,105322
24	156114103091243217	306,149	89	0	38	218,3136	9	08-Jul-19	45805,66	999	999	5,961886	0	0,081039

Gambar 3.13. Field Dalam Tabel “Fitness”

3.4.PEMODELAN

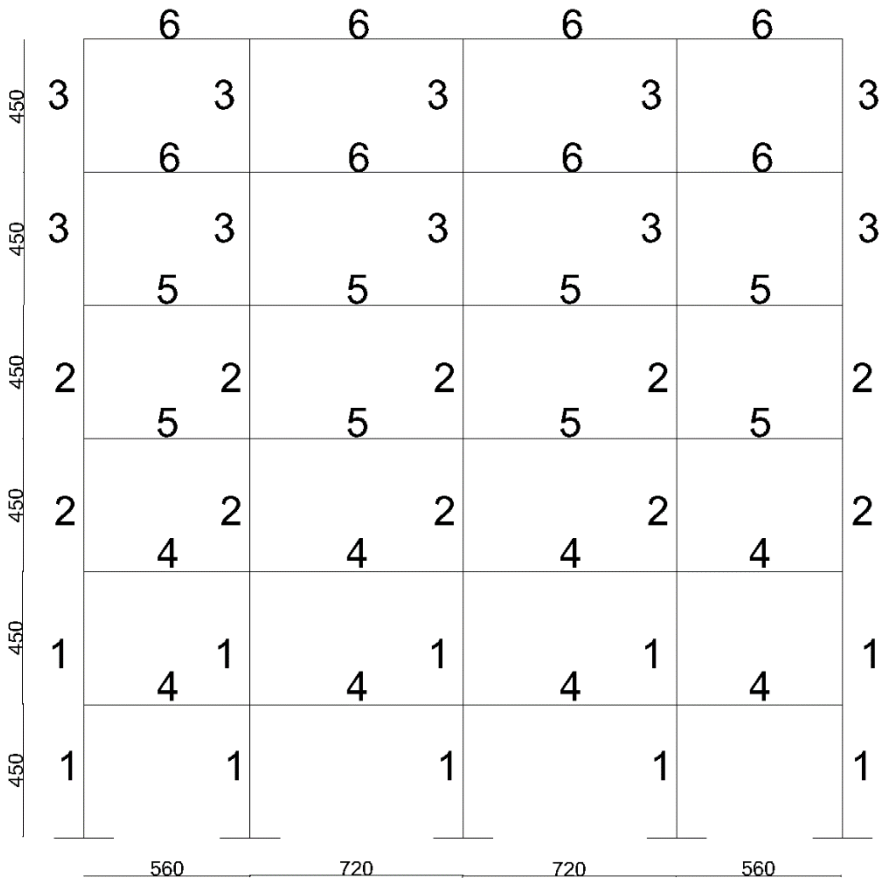
Dalam penelitian ini akan menggunakan gedung Perpustakaan UNESA sebagai obyek penelitian. Gedung perpustakaan UNESA memiliki 6 lantai dengan tinggi tiap lantai 4,5 m, panjang gedung 32,4 m, dan lebar 25,6 m. Dalam penelitian ini gedung perpustakaan UNESA dianalisa secara 2D akan direncanakan ulang dengan struktur baja.



Gambar 3.14. Potongan melintang gedung perpustakaan UNESA

BAB IV

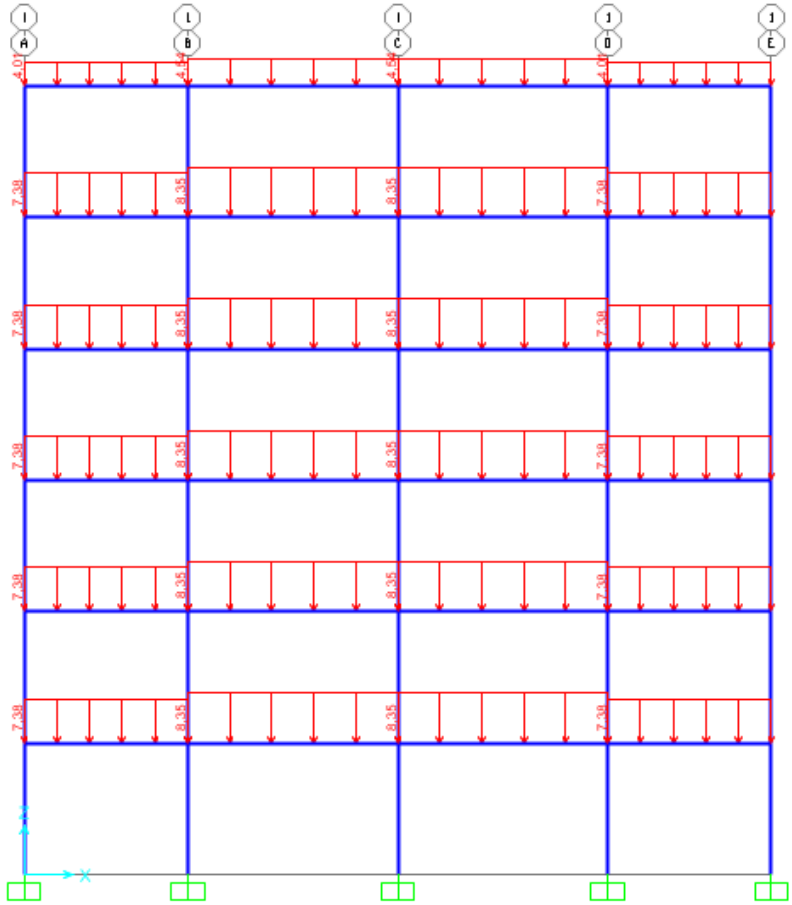
HASIL DAN PEMBAHASAN



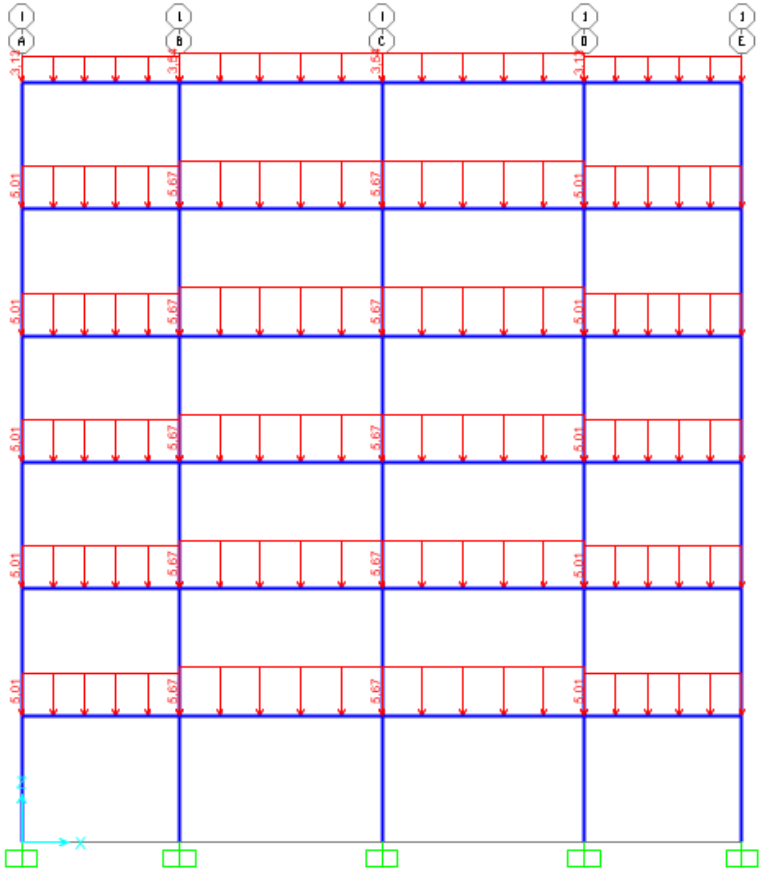
Gambar 4.1. Desain Penomoran Balok Dan Kolom Pada Gedung Perpustakaan UNESA

Pada desain 2D struktur gedung Perpustakaan UNESA terdapat 35 join dengan 54 elemen (30 elemen kolom, 24 elemen balok). Hasil penelitian merupakan file yang masuk ke dalam Microsoft Database. Dari file ini akan dapat dilihat hasil optimasi yang memberikan konfigurasi struktur dengan bobot yang lebih ringan dan kekuatan yang optimum. Struktur yang telah didapat sementara dari HS nantinya akan di analisa juga dengan Program SAP2000. Penggunaan profil baja pada gedung perpustakaan UNESA dikelompokkan berdasarkan gambar 4.1. Sehingga akan didapat 6 macam profil yang akan digunakan.

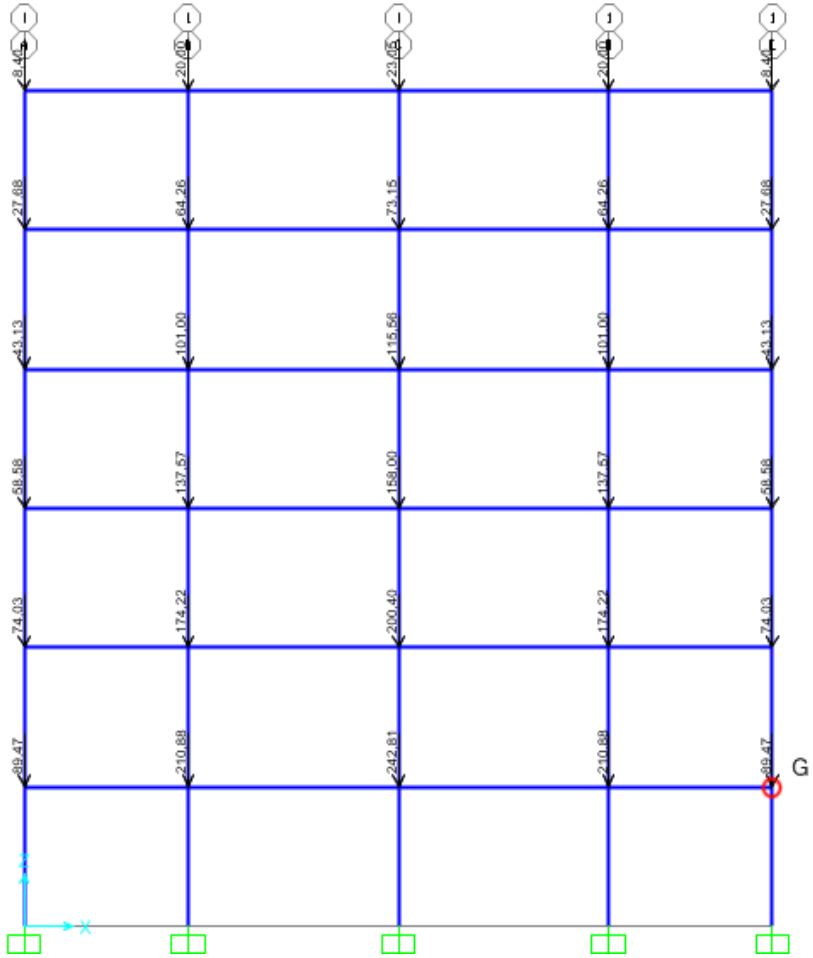
4.1. PEMBEBANAN STRUKTUR



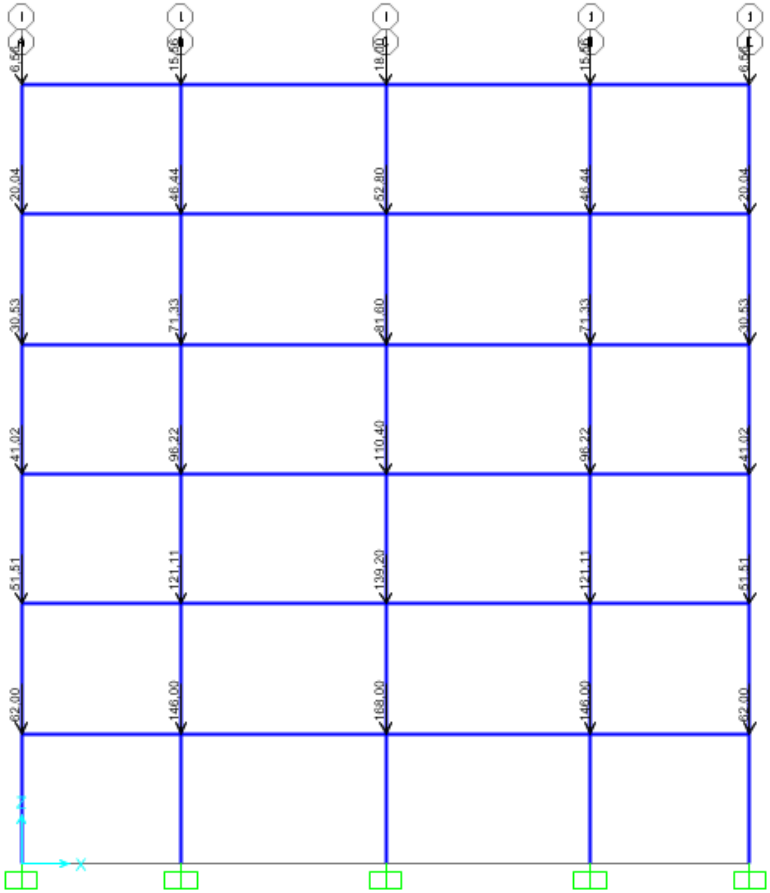
Gambar 4.2. Beban Mati Equivalen



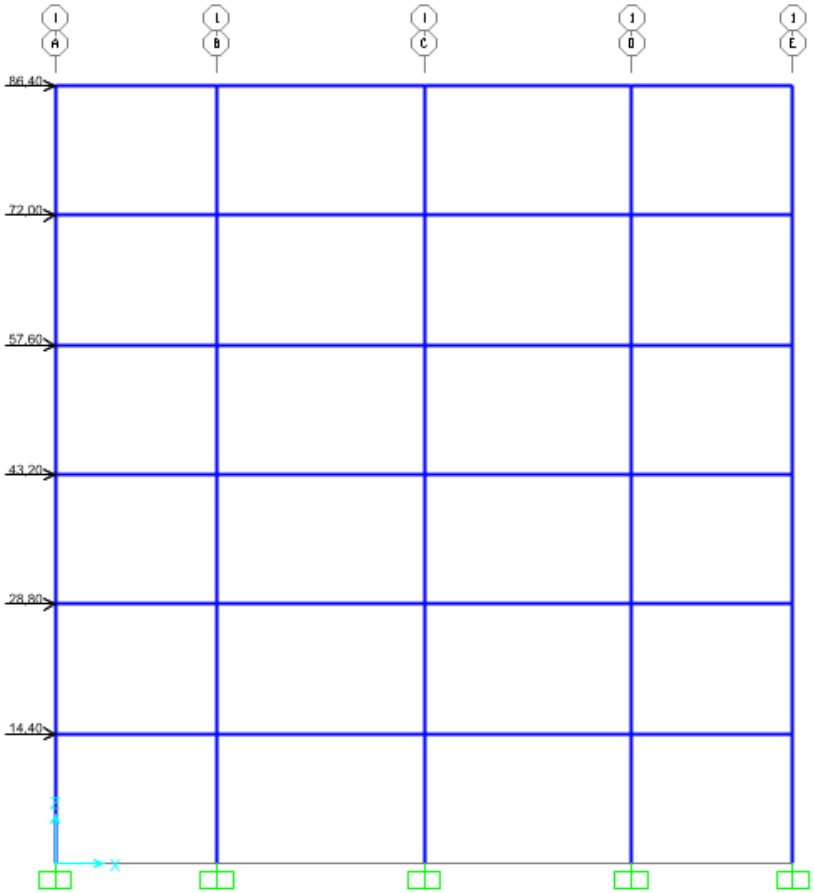
Gambar 4.3. Beban Hidup Equivalen



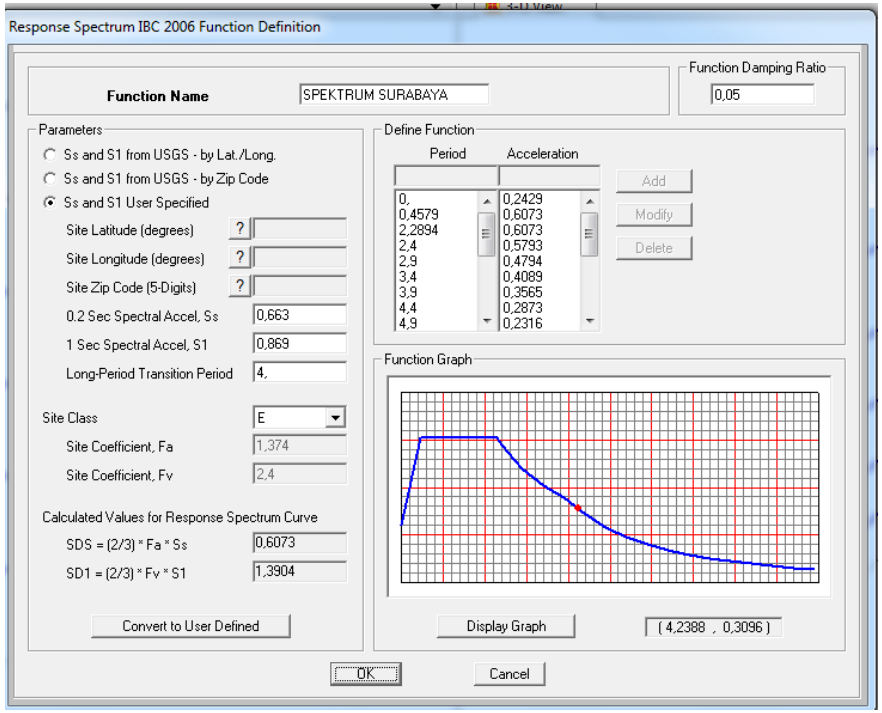
Gambar 4.4. Beban Mati Join



Gambar 4.5. Beban Hidup Join



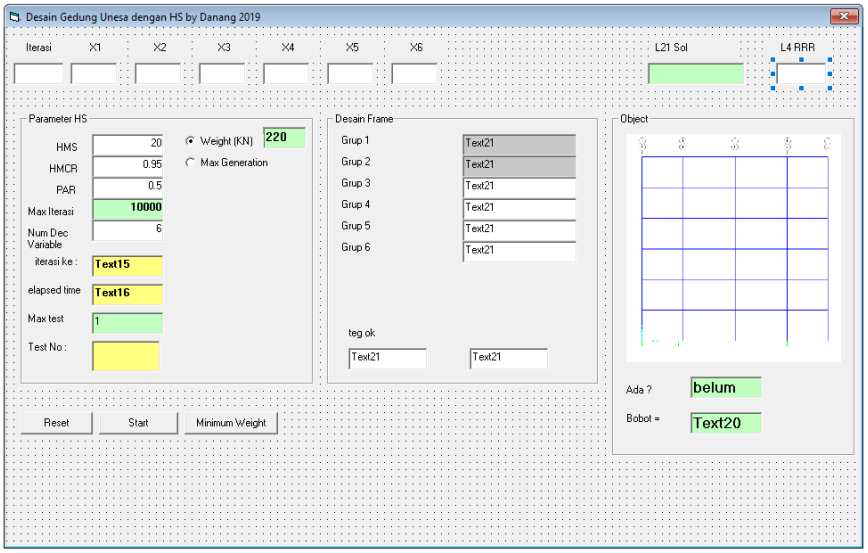
Gambar 4.6. Beban Angin



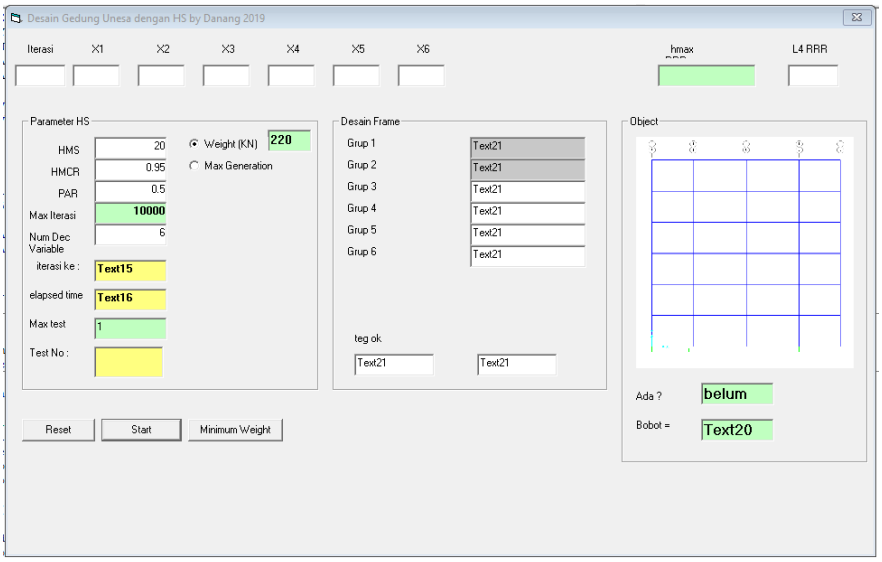
Gambar 4.7. Beban Gempa (Respon Spektrum)

4.2. HASIL PENELITIAN

Proses optimasi penampang pada gedung Perpustakaan UNESA ini menggunakan nilai parameter HS yaitu HMS = 30, HMCR = 0,95, PAR = 0,7, Max. Iterasi 40, Running 10x, Bobot struktur ≤ 220 kN, dan Defleksi ≤ 10,8 cm.



Gambar 4.8. User Interface Semasa Coding



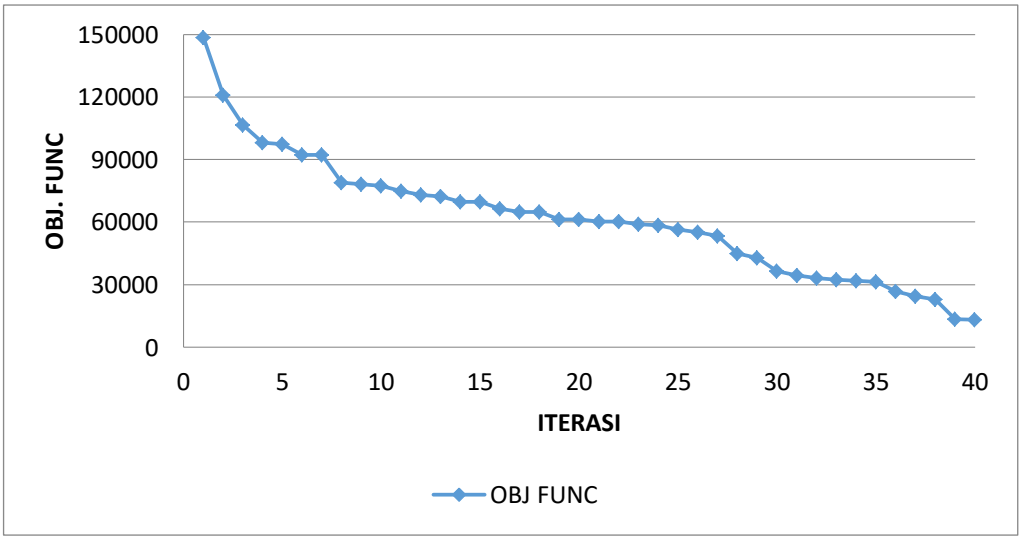
Gambar 4.9. User Interface Semasa Running

Berikut merupakan hasil running dari program HS dan SAP2000 yang dilakukan dengan 10x running.

Tabel 4.1. Hasil Running 1

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	257,225	148577,9	214,555	198,66
2	283,869	120962,4	110,899	102,68
3	258,293	106446,92	81,046	75,04
4	333,11	98150,529	64,885	60,08
5	243,477	97277,659	57,177	52,94
6	266,181	92298,032	53,787	49,80
7	266,181	92298,032	53,787	49,80
8	254,572	78801,987	185,023	171,32
9	254,304	78236,116	184,696	171,01
10	296,138	77331,978	170,963	158,30
11	187,643	74820,111	144,446	133,75
12	264,799	73091,46	56,834	52,62
13	224,862	72216,041	81,595	75,55
14	175,587	69827,578	169,762	157,19
15	175,587	69827,578	169,762	157,19
16	226,091	66295,413	82,268	76,17
17	227,398	64839,881	164,355	152,18
18	194,493	64766,728	130,638	120,96
19	198,37	61275,02	163,26	151,17
20	256,248	61238,232	148,879	137,85
21	225,557	60320,856	71,358	66,07
22	209,957	60213,216	83,63	77,44
23	252,974	59087,139	149,102	138,06
24	240,918	58550,754	65,266	60,43
25	231,368	56322,064	38,747	35,88
26	167,757	55073,539	126,206	116,86
27	252,449	53275,64	59,391	54,99
28	284,26	44899,348	83,006	76,86
29	285,981	42788,15	83,865	77,65
30	177,936	36463,793	67,516	62,51
31	264,193	34404,264	73,403	67,97
32	254,449	33135,361	70,081	64,89
33	266,394	32350,745	121,23	112,25
34	175,444	31894,635	134,21	124,27
35	227,443	31250,605	52,09	48,23
36	232,717	26855,477	53,923	49,93

37	276,349	24537,627	76,979	71,28
38	245,153	22799,229	65,975	61,09
39	248,785	13545,461	40,412	37,42
40	254,885	13112,929	42,565	39,41



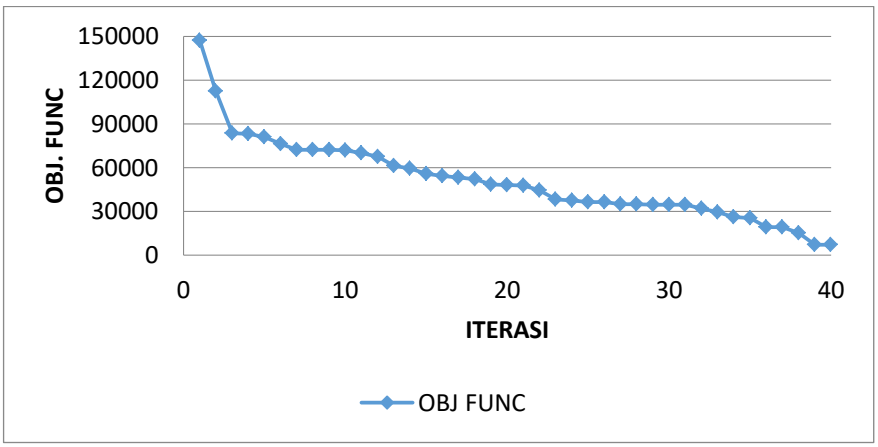
Gambar 4.10 Grafik *Obj. Function* Hasil Running 1

Dari hasil running 1 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-26 dengan berat struktur 167,757 kN, nilai obj. Function 55073,54, dan besar drift (defleksi) 126,06 mm. Berat struktur telah memenuhi namun nilai defleksi lebih besar dari yang disyaratkan (dengan nilai prosentase 116,86%).

Tabel 4.2. Hasil Running 2

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	376,977	146933,364	78,232	72,44
2	231,711	112270,766	86,28	79,89
3	210,057	83535,6353	158,952	147,18
4	211,286	83037,6745	160,292	148,42
5	315,859	80803,8903	84,008	77,79
6	243,22	76230,6506	98,536	91,24
7	253,983	72230,4354	52,885	48,97
8	253,983	72230,4354	52,885	48,97
9	253,983	72230,4354	52,885	48,97
10	216,694	71639,6093	160,149	148,29
11	189,406	69858,1631	137,004	126,86

12	217,23	67472,2123	167,795	155,37
13	256,248	61238,2322	148,879	137,85
14	231,834	59430,3468	81,199	75,18
15	251,645	55588,0489	57,529	53,27
16	155,457	54290,4798	134,163	124,23
17	248,963	53256,0589	54,976	50,90
18	250,84	51888,1677	58,056	53,76
19	233,488	48328,1868	189,403	175,37
20	280,707	48174,6141	81,229	75,21
21	272,93	47520,6526	105,46	97,65
22	271,947	44239,5027	127,135	117,72
23	255,589	38266,4441	70,641	65,41
24	240,572	37437,5394	69,267	64,14
25	210,303	36319,5788	65,286	60,45
26	237,678	36180,291	93,664	86,73
27	217,823	34937,0975	59,375	54,98
28	205,554	34693,4243	52,279	48,41
29	260,405	34438,8212	115,379	106,83
30	264,193	34404,2638	73,403	67,97
31	264,193	34404,2638	73,403	67,97
32	267,947	31830,0054	77,013	71,31
33	168,651	29430,943	130,062	120,43
34	192,504	26223,6609	51,324	47,52
35	185,654	25290,5267	56,128	51,97
36	289,489	19231,2783	70,208	65,01
37	223,934	19034,39	109,755	101,63
38	210,951	15279,5628	54,066	50,06
39	226,773	7029,963	48,939	45,31
40	226,773	7029,963	48,939	45,31



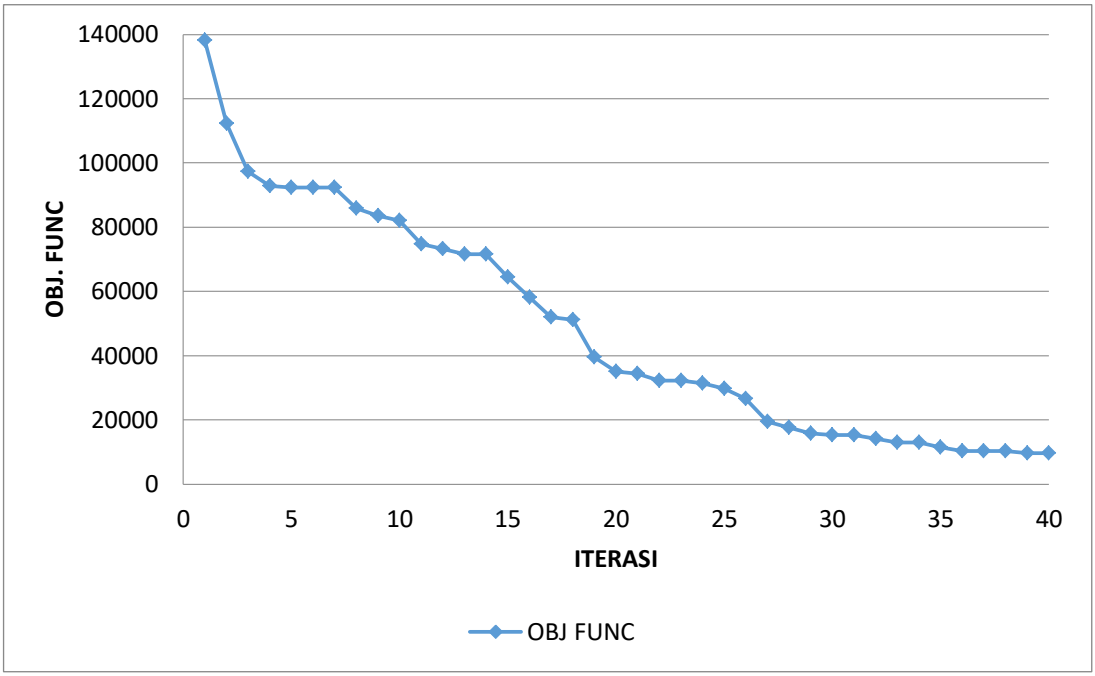
Gambar 4.11 Grafik *Obj. Function* Hasil Running 2

Dari hasil running 2 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-16 dengan berat struktur 155,457 kN, nilai obj. Function 54290,48, dan besar drift (defleksi) 134,163 mm. Berat struktur telah memenuhi namun nilai defleksi lebih besar dari yang disyaratkan (dengan nilai prosentase 124,23%).

Tabel 4.3. Hasil Running 3

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	254,125	138229,397	95,105	88,06
2	231,711	112270,766	86,28	79,89
3	243,477	97277,6588	57,177	52,94
4	284,506	92834,9621	53,876	49,89
5	266,181	92298,0319	53,787	49,80
6	266,181	92298,0319	53,787	49,80
7	266,181	92298,0319	53,787	49,80
8	224,601	85880,0122	39,95	36,99
9	216,399	83551,1527	173,032	160,21
10	236,449	81988,4865	51,422	47,61
11	187,643	74820,1106	144,446	133,75
12	248,262	73230,7347	45,456	42,09
13	216,694	71639,6093	160,149	148,29
14	216,694	71639,6093	160,149	148,29
15	181,989	64512,7252	138,63	128,36
16	244,773	58119,4337	91,108	84,36
17	153,173	52020,5291	149,502	138,43
18	259,377	51265,2723	58,338	54,02
19	238,438	39638,9258	123,482	114,34
20	247,019	35064,7651	72,561	67,19
21	264,193	34404,2638	73,403	67,97
22	207,442	32281,8867	70,93	65,68
23	219,398	32222,2272	56,15	51,99
24	194,046	31494,5941	72,221	66,87
25	333,323	29744,65	38,632	35,77
26	241,2	26551,8596	57,91	53,62
27	261,857	19494,3251	34,437	31,89
28	219,446	17617,6737	43,145	39,95
29	259,455	15765,4088	53,485	49,52
30	210,951	15279,5628	54,066	50,06
31	260,45	15268,4997	52,725	48,82

32	251,935	14133,5535	48,827	45,21
33	258,014	12926,5014	51,119	47,33
34	258,014	12926,5014	51,119	47,33
35	244,829	11506,963	45,593	42,22
36	250,907	10287,187	47,822	44,28
37	250,907	10287,187	47,822	44,28
38	250,907	10287,187	47,822	44,28
39	237,305	9729,505	41,685	38,60
40	237,305	9729,505	41,685	38,60

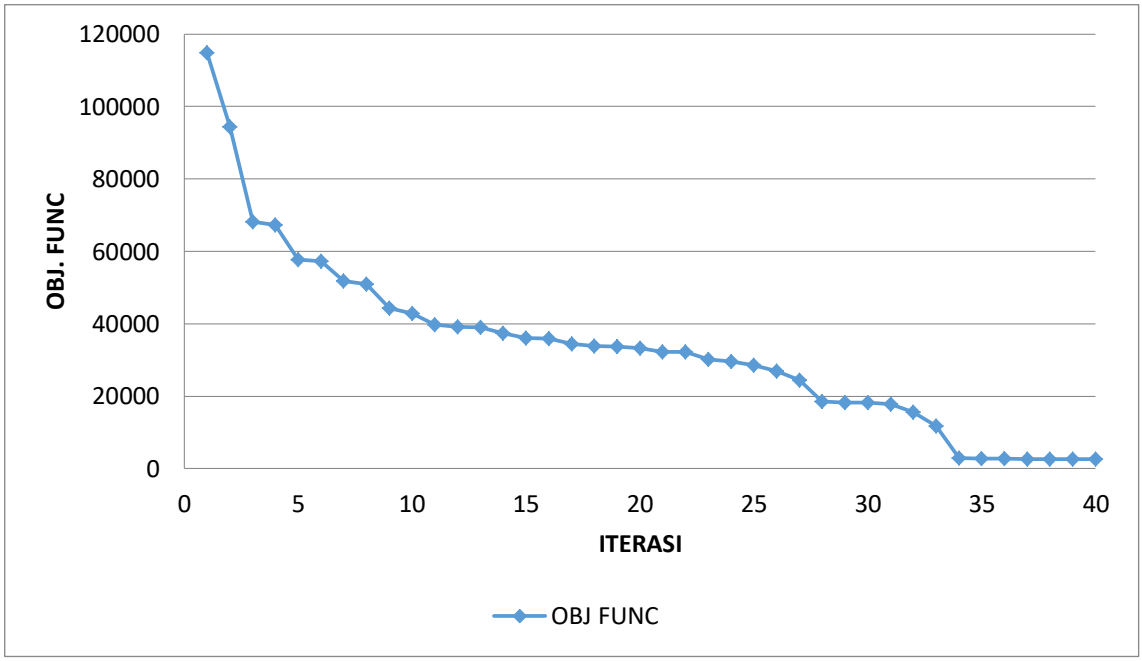


Gambar 4.12. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 3

Dari hasil running 3 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-17 dengan berat struktur 153,173 kN, nilai obj. Function 52020,53 dan besar drift (defleksi) 149,5 mm. Berat struktur telah memenuhi namun nilai defleksi lebih besar dari yang disyaratkan (dengan nilai prosentase 138,43%)

Tabel 4.4. Hasil Running 4

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	269,589	114804,165	101,058	93,57
2	245,265	94317,8115	67,3	62,31
3	229,848	68166,6278	56,678	52,48
4	259,645	67237,0973	188,254	174,31
5	202,37	57767,6161	159,038	147,26
6	202,442	57220,0056	132,435	122,63
7	207,163	51880,5078	116,768	108,12
8	255,824	50877,2277	58,858	54,50
9	156,547	44343,6769	56,683	52,48
10	285,981	42788,15	83,865	77,65
11	261,243	39767,449	72,335	66,98
12	219,231	39216,3322	55,214	51,12
13	283,59	39008,5257	96,095	88,98
14	201,248	37367,9652	67,158	62,18
15	217,476	36039,1152	48,721	45,11
16	230,739	35907,3391	64,747	59,95
17	264,193	34404,2638	73,403	67,97
18	209,957	33917,349	75,546	69,95
19	205,722	33728,4701	70,756	65,51
20	196,772	33301,2936	76,049	70,42
21	207,442	32281,8867	70,93	65,68
22	236,136	32253,5149	119,232	110,40
23	226,091	30162,9834	85,965	79,60
24	220,594	29613,5402	73,239	67,81
25	180,112	28498,0374	55,226	51,14
26	232,717	26855,4774	53,923	49,93
27	202,984	24350,6827	75,418	69,83
28	217,633	18498,805	105,228	97,43
29	248,539	18217,8399	48,962	45,34
30	203,09	18204,1561	56,865	52,65
31	213,745	17732,6131	32,049	29,68
32	254,215	15535,5227	44,483	41,19
33	239,89	11754,61	45,264	41,91
34	270,774	2978,514	47,742	44,21
35	246,617	2712,787	40,442	37,45
36	245,298	2698,278	40,66	37,65
37	243,756	2681,316	40,032	37,07
38	242,778	2670,558	39,532	36,60
39	242,778	2670,558	39,532	36,60
40	242,778	2670,558	39,532	36,60



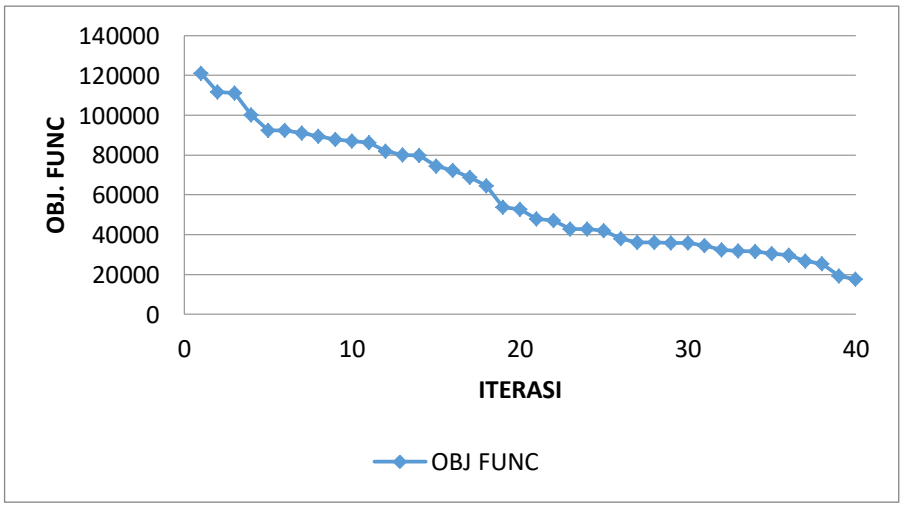
Gambar 4.13. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 4

Dari hasil running 4 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-9 dengan berat struktur 156,457 kN, nilai obj. Function 44343,67 dan besar drift (defleksi) 56,68 mm. Berat struktur dan nilai defleksi telah memenuhi dari yang disyaratkan (dengan prosentase nilai drift 52,48%).

Tabel 4.5. Hasil Running 5

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	239,108	120919,642	95,609	88,53
2	228,779	111684,759	174,953	161,99
3	238,279	110968,313	93,21	86,31
4	273,578	99969,3208	78,702	72,87
5	266,181	92298,0319	53,787	49,80
6	266,181	92298,0319	53,787	49,80
7	262,785	91120,4718	52,684	48,78
8	278,696	89391,6816	51,123	47,34
9	253,131	87772,9556	51,537	47,72
10	244,55	86967,1764	60,104	55,65
11	304,752	86253,2084	156,281	144,70
12	239,108	81872,8677	173,737	160,87

13	207,324	80064,7465	175,023	162,06
14	243,913	79806,2867	186,426	172,62
15	231,209	74292,3875	77,745	71,99
16	224,862	72216,0407	81,595	75,55
17	252,851	68743,8285	146,132	135,31
18	199,329	64361,4646	153,766	142,38
19	254,595	53690,9987	58,424	54,10
20	191,386	52615,281	183,854	170,24
21	287,903	47854,0407	123,265	114,13
22	230,277	46999,83	135,264	125,24
23	285,981	42788,15	83,865	77,65
24	285,981	42788,15	83,865	77,65
25	269,355	41893,394	76,361	70,70
26	230,091	38085,2836	68,376	63,31
27	196,939	36226,9233	66,293	61,38
28	176,179	36017,5448	35,548	32,91
29	294,249	35719,5685	85,836	79,48
30	225,924	35708,8856	49,339	45,68
31	264,193	34404,2638	73,403	67,97
32	207,442	32281,8867	70,93	65,68
33	175,433	31892,6349	134,057	124,13
34	215,465	31671,4597	63,411	58,71
35	177,802	30473,1094	94,157	87,18
36	333,323	29744,65	38,632	35,77
37	232,717	26855,4774	53,923	49,93
38	234,46	25289,7044	117,012	108,34
39	269,008	19219,6677	36,763	34,04
40	189,177	17593,461	42,585	39,43



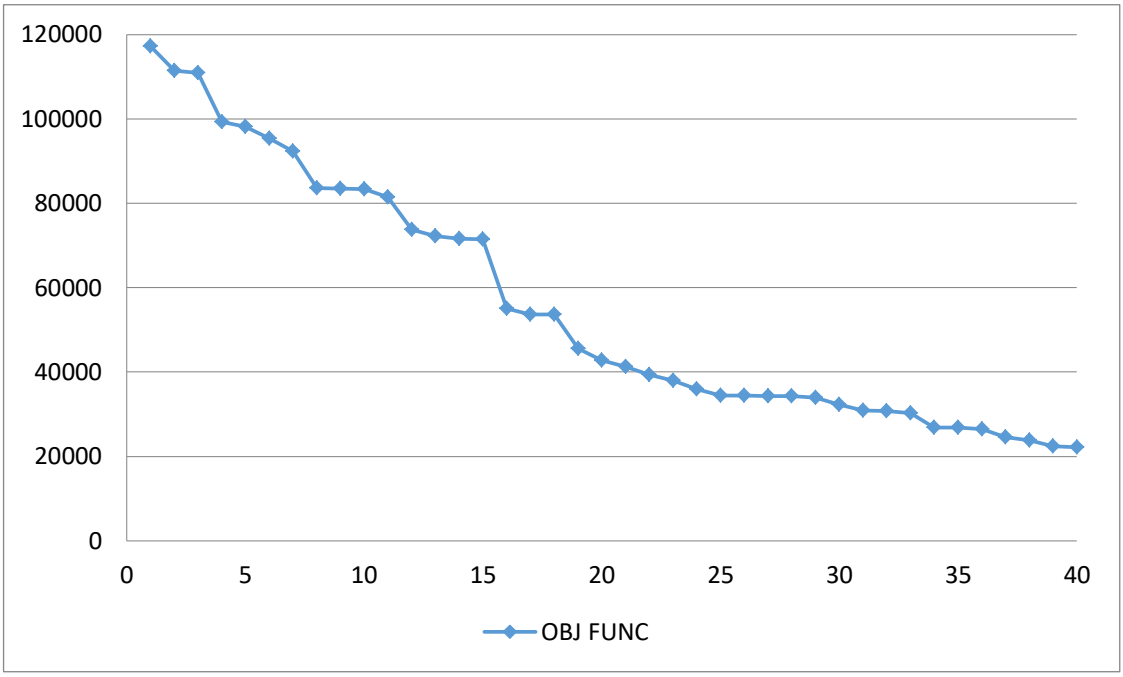
Gambar 4.14. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 5

Dari hasil running 5 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-33 dengan berat struktur 175,433 kN, nilai obj. Function 31892,63 dan besar drift (defleksi) 134,06 mm. Berat struktur telah memenuhi namun nilai defleksi lebih besar dari yang disyaratkan (dengan prosentase nilai drift 124,13%).

Tabel 4.6. Hasil Running 6

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	254,807	117177,502	87,172	80,71
2	255,835	111402,124	68,009	62,97
3	257,008	110912,481	96,226	89,10
4	260,774	99211,1605	73,465	68,02
5	307,97	98174,2299	88,917	82,33
6	268,416	95366,2808	66,972	62,01
7	266,181	92298,0319	53,787	49,80
8	210,057	83535,6353	158,952	147,18
9	265,5	83460,6667	53,929	49,93
10	228,08	83367,2351	61,218	56,68
11	240,907	81497,39	63,45	58,75
12	220,694	73680,3946	164,498	152,31
13	253,983	72230,4354	52,885	48,97
14	216,694	71639,6093	160,149	148,29
15	272,128	71403,891	47,865	44,32
16	281,154	55072,1234	77,478	71,74
17	254,595	53690,9987	58,424	54,10
18	254,595	53690,9987	58,424	54,10
19	222,404	45538,0531	81,692	75,64
20	285,981	42788,15	83,865	77,65
21	198,328	41299,9338	147,045	136,15
22	258,114	39291,1402	70,157	64,96
23	258,26	37988,9371	61,799	57,22
24	254,136	35900,2271	99,99	92,58
25	264,193	34404,2638	73,403	67,97
26	264,193	34404,2638	73,403	67,97
27	256,248	34273,3599	133,694	123,79
28	256,248	34273,3599	133,694	123,79
29	209,957	33917,349	75,546	69,95
30	207,442	32281,8867	70,93	65,68
31	188,526	30843,1163	49,203	45,56

32	206,772	30779,8922	70,483	65,26
33	214,035	30200,3457	46,196	42,77
34	232,717	26855,4774	53,923	49,93
35	232,717	26855,4774	53,923	49,93
36	231,018	26500,4346	68,221	63,17
37	180,615	24609,1415	63,534	58,83
38	255,813	23790,609	69,578	64,42
39	241,466	22456,338	64,128	59,38
40	238,34	22165,62	62,679	58,04

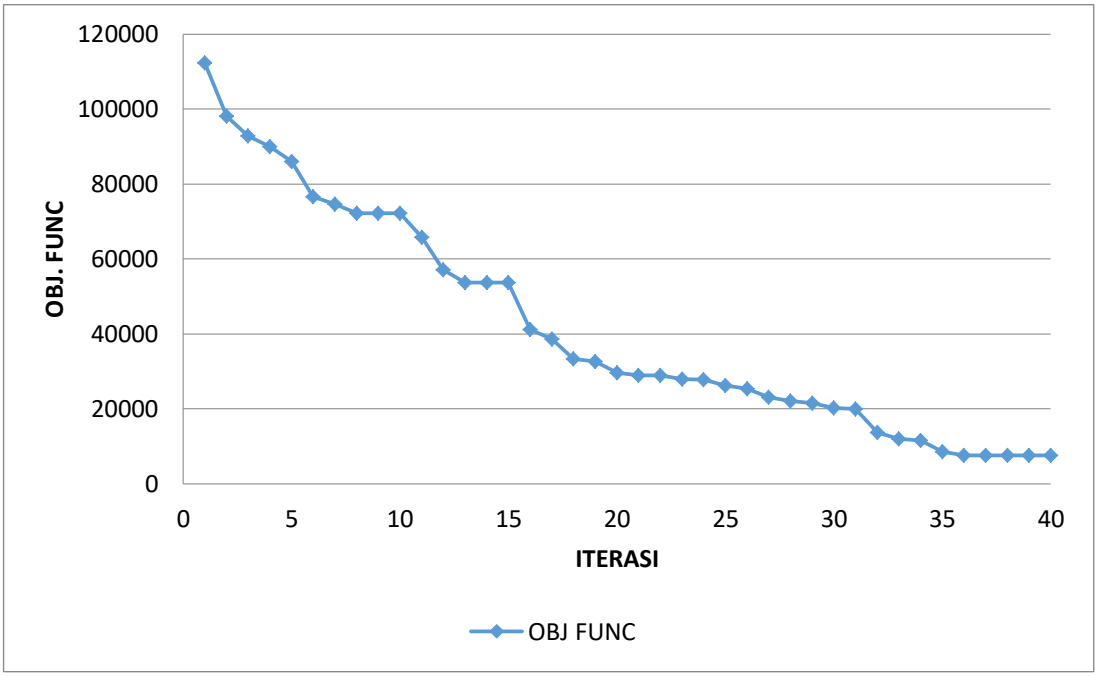


Gambar 4.15. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 6

Dari hasil running 6 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-37 dengan berat struktur 180,615 kN, nilai obj. Function 24609,14 dan besar drift (defleksi) 63,53 mm. Berat struktur dan nilai defleksi telah memenuhi dari yang disyaratkan (dengan prosentase nilai drift 58,83%).

Tabel 4.7. Hasil Running 7

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	231,711	112270,766	86,28	79,89
2	333,11	98150,5286	64,885	60,08
3	295,232	92807,004	55,615	51,50
4	230,516	89959,684	62,067	57,47
5	264,103	85952,0633	53,247	49,30
6	241,991	76614,9904	177,914	164,74
7	280,226	74662,568	209,07	193,58
8	253,983	72230,4354	52,885	48,97
9	224,862	72216,0407	81,595	75,55
10	224,862	72216,0407	81,595	75,55
11	226,739	65722,1291	110,695	102,50
12	217,018	57089,7845	84,869	78,58
13	254,595	53690,9987	58,424	54,10
14	254,595	53690,9987	58,424	54,10
15	254,595	53690,9987	58,424	54,10
16	206,683	41143,4727	68,531	63,45
17	184,47	38628,4094	109,775	101,64
18	164,3	33307,278	48,211	44,64
19	217,476	32637,0291	47,161	43,67
20	208,85	29684,6091	74,154	68,66
21	188,515	28900,5401	51,655	47,83
22	219,51	28874,1581	64,644	59,86
23	243,052	27950,98	65,514	60,66
24	180,179	27734,8368	53,01	49,08
25	231,555	26246,4358	52,147	48,28
26	192,537	25436,6846	56,748	52,54
27	97,923	23116,5037	90,499	83,80
28	237,718	22107,774	62,43	57,81
29	110,169	21555,2614	98,7	91,39
30	230,035	20266,0835	63,352	58,66
31	267,489	19913,6075	36,205	33,52
32	223,624	13641,064	21,612	20,01
33	225,447	11948,691	27,833	25,77
34	267,961	11505,7651	19,663	18,21
35	162,338	8603,914	44,092	40,83
36	245,346	7605,726	20,407	18,90
37	245,346	7605,726	20,407	18,90
38	245,346	7605,726	20,407	18,90
39	245,346	7605,726	20,407	18,90
40	245,346	7605,726	20,407	18,90



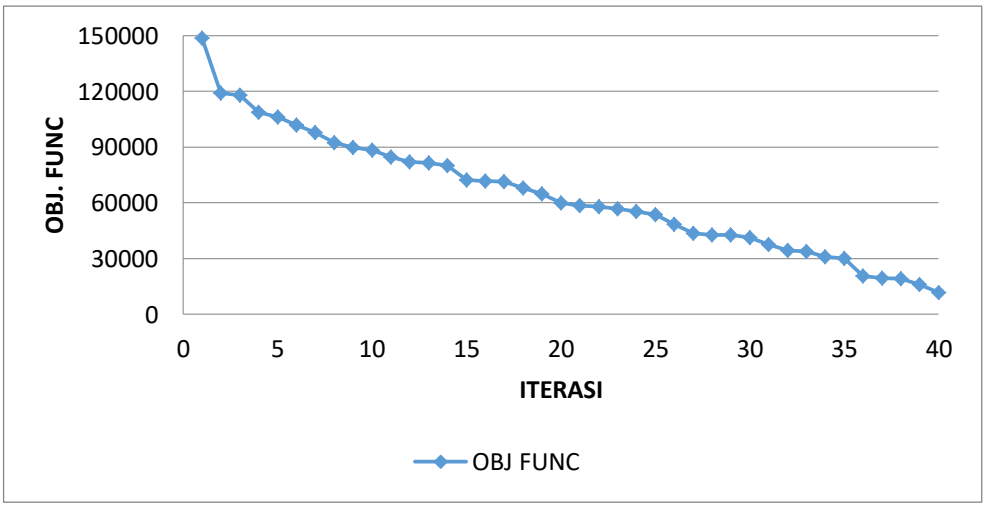
Gambar 4.14. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 7

Dari hasil running 7 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-27 dengan berat struktur 97,923 kN, nilai obj. Function 23116,503 dan besar drift (defleksi) 90,5 mm. Berat struktur dan nilai defleksi telah memenuhi dari yang disyaratkan (dengan prosentase nilai drift 83,8%).

Tabel 4.8. Hasil Running 8

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	257,225	148577,901	214,555	198,66
2	218,162	118970,858	193,155	178,85
3	270,937	117769,645	98,185	90,91
4	341,088	108588,414	67,952	62,92
5	271,388	106228,783	93,554	86,62
6	254,907	101936,42	92,089	85,27
7	268,836	97766,5723	197,71	183,06
8	266,181	92298,0319	53,787	49,80
9	272,886	89717,7455	58,065	53,76
10	291,277	88387,7211	54,078	50,07
11	259,075	84725,921	50,88	47,11
12	239,108	81872,8677	173,737	160,87

13	244,024	81447,6891	183,886	170,26
14	219,946	80096,119	75,576	69,98
15	253,983	72230,4354	52,885	48,97
16	216,694	71639,6093	160,149	148,29
17	272,128	71403,891	47,865	44,32
18	246,117	67917,9762	58,745	54,39
19	224,862	64745,9756	110,2	102,04
20	208,736	59910,5505	226,824	210,02
21	199,777	58492,85	155,658	144,13
22	214,784	57772,0665	128,748	119,21
23	168,078	56622,0212	75,664	70,06
24	207,465	55357,4407	154,935	143,46
25	254,595	53690,9987	58,424	54,10
26	248,516	48563,3592	55,809	51,68
27	239,477	43504,2694	83,205	77,04
28	271,567	42811,7484	78,912	73,07
29	285,981	42788,15	83,865	77,65
30	198,328	41299,9338	147,045	136,15
31	144,315	37544,9462	121,751	112,73
32	264,193	34404,2638	73,403	67,97
33	164,199	33692,8198	129,772	120,16
34	195,096	30843,344	49,92	46,22
35	210,996	29951,2393	73,361	67,93
36	232,192	20533,1588	52,148	48,29
37	272,048	19436,8649	37,515	34,74
38	209,979	19288,2407	86,431	80,03
39	277,232	15925,9953	39,975	37,01
40	130,069	11836,279	53,18	49,24



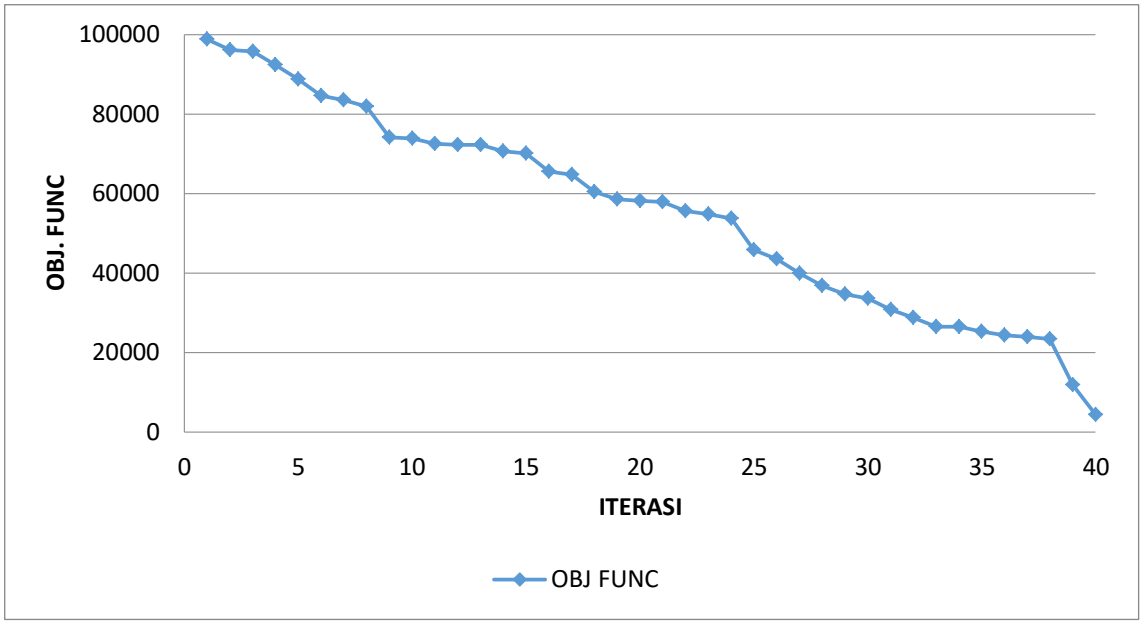
Gambar 4.17. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 8

Dari hasil running 8 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-40 dengan berat struktur 130,07 kN, nilai obj. Function 11836,28 dan besar drift (defleksi) 53,18 mm. Berat struktur dan nilai defleksi telah memenuhi dari yang disyaratkan (dengan prosentase nilai drift 49,24%).

Tabel 4.9. Hasil Running 9

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	299,635	98823,6879	58,662	54,32
2	254,125	96103,5771	181,258	167,83
3	221,7	95701,5336	82,744	76,61
4	266,181	92298,0319	53,787	49,80
5	263,388	88687,2375	52,929	49,01
6	184,678	84615,13	104,633	96,88
7	265,5	83460,6667	53,929	49,93
8	239,108	81872,8677	173,737	160,87
9	246,295	74082,376	44,854	41,53
10	275,346	73900,3407	47,09	43,60
11	245,958	72513,1223	156,428	144,84
12	224,862	72216,0407	81,595	75,55
13	245,075	72212,6637	177,896	164,72
14	260,572	70620,5469	173,251	160,42
15	321,434	70124,0977	109,122	101,04
16	250,974	65499,2779	145,004	134,26
17	224,862	64745,9756	110,2	102,04
18	264,313	60407,0191	111,051	102,83
19	221,041	58505,2199	82,294	76,20
20	230,158	58095,4914	112,838	104,48
21	243,119	57919,8546	100,453	93,01
22	208,031	55572,0732	43,631	40,40
23	243,7	54755,0739	88,599	82,04
24	254,595	53690,9987	58,424	54,10
25	258,651	45854,5707	67,17	62,19
26	197,409	43531,4422	75,003	69,45
27	169,039	39904,7279	58,817	54,46
28	236,192	36755,9288	66,687	61,75
29	272,372	34607,9558	77,726	71,97
30	197,431	33604,4854	80,604	74,63
31	201,186	30708,7535	42,489	39,34

32	181,777	28802,9083	51,994	48,14
33	231,018	26500,4346	68,221	63,17
34	231,018	26500,4346	68,221	63,17
35	234,46	25289,7044	117,012	108,34
36	202,984	24350,6827	75,418	69,83
37	232,739	23980,4091	68,454	63,38
38	251,187	23360,391	67,529	62,53
39	130,069	11836,279	53,18	49,24
40	536,434	4291,472	41,344	38,28

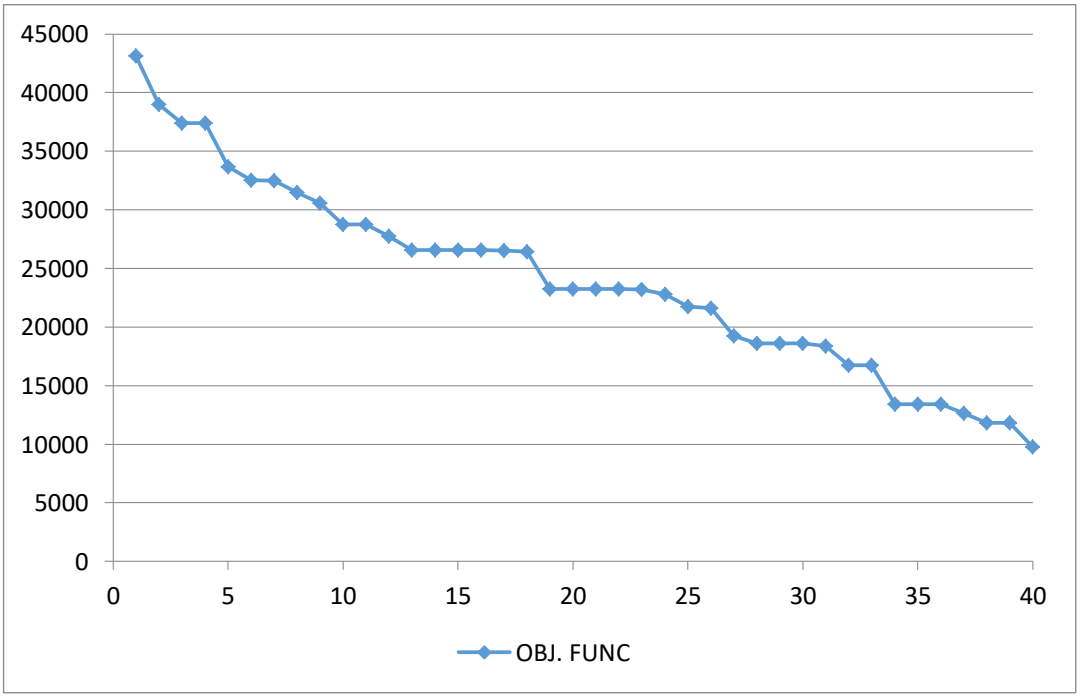


Gambar 4.18. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 9

Dari hasil running 9 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke-39 dengan berat struktur 130,07 kN, nilai obj. Function 11836,28 dan besar drift (defleksi) 53,18 mm. Berat struktur dan nilai defleksi telah memenuhi dari yang disyaratkan (dengan prosentase nilai drift 49,24%).

Tabel 4.10. Hasil Running 10

ITER	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	155,696	43134,10052	82,5	76,39
2	255,256	38993,38325	36,536	33,83
3	131,619	37409,37864	82,525	76,41
4	131,619	37409,37864	82,525	76,41
5	126,068	33656,87957	84,494	78,24
6	118,412	32532,64142	80,488	74,53
7	127,409	32463,80231	83,432	77,25
8	141,551	31497,97368	78,075	72,29
9	127,306	30576,08602	80,988	74,99
10	131,619	28767,46972	80,115	74,18
11	131,619	28767,46972	80,115	74,18
12	141,251	27747,47878	83,225	77,06
13	113,183	26586,0223	75,343	69,76
14	113,183	26586,0223	75,343	69,76
15	113,183	26586,0223	75,343	69,76
16	113,183	26586,0223	75,343	69,76
17	104,993	26533,1875	72,062	66,72
18	109,496	26413,15046	65,019	60,20
19	106,334	23227,69859	79,088	73,23
20	106,334	23227,69859	79,088	73,23
21	106,334	23227,69859	79,088	73,23
22	106,334	23227,69859	79,088	73,23
23	124,234	23189,33475	94,15	87,18
24	103,708	22791,13603	86,372	79,97
25	99,484	21731,37817	78,589	72,77
26	101,197	21630,61789	69,939	64,76
27	113,183	19229,2611	72,45	67,08
28	94,347	18614,13731	72,099	66,76
29	94,347	18614,13731	72,099	66,76
30	94,347	18614,13731	72,099	66,76
31	170,894	18363,10595	41,02	37,98
32	196,068	16754,43155	41,724	38,63
33	196,068	16754,43155	41,724	38,63
34	94,347	13422,91858	68,846	63,75
35	94,347	13422,91858	68,846	63,75
36	94,347	13422,91858	68,846	63,75
37	183,456	12658,464	47,405	43,89
38	142,315	11812,145	40,645	37,63
39	142,315	11812,145	40,645	37,63
40	80,794	9776,074	91,965	85,15

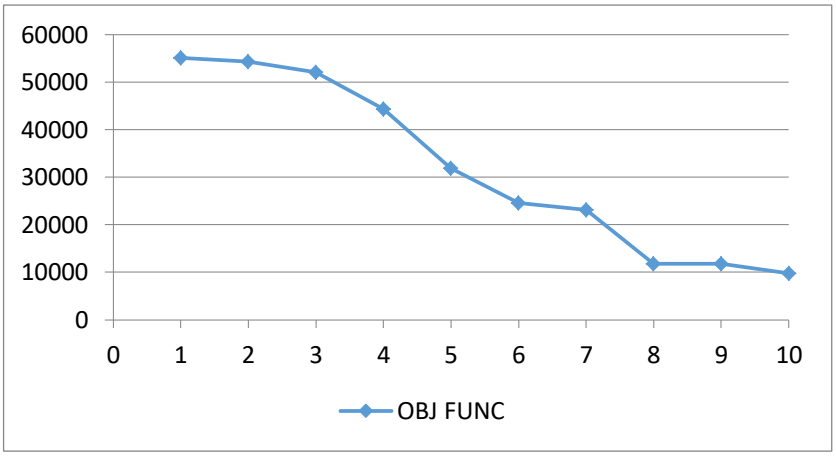


Gambar 4.19. Grafik *Obj. Function* Hasil Running 10

Dari hasil running 10 didapat bobot struktur yang ringan terdapat pada iterasi ke- 40 dengan berat struktur 80,794 kN, nilai obj. Function 9776,074 dan besar drift (defleksi) 91,965 mm. Berat struktur dan nilai defleksi telah memenuhi dari yang disyaratkan (dengan prosentase nilai drift 85,15%).

Tabel 4.11. Hasil Tiap Running

RUNNING	BOBOT (kN)	OBJ. FUNC	DRIFT (mm)	PERB. DRIFT (%)
1	167,757	55073,5389	126,206	116,86
2	155,457	54290,4798	134,163	124,23
3	153,173	52020,5291	149,502	138,43
4	156,547	44343,6769	56,683	52,48
5	175,433	31892,6349	134,057	124,13
6	180,615	24609,1415	63,534	58,83
7	97,923	23116,5037	90,499	83,80
8	130,069	11836,279	53,18	49,24
9	130,069	11836,279	53,18	49,24
10	80,794	9776,074	91,965	85,15



Gambar 4.20. Grafik *Obj. Function* Hasil Tiap Running

Dari 10x running program didapat struktur dengan bobot minimal sebesar 80,79 Kn dengan defleksi 91,965 mm, dan berat rata-rata sebesar 142,78 kN. Dari hasil optimasi struktur, kombinasi profil minimum yang dapat digunakan pada struktur yaitu :

Tabel 4.22. Hasil Optimasi Kombinasi Profil MInimum

X1	X2	X3	X4	X5	X6
W14X398	W14X48	200X100X4,5X7	200X100X4,5X7	200X100X4,5X7	200X100X4,5X7

Dari 10 kali *running* program pada struktur di dapatkan hasil struktur yang lebih ringan. Dengan jumlah iterasi yang banyak dilakukan pada proses optimasi, dapat didapatkannya bobot struktur yang lebih ringan pulan. Dengan demikian program gabungan antara metode Harmony Search dan SAP2000 dapat mengoptimasi penampang struktur sesuai dengan SNI 1729-2015.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil 10x running pada penggabungan program HS dan SAP2000, didapat bahwa:

a. Perilaku penggabungan program HS dan SAP2000 dapat memberikan suatu sistem optimasi penampang struktur dengan bobot yang ringan serta optimum.
b. Struktur gedung perpustakaan UNESA dapat mempunyai 80,79 kN, dan berat rata-rata sebesar 142,783 kN. Ukuran penampang minimal yang dapat digunakan pada kolom yaitu W14X398, W14X48, dan WF 200x100x4,5x7. Sedangkan pada balok yaitu WF 200x100x4,5x7.

5.2. SARAN

Dalam penelitian ini masih membutuhan tindak lanjut oleh peneliti-peneliti yang lain, untuk menyempurnakan penelitian ini kami harapkan dapat dilakukan

1. Penggunaan aplikasi dalam optimasi penampang struktur portal 3D
2. Penggunaan aplikasi pada struktur dengan jumlah lantai lebih dari 6 lantai
3. Penggunaan pada analisa selain struktur portal
4. Penggunaan metode optimasi lain untuk optimasi penampang
5. Penggunaan aplikasi HS selain dalam optimasi penampang
6. Penggunaan aplikasi analisa struktur selain program SAP2000
7. Penulisan aplikasi HS selain dalam program visual basic 6.0

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2012*

Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727-2013*

Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729-2015*.

Ekawati, D. (2018), *Program Aplikasi Fem Untuk Menganalisa Struktur Rangka Baja 2d.*Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya

Geem, Z.W, Jong, H.K, dan Loganathan, G.V. (2001). *A New Heuristic Algorithm: Harmony Search*. Simulation, 76:2

Ghozi, M. (2013). *Perbaikan Kromosom Pada Algoritma Genetik untuk Optimasi Struktur Baja.* Disertasi Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Novermber Surabaya

Ghozi, M. (2014). *Influence of Randomized Data Code in Harmoni Search Method for Steel Structure Arrangeent.* Academic Research International Vol. 5(4) July2014

Ghozi, M, dan P. Suprobo. (2015). *Modified Harmony Search for Optimizing 2D Steel Stucture Based on AISC 360-05 Code.* International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 10 Number 13 (2015) pp33206-33210

Ghozi, M. (2018). *Comparison of Genetic Algorithm and Harmony Search Method for 2D Geometry Optimization.* MATEC Web of Conferences 159, 01009

Gunawan, Rudy. (1987). *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta : Kanisius

Hafid, Yahya A. (2018). *Optimasi Geometri Truss Baja 2 Dimensi Dengan Menggunakan Algoritma Genetik Dan FEM.* Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya

Indra, Dkk, (2012). *Penerapan Harmony Search Algorithm Dalam Permasalahan Penjadwalan Flow Shop.* Jurnal Dunia Teknologi Informasi Vol 1, No 1 (2012) 1-7

Saka, M.P., dkk. (2011). *Harmony Search Algorithms In Structural Engineering*. Computational Optimization & Applications SCI 359 pp 145-182

Setiawan, Agus. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta : Erlangga

Sugiharto, T.W. (2009). *Aplikais Algoritma Genetik Untuk Optimasi Perencanaan Struktur Kuda-Kuda Baja Dua Dimensi*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya

Suyanto. (2010). *Algoritma Optimasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 – SOURCE CODE PENGGABUNGAN HS DAN SAP2000

```
Option Explicit
Const SYNCHRONIZE = &H100000
Const INFINITE = &HFFFF
Const WAIT_OBJECT_0 = 0
Const WAIT_TIMEOUT = &H102
Private Declare Function OpenProcess Lib "kernel32" ( _
    ByVal dwDesiredAccess As Long, ByVal bInheritHandle As Long, _
    ByVal dwProcessId As Long) As Long
Private Declare Function WaitForSingleObject Lib "kernel32" (ByVal hHandle As Long, ByVal dwMilliseconds As Long) As Long
Private Declare Function CloseHandle Lib "kernel32" (ByVal hObject As Long) As Long
Private Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMS As Long)
Private Declare Function GetTickCount Lib "kernel32" () As Long
Dim limit(6, 3), X(10), EEE, tptp, PPP: Dim JN(100, 100), YM(6):
Dim HM(500, 10), XCOORD(90), YCOORD(90), length(90)
Dim ND, hms, HMCR, PAR, MaxImp, i, j, d1, iter, hmax_num, hmax, hmin, hmin_num, mbrt, mberat, bbt, startim
Dim i1 As Double: Dim i2 As Double: Dim i3 As Double: Dim i4 As Double
Dim i5 As Double: Dim i6 As Double
Dim wijin As Double: Dim sol As Double
Dim rrr, NoOfMembers, NoOfJoints As Double: Dim totime As Double
Dim totiter As Double: Dim msql As String: Dim rs As adodb.Recordset: Dim condb As adodb.Connection
Dim lp: Dim rho, tegijin, lendijin

Private Sub RunSAP_Chromosome(mindex As String)
Dim lPid As Long, lHnd As Long, lRet As Long, i As Double
i = Val(mindex)
```

```
lPid = Shell("C:\SAP2K15\sap2000.exe D:\DNG\Autosave\chromosome" & mindex & ".mdb /r p2 s3 b2 /d s /k /c", vbNormalFocus)
   If lPid <> 0 Then
      lHnd = OpenProcess(SYNCHRONIZE, 0, lPid)         'Get a handle to the shelled process.
      If lHnd <> 0 Then                                'If successful, wait for the
         lRet = WaitForSingleObject(lHnd, INFINITE) ' application to end.
         CloseHandle (lHnd)
         DoEvents 'Close the handle.
      End If
   End If
pause 500
DoEvents
End Sub "s3 = multithread solver s2= advanced, s1 = standard solver, b1= harus 32, b2= kalobisa 64

Private Function Rand(ByVal Low As Long, ByVal High As Long) As Long
  Randomize Timer:  Rand = Int((High - Low + 1) * Rnd) + Low
End Function

Private Sub Command1_Click()
Dim PauseTime, Start, Finish, TotalTime: Dim msql As String: Dim uji As Integer

totime = 0
startim = Timer
'Timer1_Timer.Enabled = True
Text1 = "": Text16 = ""
For i = 1 To 6
   Text2(i - 1) = ""
Next i

     'Step #0 Data Constanta FEM
   rho = 0.00277 'kg/cm3 = 0,1 lb/in cu
   wijin = Val(Text19)
```

```
tegijin = 1722.5
lendijin = 5.08 ' = 2 inci
NoOfJoints = 6
NoOfMembers = 6
PPP = -(45359)  ' 450kn = 100 kip
EEE = 689000# '689140# 'kg/cm2 = 10e4 ksi
tptp = 10 ^ 30 ' aslinya 10 ^ 30
XCOORD(1) = 0:    YCOORD(1) = 0:   XCOORD(2) = 914:   YCOORD(2) = 0
XCOORD(3) = 1828:  YCOORD(3) = 0:   XCOORD(4) = 0:    YCOORD(4) = 914
XCOORD(5) = 914:    YCOORD(5) = 914: XCOORD(6) = 1828:   YCOORD(6) = 914

For i = 1 To NoOfMembers
  YM(i) = EEE ' Modulus of elasticity 10000
Next i

JN(1, 1) = 1:   JN(1, 2) = 2:   JN(2, 1) = 2:   JN(2, 2) = 3
JN(3, 1) = 4:   JN(3, 2) = 5:   JN(4, 1) = 5:   JN(4, 2) = 6
JN(5, 1) = 2:   JN(5, 2) = 5:   JN(6, 1) = 3:   JN(6, 2) = 6

length(1) = 914: length(2) = 914: length(3) = 914: length(4) = 914: length(5) = 914: length(6) = 914:
length(7) = 1292.59: length(8) = 1292.59: length(9) = 1292.59: length(10) = 1292.59:

'Step 1 Initialize Parameters
'lower limit, upper limit & # of initial segments
limit(1, 1) = 1:  limit(1, 2) = 71:  limit(1, 3) = 71
limit(2, 1) = 1:  limit(2, 2) = 71:  limit(2, 3) = 71
limit(3, 1) = 1:  limit(3, 2) = 71:  limit(3, 3) = 71
limit(4, 1) = 1:  limit(4, 2) = 71:  limit(4, 3) = 71
limit(5, 1) = 1:  limit(5, 2) = 71:  limit(5, 3) = 71
limit(6, 1) = 1:  limit(6, 2) = 71:  limit(6, 3) = 71
'HMS = 30: HMCR = 0.95: PAR = 0.7: MaxImp = 30000
```

```
    hms = Val(Text5): HMCR = Val(Text6): PAR = Val(Text7): MaxImp =
Val(Text8)
    ND = Val(Text18) '10 'number of decision variables

    'Step 2. Initialize HMS
       For i = 1 To hms
          HM(i, 0) = 0
       Next i

       For i = 1 To hms
          For j = 1 To ND
             HM(i, j) = 0
          Next j
       Next i

       Set condb = New adodb.Connection
       condb.Open _
       "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
       "Data Source=" & App.Path & "\database\datafitness.mdb;" & _
       "Persist Security Info=False"
'     msql = "delete * from HM"
'     condb.Execute msql, , 1

    For i = 1 To hms
       DoEvents
        For j = 1 To ND
          Randomize
          d1 = limit(j, 2) - limit(j, 1)
          X(j) = Int(limit(j, 1) + d1 * Rnd)
          If X(j) <= 0 Or X(j) > 71 Then X(j) = Int(Rand(1, 71))
        Next j

       For j = 1 To ND
          HM(i, j) = Int(X(j))
```

```
        Next j

        HM(i, 0) = dng(X(1), X(2), X(3), X(4), X(5), X(6) , rrr)
        DoEvents
        totiter = totiter + 1

'       Set condb = New adodb.Connection
'       condb.Open _
'       "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
'       "Data Source=" & App.Path & "\database\datafitness.mdb;" & _
'       "Persist Security Info=False"
'       msql = "insert into [HM] values ('" & (i) & "', '" & (HM(i, 0)) & "','" & (rrr) & "')"
'       condb.Execute msql, , 1
    Next i

   'Step 3. Improvise New Harmony

   Set condb = New adodb.Connection
   condb.Open _
      "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
      "Data Source=" & App.Path & "\database\datafitness.mdb;" & _
      "Persist Security Info=False"
   msql = "delete * from Fitness":  condb.Execute msql, , 1

   For          iter          =          1          To          MaxImp          '
==========================================================

    Text15 = iter:  'Text16 = Int(Timer - startim): DoEvents
    For j = 1 To ND
     If Rnd >= HMCR Then  '3a. Random Searching
         d1 = limit(j, 2) - limit(j, 1)
         X(j) = Int(limit(j, 1) + d1 * Rnd)
     Else        '3b. Harmony Memory Considering
         d1 = Int(hms * Rnd) + 1
```

```
        X(j) = Int(HM(d1, j))

        If Rnd <= PAR Then   '3c. Pitch Adjusting
            d1 = Int((limit(j, 2) - limit(j, 1)) / limit(j, 3))
            If Rnd > 0.5 Then
              X(j) = Int(X(j) + d1 * Rnd)
            Else
              X(j) = Int(X(j) - d1 * Rnd)
            End If
        End If
    End If
    If j < 11 Then
       If X(j) <= 0 Or X(j) > 42 Then X(j) = Int(Rand(1, 42))
    End If
  Next j

  sol = dng(X(1), X(2), X(3), X(4), X(5), X(6), rrr)
  DoEvents
  i1 = X(1): i2 = X(2): i3 = X(3): i4 = X(4): i5 = X(5): i6 = X(6)

Set condb = New adodb.Connection
condb.Open _
    "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
    "Data Source=" & App.Path & "\database\datafitness.mdb;" & _
    "Persist Security Info=False"
     ' Step4. Update HM ======================
    hmax_num = 1: hmax = HM(1, 0)
    For i = 2 To hms
      If HM(i, 0) > hmax Then
        hmax_num = i
        hmax = HM(i, 0)
      End If
    Next i
```

```
        If sol < hmax Then
          For j = 1 To ND
            HM(hmax_num, j) = (X(j))
          Next j
          HM(hmax_num, 0) = sol
        End If

        hmin_num = 1: hmin = HM(1, 0)
        For i = 2 To hms
          If HM(i, 0) < hmin Then
            hmin_num = i
            hmin = (HM(i, 0))
          End If
        Next i
'       totime = Int(Int(Timer - startim))
'       i1 = X(1): i2 = X(2): i3 = X(3): i4 = X(4): i5 = X(5): i6 = X(6)

    ' STOPPING CRITERIA ==================
    Text2(10) = Format(mbrt, "#0.##0"): Text3 = rrr: DoEvents
    If rrr = 0 And mbrt < wijin Then
       msql = "insert into Fitness values(" & (iter) & ", '" & i1 & "','" & i2 & "', '" & i3 &
"', '" & i4 & "', '" & i5 & "', '" & i6 & "', " & (mbrt) & ", " & (rrr) & ", " & (sol) & ")"
       condb.Execute msql, , 1
       If Option1(0).Value = True Then
           Exit For
       End If
    ElseIf rrr = 0 And mbrt > wijin Then
       msql = "insert into Fitness values(" & (iter) & ", '" & i1 & "','" & i2 & "', '" & i3 &
"', '" & i4 & "', '" & i5 & "', '" & i6 & "', " & (mbrt) & ", " & (rrr) & ", " & (sol) & ")"
       condb.Execute msql, , 1
    ElseIf rrr > 0 Then
   End If
Next iter
```

```
totime = Int(Timer - startim)
Text16 = totime
'condb.Close
End Sub

Private Sub Command2_Click()
'Dim rs As adodb.Recordset
'Dim condb As adodb.Connection
'Dim msql As String
'
'Set condb = New adodb.Connection
'
'condb.Open _
'    "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
'    "Data Source=" & App.Path & "\Database\datafitness.mdb;" & _
'    "Persist Security Info=False"
'
'msql = "SELECT X1,x2,x3,x4,x5,x6"
'condb.Execute msql, , 1
'Set rs = condb.Execute(msql, , 1)
'
'Label10 = rs!x1
'Label11 = rs!x2
'Label12 = rs!x3
'Label13 = rs!x4
'Label14 = rs!x5
'Label15 = rs!x6
'
'condb.Close
'Set condb = Nothing

End Sub

Private Sub Command3_Click()
```

```
'Dim rs As adodb.Recordset
'Dim condb As adodb.Connection
'Dim msql As String
'
'Set condb = New adodb.Connection
'
'condb.Open _
'    "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
'    "Data Source=" & App.Path & "\Database\datafitness.mdb;" & _
'    "Persist Security Info=False"
'
'msql = "SELECT X1,x2,x3,x4,x5,x6,"
'condb.Execute msql, , 1
'Set rs = condb.Execute(msql, , 1)
'
'Label10 = rs!x1
'Label11 = rs!x2
'Label12 = rs!x3
'Label13 = rs!x4
'Label14 = rs!x5
'Label15 = rs!x6
'condb.Close
'Set condb = Nothing

End Sub

Private Sub Command4_Click()
Dim SourceFile, DestinationFile

Dim jro As New JetEngine
 jro.CompactDatabase "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
          "Data Source=" & App.Path & "\Database\datafitness.mdb;", _
          "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
          "Data Source=" & App.Path & "\Database\datafitnessr.mdb;"
```

```
        MsgBox ("Finished Compacting Database!")

        SourceFile = App.Path & "\Database\datafitnessr.mdb" ' Define source file name.
        DestinationFile = App.Path & "\Database\datafitness.mdb" ' Define target file name.
        FileCopy SourceFile, DestinationFile ' Copy source to target.

        MsgBox "Copyfile Hasil Repair", vbOKOnly
        Kill App.Path & "\Database\datafitnessr.mdb"
End Sub


Public Function compactDB(ByVal SOUR_path As String, _
   ByVal DEST_path As String) As Boolean

'  On Error GoTo Err_compact
'  Private jro As New jro.JetEngine
" Source and Destination connection path
'  Private DB_sour As String, DB_dest As String
'  DoEvents
'
'  DB_sour = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
'           "Data Source=" & App.Path & "\Database\datafitness.mdb;"
'  DB_dest = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
'           "Data Source=" & App.Path & "\Database\datafitness.mdb;"
'
'
'     jro.CompactDatabase DB_sour, DB_dest
'
'  compactDB = True
  Exit Function
End Function
```

```
Private Sub Command6_Click() ' multi test

Dim i, j As Integer: Dim rs As adodb.Recordset: Dim condb As adodb.Connection
Dim msql, msql1, msql2 As String: Dim myEmpty As Boolean: Dim mycheck As Boolean



Set condb = New adodb.Connection
condb.Open _
   "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
   "Data Source=" & App.Path & "\Database\datafitness.mdb;" & _
   "Persist Security Info=False"

' msql1 = "delete * from sumfitness"
' condb.Execute msql1, , 1
 msql1 = "delete * from HM"
 condb.Execute msql1, , 1

totiter = 1
For i = 1 To Val(Text17) ' multi test
'    Timer1_Timer.Enabled = True
   Text20(1) = "": Text20(0) = "belum"
   Text4 = "": Text4 = i
   DoEvents
   Command1_Click
   DoEvents
   If Text20(0) = "ada" Then
      msql = "SELECT * FROM fitness WHERE (((fitness.error) = 0)) order by bobot
asc"
      condb.Execute msql, , 1
      Set rs = condb.Execute(msql, , 1)
      i1 = rs!x1: i2 = rs!x2: i3 = rs!x3: i4 = rs!x4: i5 = rs!x5:  i6 = rs!x6:
      rrr = rs!Error: mbrt = rs!bobot:
```

```
        i1 = X(1): i2 = X(2): i3 = X(3): i4 = X(4): i5 = X(5): i6 = X(6)
        msql = "insert into SumFitness values('" & i & "','" & iter - 1 & "', '" & i1 & "','" &
i2 & "', '" & i3 & "', '" & i4 & "', '" & i5 & "', '" & i6 & "', '" & mbrt & "', '" & rrr & "', '"
& totime & "')"
        condb.Execute msql, , 1
    End If
Next

condb.Close
Set condb = Nothing

MsgBox "Total process " & i - 1 & ""

End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim i As Integer
For i = 1 To 6
    Label1(i) = "X" & i
Next
'totime = Int(Timer - startim)
'Text12 = totime
Label21 = "  hmax            RRR"

End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
totime = Int(Timer - startim)
Text16 = totime: DoEvents
Text12 = totime
If Text12 >= 10 Then
    Text11 = Text11 + 1
    Text12 = 0
End If
```

```
If Text11 >= 59 Then
   Text10 = Text10 + 1
   Text11 = 0
End If
If Text10 >= 59 Then
   Text9 = Text9 + 1
   Text10 = 0
End If
End Sub
Private Sub teratur()
'   For i = 1 To 6 ' grupkolom luar- kolom dalam-balok luar1-bl luar 2 - bl dl  -bl dl 2
'      mhasil = X(i)
'      msql = _
'      "SELECT * FROM frame WHERE (((frame.Kodebiner) = '" & mhasil & "'))"
'      condb.Execute msql, , 1
'      Set rs3 = condb.Execute(msql, , 1)
'      t3(i) = rs3!t3
'      t2(i) = rs3!t2
'      area(i) = rs3!area
'   Next
'
'      mbrt = 0
'      For e = 1 To 3 ' column grup
'         mbrat(e) = 7.84904757236607E-06 * 3500 * area(e) * 2 'kolom 3500mm
'         mbrt = mbrt + mbrat(e)
'      Next
'      For e = 4 To 6 ' beam group
'         mbrat(e) = 7.84904757236607E-06 * 8000 * area(e) * 1 'beam 8000mm
'         mbrt = mbrt + mbrat(e)
'      Next
'      Next
'   ' constraint dari gedung hh1, hh2, hh3,hh4, hh5
```

```
'                                                                    '
=================================================================
===
'   For lt = 1 To 2
'      Rkol(lt) = (t3(lt + 1)) / (t3(lt)) 'kolom dalam
'   Next
'   hh1 = 0
'   For lt = 1 To 2
'           konstrainu4 = 0
'           konsu4 = Rkol(lt) - 1
'           If konsu4 <= 0 Then
'             konstrainu4 = 0
'           ElseIf konsu4 > 0 Then
'             konstrainu4 = konsu4 ^ 2
'           End If
'           hh1 = hh1 + konstrainu4 'konstrain untuk kolom disambung
'   Next
"
=================================================================
===
'   For lt = 1 To 3
'      rbk(lt) = (t2(lt + 3)) / (t2(lt)) 'balok-kolom
'   Next
'   hh2 = 0
'   For lt = 1 To 3
'           konstrainu8 = 0
'           konsu8 = rbk(lt) - 1
'           If konsu8 <= 0 Then
'             konstrainu8 = 0
'           ElseIf konsu8 > 0 Then
'             konstrainu8 = konsu8 ^ 2
'           End If
'           hh2 = hh2 + konstrainu8 'konstrain untuk sambungan balok-kolom
'   Next
```

```
'   ' ========================================
'   Dim rbb(9)
'   For lt = 1 To 2
'      rbb(lt) = (t3(lt + 4)) / (t3(lt + 3)) 'balok dalam
'   Next
'
'   hh3 = 0
'   For lt = 1 To 2
'           konstrainu8 = 0
'           konsu8 = rbb(lt) - 1
'           If konsu8 <= 0 Then
'             konstrainu8 = 0
'           ElseIf konsu8 > 0 Then
'             konstrainu8 = konsu8 ^ 2
'           End If
'           hh3 = hh3 + konstrainu8 'konstrain untuk balok-balok
'   Next
'   ' =========================
'   Dim Rbr(9), rbrbl(9)
'   For lt = 1 To 2
'      Rbr(lt) = (t3(lt + 7)) / (t3(lt + 6)) 'tinggi br lebih kecil drpd tinggi br di bawahnya
'   Next
'
'   For lt = 1 To 2
'      rbrbl(lt) = (t2(lt + 6)) / (t2(lt + 3)) 'lebar br lebih kecil drpd lebar balok
'   Next
'
'   hh4 = 0
'   For lt = 1 To 2
'           konstrainu8 = 0
'           konsu8 = Rbr(lt) - 1
'           If konsu8 <= 0 Then
'             konstrainu8 = 0
'           ElseIf konsu8 > 0 Then
```

```
'               konstrainu8 = konsu8 ^ 2
'           End If
'           hh4 = hh4 + konstrainu8 'konstrain untuk brace-brace
'   Next
'   hh5 = 0
'   For lt = 1 To 2
'           konstrainu8 = 0
'           konsu8 = rbrbl(lt) - 1
'           If konsu8 <= 0 Then
'             konstrainu8 = 0
'           ElseIf konsu8 > 0 Then
'             konstrainu8 = konsu8 ^ 2
'           End If
'           hh5 = hh5 + konstrainu8 'konstrain untuk sambungan brace-balok dalam
'   Next
End Sub
Sub pause(lama As Long)
Dim u%, tick As Long
tick = GetTickCount()
Do
   u% = DoEvents
Loop Until tick + lama < GetTickCount
End Sub
```

LAMPIRAN 2 – KODE TIAP PROFIL

KODE	PROFIL
000	200x100x4,5x7
001	200x100x5,5x8
002	200x150x6x9
003	200x200x10x16
004	200x200x12x12
005	200x200x8x12
006	250x125x5x8
007	250x125x6x9
008	250x175x7x11
009	250x250x11x11
010	250x250x14x14
011	250x250x8x13
012	250x250x9x14
013	300x150x5,5x8
014	300x150x6,5x9
015	300x200x8x12
016	300x200x9x14
017	300x300x10x15
018	300x300x11x17
019	300x300x12x12
020	300x300x15x15
021	300x300x9x14
022	350x175x6x9
023	350x175x7x11
024	350x250x8x12
025	350x250x9x14
026	350x350x10x16
027	350x350x12x19
028	350x350x13x13
029	350x350x14x22
030	350x350x16x16
031	350x350x19x19
032	400x200x7x11
033	400x200x8x13
034	400x300x10x16
035	400x300x9x14
036	400x400x11x18
037	400x400x13x21
038	400x400x15x15

KODE	PROFIL
039	400x400x16x24
040	400x400x18x18
041	400x400x18x28
042	400x400x20x35
043	400x400x21x21
044	400x400x30x50
045	400x400x45x70
046	450x200x8x12
047	450x200x9x14
048	450x300x10x15
049	450x300x11x18
050	500x200x10x16
051	500x200x11x19
052	500x200x9x14
053	500x300x11x15
054	500x300x11x18
055	600x200x10x15
056	600x200x11x17
057	600x200x12x20
058	600x200x13x23
059	600x300x12x17
060	600x300x12x20
061	600x300x14x23
062	700x300x13x20
063	700x300x13x24
064	700x300x15x28
065	800x300x14x22
066	800x300x14x26
067	800x300x16x30
068	900x300x15x23
069	900x300x16x28
070	900x300x18x34
071	W10X100
072	W10X112
073	W10X12
074	W10X15
075	W10X17
076	W10X19
077	W10X22

KODE	PROFIL
078	W10X26
079	W10X30
080	W10X33
081	W10X39
082	W10X45
083	W10X49
084	W10X54
085	W10X60
086	W10X68
087	W10X77
088	W10X88
089	W12X106
090	W12X120
091	W12X136
092	W12X14
093	W12X152
094	W12X16
095	W12X170
096	W12X19
097	W12X190
098	W12X210
099	W12X22
100	W12X230
101	W12X252
102	W12X26
103	W12X279
104	W12X30
105	W12X305
106	W12X336
107	W12X35
108	W12X40
109	W12X45
110	W12X50
111	W12X53
112	W12X58
113	W12X65
114	W12X72
115	W12X79
116	W12X87

KODE	PROFIL
117	W12X96
118	W14X109
119	W14X120
120	W14X132
121	W14X145
122	W14X159
123	W14X176
124	W14X193
125	W14X211
126	W14X22
127	W14X233
128	W14X257
129	W14X26
130	W14X283
131	W14X30
132	W14X311
133	W14X34
134	W14X342
135	W14X370
136	W14X38
137	W14X398
138	W14X426
139	W14X43
140	W14X455
141	W14X48
142	W14X500
143	W14X53
144	W14X550
145	W14X605
146	W14X61
147	W14X665
148	W14X68
149	W14X730
150	W14X74
151	W14X82
152	W14X90
153	W14X99
154	W16X100
155	W16X26

KODE	PROFIL
156	W16X31
157	W16X36
158	W16X40
159	W16X45
160	W16X50
161	W16X57
162	W16X67
163	W16X77
164	W16X89
165	W18X106
166	W18X119
167	W18X130
168	W18X143
169	W18X158
170	W18X175
171	W18X192
172	W18X211
173	W18X234
174	W18X258
175	W18X283
176	W18X311
177	W18X35
178	W18X40
179	W18X46
180	W18X50
181	W18X55
182	W18X60
183	W18X65
184	W18X71
185	W18X76
186	W18X86
187	W18X97
188	W21X101
189	W21X111
190	W21X122
191	W21X132
192	W21X147
193	W21X166
194	W21X182

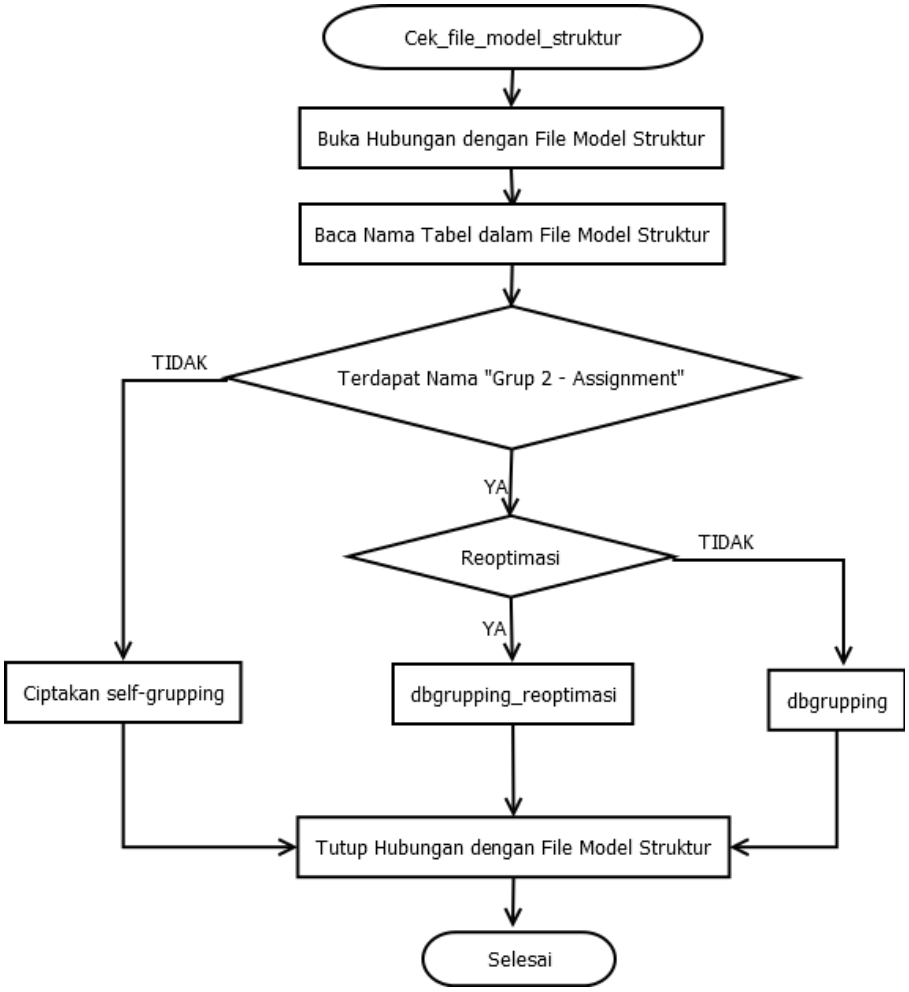
KODE	PROFIL
195	W21X201
196	W21X223
197	W21X248
198	W21X275
199	W21X300
200	W21X333
201	W21X364
202	W21X402
203	W21X44
204	W21X50
205	W21X57
206	W21X62
207	W21X68
208	W21X73
209	W21X83
210	W21X93
211	W24X103
212	W24X104
213	W24X117
214	W24X131
215	W24X146
216	W24X162
217	W24X176
218	W24X192
219	W24X207
220	W24X229
221	W24X250
222	W24X279
223	W24X306
224	W24X335
225	W24X370
226	W24X408
227	W24X450
228	W24X492
229	W24X55
230	W24X62
231	W24X68
232	W24X76
233	W24X84

KODE	PROFIL
234	W24X94
235	W27X102
236	W27X114
237	W27X129
238	W27X146
239	W27X161
240	W27X178
241	W27X194
242	W27X217
243	W27X235
244	W27X258
245	W27X281
246	W27X307
247	W27X336
248	W27X368
249	W27X407
250	W27X448
251	W27X494
252	W27X539
253	W27X84
254	W27X94
255	W30X108
256	W30X116
257	W30X124
258	W30X132
259	W30X148
260	W30X173
261	W30X191
262	W30X211
263	W30X235
264	W30X261
265	W30X292
266	W30X326
267	W30X357
268	W30X391
269	W30X433
270	W30X477
271	W30X526

KODE	PROFIL
272	W30X581
273	W30X90
274	W30X99
275	W33X118
276	W33X130
277	W33X141
278	W33X152
279	W33X169
280	W33X201
281	W33X221
282	W33X241
283	W33X263
284	W33X291
285	W33X318
286	W33X354
287	W33X387
288	W33X424
289	W33X468
290	W33X515
291	W33X567
292	W33X619
293	W36X135
294	W36X150
295	W36X160
296	W36X170
297	W36X182
298	W36X194
299	W36X210
300	W36X230
301	W36X232
302	W36X245
303	W36X256
304	W36X260
305	W36X280
306	W36X300
307	W36X328
308	W36X359
309	W36X393

KODE	PROFIL
310	W36X439
311	W36X485
312	W36X527
313	W36X588
314	W36X650
315	W36X720
316	W36X798
317	W36X848
318	W40X149
319	W40X167
320	W40X183
321	W40X192
322	W40X199
323	W40X215
324	W40X221
325	W40X235
326	W40X244
327	W40X249
328	W40X264
329	W40X268
330	W40X277
331	W40X297
332	W40X298
333	W40X324
334	W40X328
335	W40X362
336	W40X397
337	W40X436
338	W40X480
339	W40X531
340	W40X593
341	W40X655
342	W44X198
343	W44X224
344	W44X248
345	W44X285

LAMPIRAN 3 – DIAGRAM ALIR CEK_FILE_MODEL_STRUKTUR

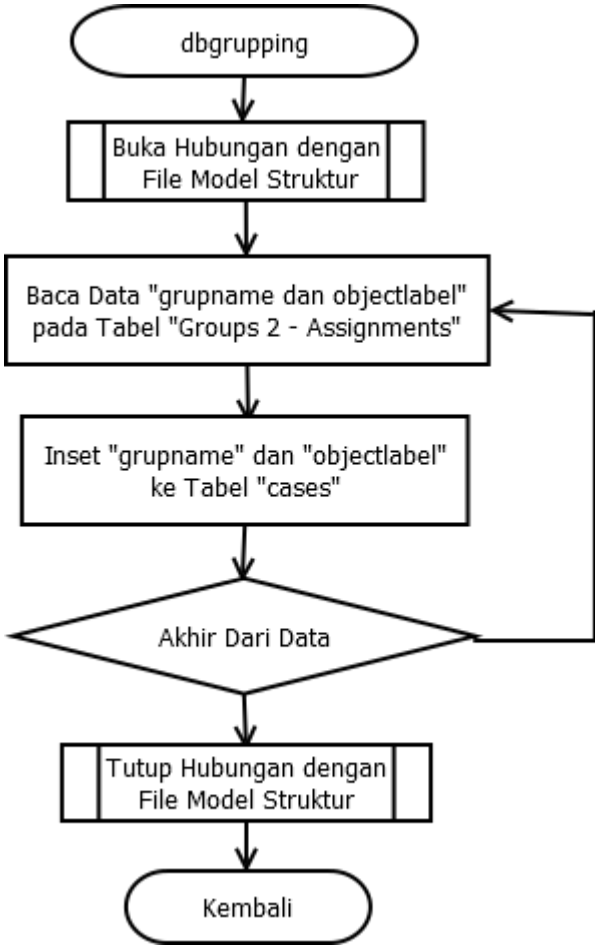


LAMPIRAN 4 – KODE GRUP DAN NOMOR ELEMEN

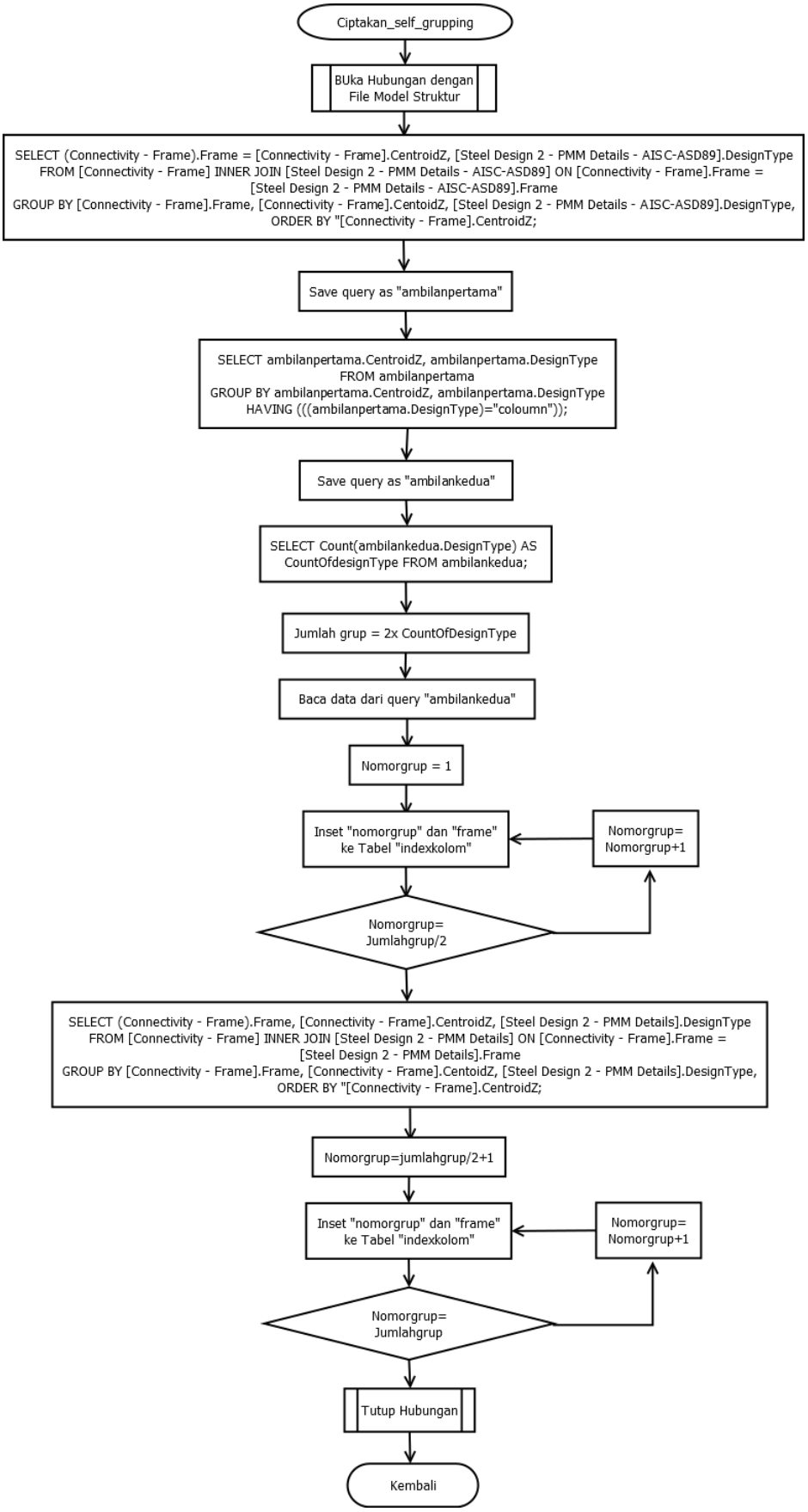
FRAME	CASES
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	2
17	2
18	2
19	2
20	2
21	3
22	3
23	3
24	3
25	3
26	3
27	3

FRAME	CASES
28	3
29	3
30	3
31	4
32	4
33	4
34	4
35	4
36	4
37	4
38	4
39	5
40	5
41	5
42	5
43	5
44	5
45	5
46	5
47	6
48	6
49	6
50	6
51	6
52	6
53	6
54	6

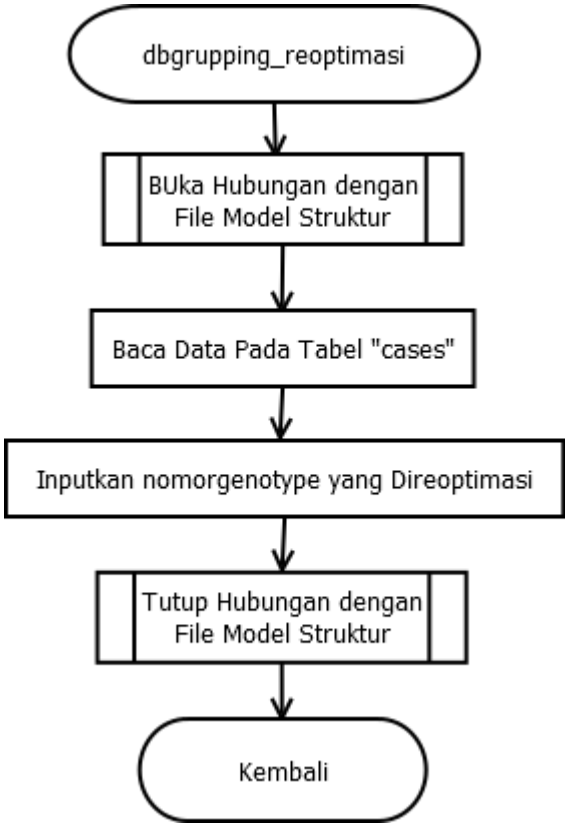
LAMPIRAN 5 – DIAGRAM ALIR “dbgrupping”



LAMPIRAN 5a – DIAGRAM ALIR Ciptakan_Self_Grupping



LAMPIRAN 5b – DIAGRAM ALIR PEMBUATAN dbgruppping_reoptimasi



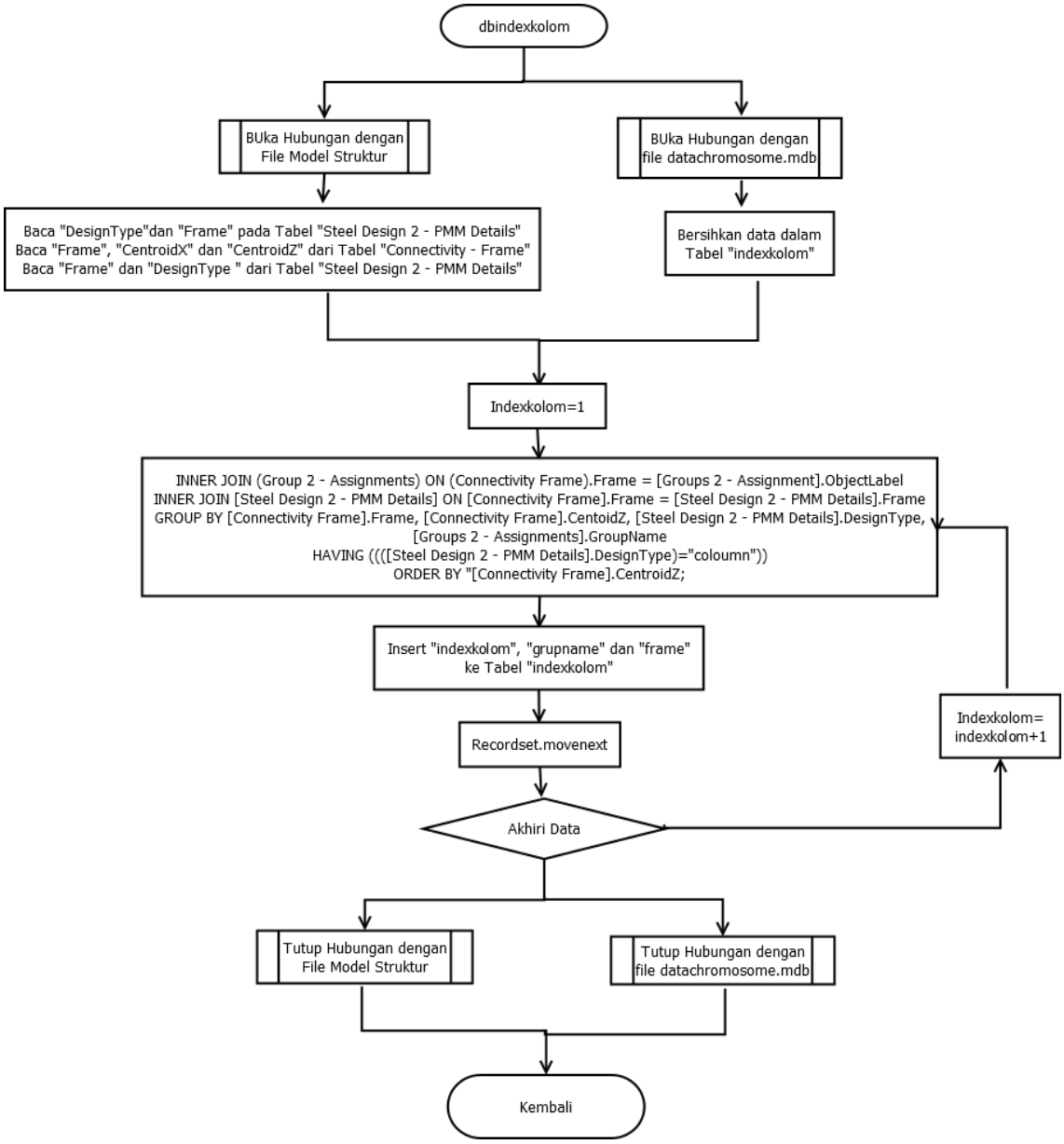
LAMPIRAN 6 – INDEX KOLOM, INDEX BALOK, DAN INDEX JOINT

INDEX KOLOM				
FRAME	**CASES**		**FRAME**	**CASES**
1	1		16	2
2	1		17	2
3	1		18	2
4	1		19	2
5	1		20	2
6	1		21	3
7	1		22	3
8	1		23	3
9	1		24	3
10	1		25	3
11	2		26	3
12	2		27	3
13	2		28	3
14	2		29	3
15	2		30	3

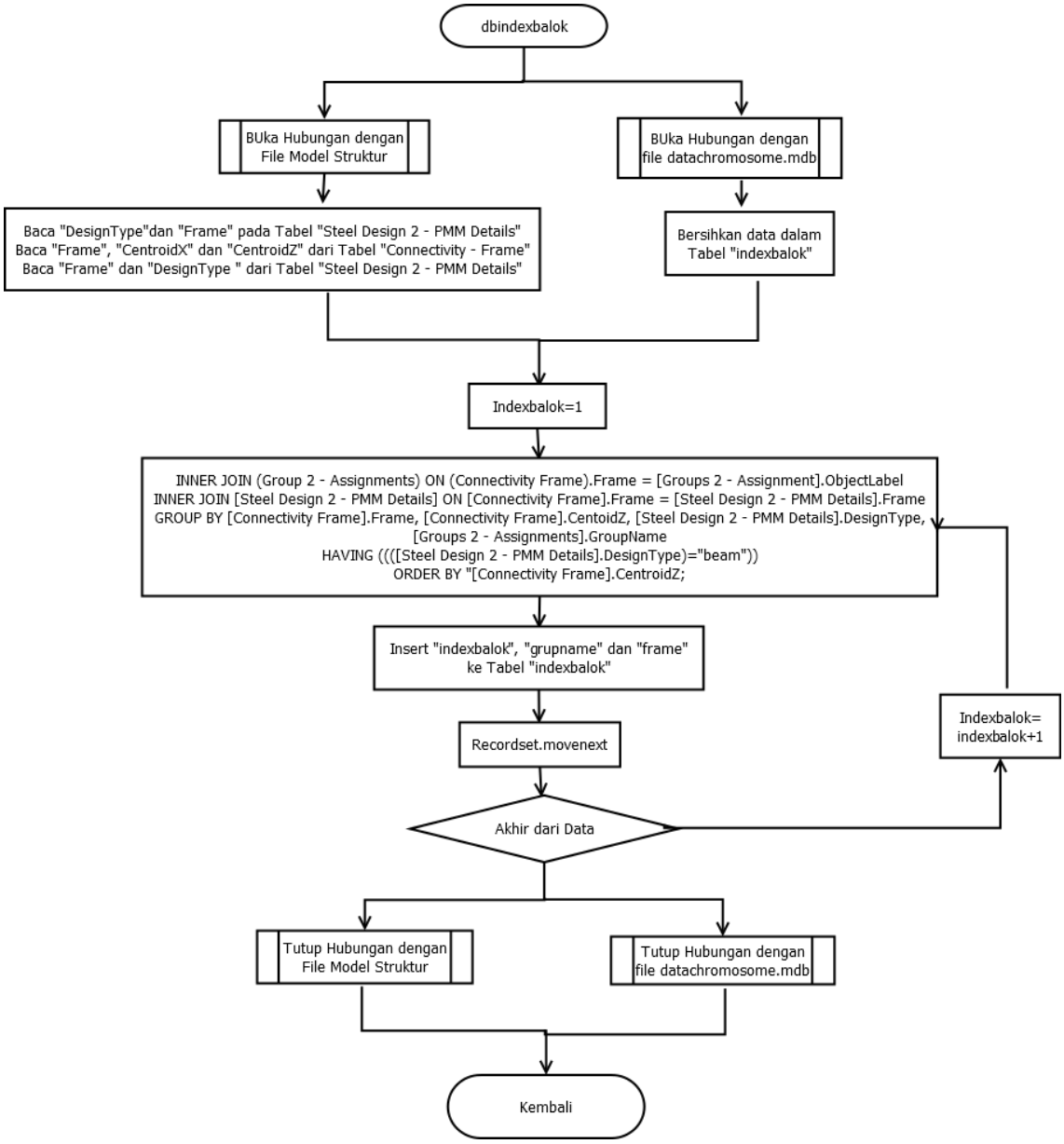
INDEX BALOK				
FRAME	**CASES**		**FRAME**	**CASES**
31	4		43	5
32	4		44	5
33	4		45	5
34	4		46	5
35	4		47	6
36	4		48	6
37	4		49	6
38	4		50	6
39	5		51	6
40	5		52	6
41	5		53	6
42	5		54	6

INDEX JOINT	
LANTAI	**JOINT**
1	6
2	11
3	16
4	21
5	26
6	31

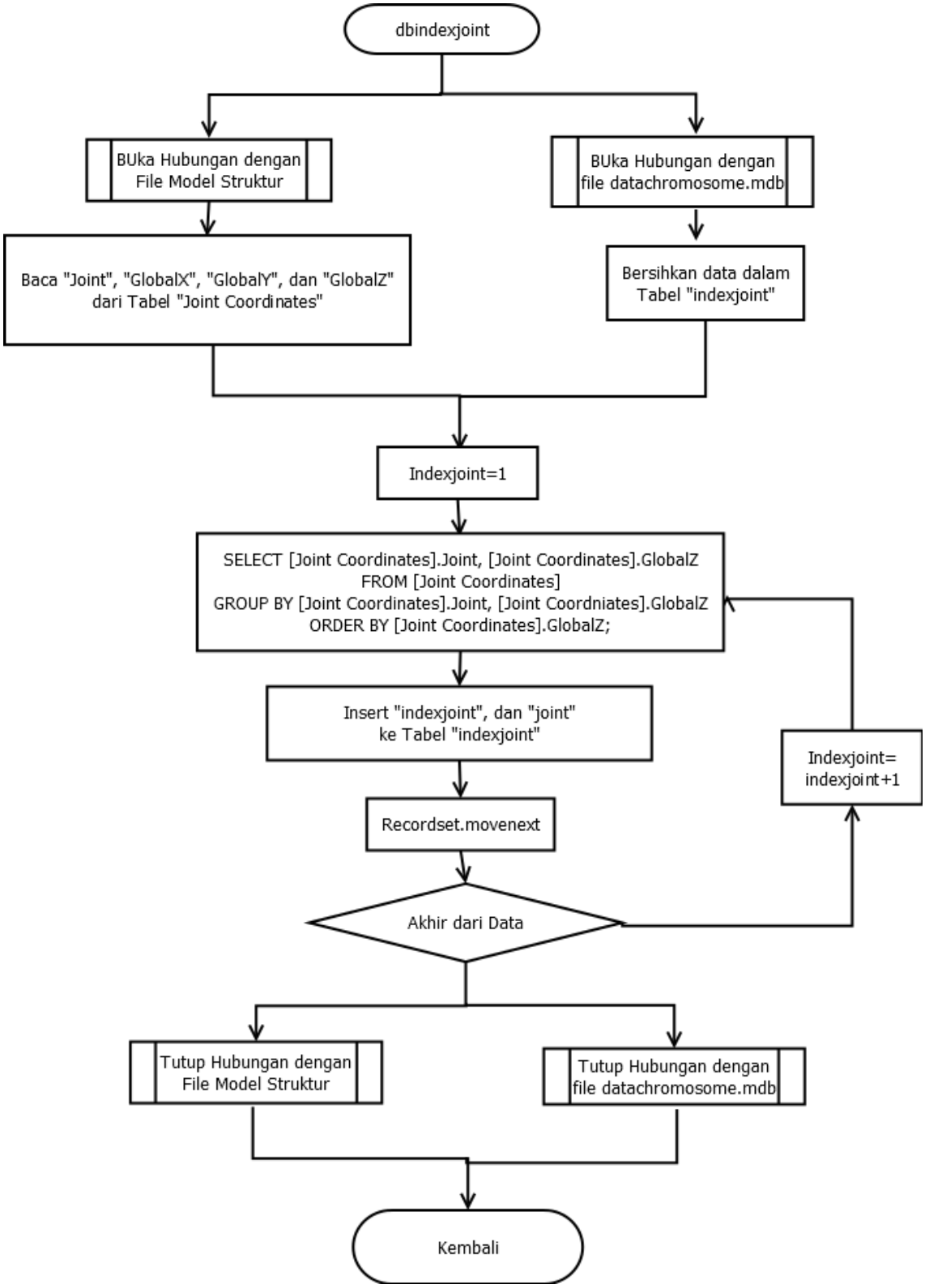
LAMPIRAN 7 – DIAGRAM ALIR “dbindexkolom”



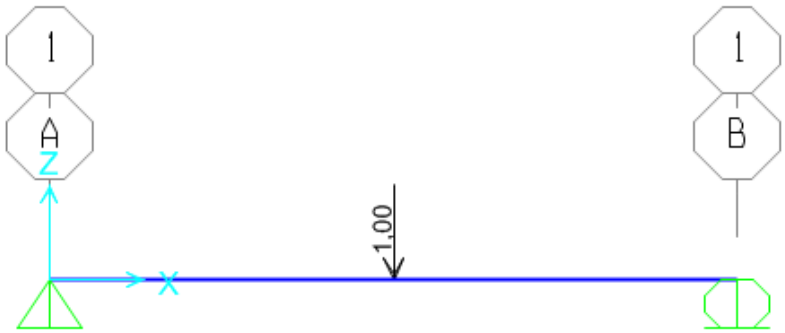
LAMPIRAN 8 – DIAGRAM ALIR “dbindexbalok”



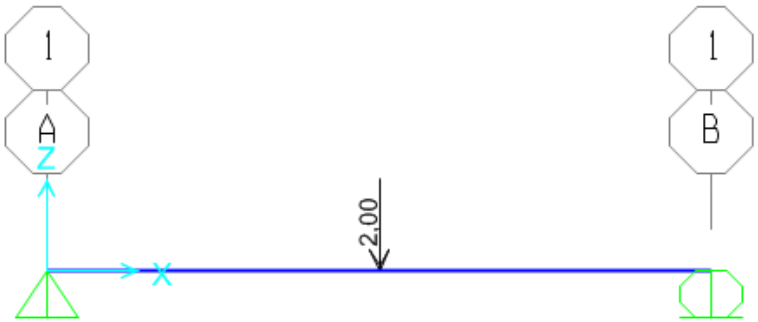
LAMPIRAN 9 – DIAGRAM ALIR "dbindexjoint"



LAMPIRAN 10 – CONTOH HASIL PENGUJIAN *HARMONY SEARCH*



Beban Join Mati



Beban Join Hidup

Dengan struktur sederhana dan beban seperti pada gambar di atas, proses optimasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Harmony Search*. Parameter yang digunakan HMS = 30, HMCR = 0,95, PAR = 0,3, Max. Iterasi = 40, dan running 2x. Hasil dari pengujian optimasi pada *Harmony Search* menunjukkan bahwa profil minimal yang dapat digunakan pada struktur tersebut yaitu W10x68 yang memiliki berat struktur 2,9 kN dengan defleksi 0,113mm. Sedangkan profil maximal yang dapat digunakan pada struktur tersebut yaitu W12x72 yang memiliki berat struktur 3,14 kN dengan defleksi 0,076mm. Dari pengujian tersebut menunjukkan hasil yang cukup baik dalam optimasi penampang pada struktur tersebut. Dengan demikian *Harmony Search* dapat digunakan dalam optimasi penampang pada struktur yang lebih rumit.

RIWAYAT HIDUP

Danang Wisnu Budiarto merupakan penulis dari Tugas Akhir yang berjudul "OPTIMASI PENAMPANG GEDUNG PERPUSTAKAAN UNESA DENGAN STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN METODE *HARMONY SEARCH* DAN SAP2000 BERDASRKAN SNI 1729-2015". Penulis lahir di Sidoarjo, Jawa Timur pada tanggal 5 April 1995. Penulis merupakan anak dari bapak Madkan Budiarto dan ibu Lianik. Penulis merupakan anak ketiga dari lima bersaudara.

Mendapatkan ijazah SD pada tahun 2007 di SDN Medaeng II Waru Sidoarjo, mendapatkan ijazah SMP pada tahun 2010 di SMPN 1 Taman Sidoarjo, dan mendapatkan ijazah SMK pada tahun 2013 di SMK Farmasi Sekesal Surabaya. Penulis Menempuh pendidikan Strata satu (S1) di perguruan tinggi pada tahun 2015 pada program studi Teknik Sipil Uniersitas Bhayangkara Surabaya dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2019.

Penulis pernah mengikuti organisasi yaitu Himpunan Mahawasiswa Sipil di Universitas Bhayangkara Surabaya pada tahun 2017 – 2019 dengan jabatan sebagai Menteri Dalam Negeri. Penulis pernah menjadi Tutor Praktikum dari semester 4 sampai semester 8 di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya. Penulis pernah menjadi Asisten Dosen (Pengajar) dalam mata kuliah Program Aplikasi Analisa Struktur dan Beton Teknologi.

Surabaya, 2019

DANANG WISNU BUDIARTO