

**PERANCANGAN INFRASTRUKTUR DARI ASPEK
STRUKTUR, KEAIRAN, TRANSPORTASI, DAN
MANAJEMEN KONSTRUKSI
(Studi Kasus : Estimasi Anggaran Biaya dan *Schedulling*
Proyek Pembangunan Gedung Asrama Mahasiswa Sawang di
Kota Banda Aceh)**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
NEISSYA ANANDA BINTARTO
NPM : 180217139



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
APRIL 2022**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PERANCANGAN INFRASTRUKTUR DARI ASPEK STRUKTUR, KEAIRAN,
TRANSPORTASI DAN MANAJEMEN KONSTRUKSI (Studi Kasus : Estimasi
Anggaran Biaya dan Schedulling Proyek Pembangunan Gedung Asrama
Mahasiswa Sawang di Kota Banda Aceh)

Benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan plagiasi dari karya orang lain. Seluruh ide, data hasil perancangan, serta kutipan, baik secara langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan dan dicantumkan secara tertulis dalam Laporan Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah saya boleh dinyatakan batal dan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 14 April 2022



(Neissya Ananda Bintarto)

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur di Indonesia saat ini sedang gencar dilaksanakan di berbagai wilayah. Infrastruktur merupakan roda penggerak bagi pertumbuhan ekonomi dan memiliki pengaruh penting dalam peningkatan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat. Tersedianya infrastruktur yang memadai, mampu mendorong produktivitas, mobilitas serta akses pelayanan yang maksimal kepada masyarakat. Dengan demikian, pembangunan infrastruktur yang secara merata dapat menciptakan konektivitas yang kuat antarwilayah dan meminimalisir kesenjangan ekonomi. Tugas akhir ini disusun agar penulis dapat memenuhi tujuan dari latar belakang yakni mampu mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan ketrampilan penulis dalam merancang setiap infrastruktur yang berkaitan dengan dunia Teknik Sipil.

Gedung yang dirancang dalam praktik perancangan gedung ini adalah gedung kantor yang memiliki 3 lantai di kota Yogyakarta. Tahapan perancangan dimulai dari perancangan atap, tangga, pelat, balok, kolom, dan pondasi. Pemodelan bangunan gedung secara 3 dimensi dibantu oleh *software* Sanspro, SAP2000, dan Ikolat. Penggunaan *software* untuk mendapatkan gaya – gaya yang dihasilkan dari beban struktur yang telah dihitung dan dimasukkan ke dalam *software*. Perhitungan yang dilakukan memiliki fokus pada keamanan dari struktur bangunan dengan menggunakan angka aman untuk setiap perhitungan komponen struktur yang dirancang, sehingga menghasilkan kebutuhan profil – profil material yang akan dipakai dalam struktur gedung ini. Praktik perancangan jalan yang dilakukan berfokus pada survei volume lalu lintas, survei waktu tempuh, survei kerusakan jalan, survei kelengkapan jalan. Lokasi survei berada di Jalan Pramuka, kota Yogyakarta. Dalam survei, diperlukan pembatasan area untuk memfokuskan ruang lingkup permasalahan. Pembatasan area survei meliputi kelengkapan fasilitas jalan, kondisi lingkungan, dan kerusakan yang ditinjau sepanjang 100 m serta volume kendaraan dengan pembatasan sepanjang 27 m. Dari hasil survei dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh volume kendaraan pada jam puncak, kecepatan kendaraan yg melintas, hubungan volume kendaraan dan kecepatan kendaraan, kerusakan jalan, dan kelengkapan fasilitas jalan. Pada perancangan bendung, dilakukan desain ulang terhadap Bendung Mrican. Tahapan perancangan dimulai dari pengumpulan data hujan dari setiap stasiun hujan yang dianalisis untuk menghitung curah hujan dan debit, perhitungan luas daerah aliran sungai, perhitungan setiap komponen struktur bendung. Dalam merancang ulang bendung, stabilitas bendung diperhitungkan agar aman dari faktor guling (*overturning*), angkat (*uplift*), geser (*sliding*), gempa. Perencanaan biaya dan waktu terhadap proyek pembangunan gedung Asrama Sawang Aceh meliputi perhitungan volume pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, pekerjaan MEP (*Mechanical, Electrical, and Plumbing*), analisis harga satuan, RAB (Rencana Anggaran Biaya), hingga penjadwalan proyek berupa kurva S. Tujuan dari rancangan anggaran biaya dan jadwal proyek yang telah disusun berguna untuk mengantisipasi pembengkakan biaya dan efektifitas waktu pelaksanaan proyek, sehingga pengawasan pada proyek mampu berjalan dengan baik.

Hasil (*output*) dari perancangan gedung adalah berupa ukuran dimensi dari setiap elemen struktur, kebutuhan tulangan, profil baja yang digunakan untuk gording, dan keamanan struktur bangunan. Kesimpulan yang diperoleh dari perancangan jalan berupa volume kendaraan pada jam puncak, kecepatan kendaraan yang melintas, fasilitas kelengkapan di Jalan Pramuka, dan jenis kerusakan jalan yang terdapat di Jalan Pramuka. Dari perancangan bendung yang telah dilakukan, diperoleh dimensi dari setiap komponen bendung seperti pintu pembilas, kolam olak, saluran pengambilan, saluran pengendap, saluran induk serta

stabilitas bendung untuk pemeriksaan keamanan struktur bendung terhadap gaya – gaya yang bekerja, antara lain gaya geser, guling, angkat, rembesan, dan gempa. Perencanaan biaya dan waktu pada proyek pembangunan gedung Asrama Sawang menghasilkan volume pekerjaan untuk mendapatkan jumlah kebutuhan material bangunan, rancangan anggaran biaya proyek, dan penjadwalan proyek berupa kurva S.

Kata kunci : Infrastruktur, Perancangan, Jalan, Gedung, Bendung, Biaya, Waktu

ABSTRACT

Infrastructure development in Indonesia is currently being intensively implemented in various regions. Infrastructure is the driving wheel for economic growth and has an important influence in improving the quality of life and welfare of the community. The availability of adequate infrastructure, able to encourage productivity, mobility and access to maximum services to the community. Thus, equitable infrastructure development can create strong connectivity between regions and minimize economic inequality. This final task is arranged so that the author can meet the objectives from the background, namely being able to apply the author's knowledge and skills in designing every infrastructure related to the world of Civil Engineering.

The building designed in the design practice of this building is an office building that has 3 floors in the city of Yogyakarta. The design stage starts from the design of the roof, stairs, plates, beams, columns, and foundations. 3-dimensional building modeling is assisted by Sanspro, SAP2000, and Ikolat software. The use of software to obtain the styles resulting from the load of the structure that has been calculated and put into the software. The calculations carried out have a focus on the safety of the building structure by using safe numbers for each calculation of the components of the designed structure, thus generating the need for material profiles that will be used in the structure of this building. This road design is focused on volume traffic surveys, mileage surveys, road damage surveys, and road completion surveys. The survey location is on Jalan Pramuka, Yogyakarta City. Restrictions on the survey area are carried out on the area of road facilities comprehensiveness, environmental conditions, and damage reviewed along 100 m and the volume of vehicles with restrictions along 27 m. In the survey, it is necessary to delimit the area to focus the scope of the problem. Restrictions on the survey area include the comprehensiveness of road facilities, environmental conditions, and damage reviewed along 100 m and the volume of vehicles with a limitation of 27 m. From the results of surveys and analysis that have been carried out, obtained the volume of vehicles at peak hours, the speed of passing vehicles, the relationship of vehicle volume and vehicle speed, road damage, and the completeness of road facilities. In the design of the weir, a redesign of Bendung Mrican was carried out. The design stage starts from the collection of rain data from each rain station analyzed to calculate rainfall and discharge, calculation of the area of the watershed, calculation of each component of the weir structure. In redesigning the weir, the stability of the weir is taken into account to be safe from rolling factors (overturning), lift (*uplift*), sliding (*sliding*), earthquakes. Planning costs and time for the Sawang Aceh Dormitory building construction project includes calculation of the volume of structural work, architectural work, MEP work (*Mechanical, Electrical, and Plumbing*), unit price analysis, RAB (Plan Cost Budget), to the scheduling of the program in the form of an S curve. The purpose of planning the cost budget and project schedule that has been prepared is useful to anticipate cost overruns and the effectiveness of project implementation time, so that supervision on The project is able to run well.

The output of building design is in the form of dimensions of each structural element, the need for reinforcement, the steel profile used for *gording*, and the safety of the building structure. Conclusions obtained from road design in the form of the volume of vehicles at peak hours, the speed of passing vehicles, completeness facilities on Scout Road, and the type of road damage that is on Jalan Pramuka. From the design of the weir that has been done, the dimensions of each weir component such as the rinse door, olak pond, picking channel, deposition channel, parent channel and stability of the weir for checking the safety

of the weir structure against the working forces, including sliding force, roll, lift, seepage, and earthquakes. Planning costs and time on the Sawang Dormitory building construction project produces a volume of work to get the amount of building material needs, budget design project costs, and project scheduling in the form of an S curve.

Keywords : Infrastructure, Design, Road, Building, Weir, Cost, Time

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN INFRASTRUKTUR DARI ASPEK STRUKTUR,
KEAIRAN, TRANSPORTASI DAN MANAJEMEN KONSTRUKSI (Studi
Kasus : Estimasi Anggaran Biaya dan Schedulling Proyek Pembangunan
Gedung Asrama Mahasiswa Sawang di Kota Banda Aceh)**

Oleh :

NEISSYA ANANDA BINTARTO

180217139

Disetujui oleh:

Pembimbing Tugas Akhir

Yogyakarta, 14 April 2022



John Trihatmoko, Ir., M.Sc



Disahkan oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Vienti Hadsari, S.T., M.Eng., MECRES, Ph.D

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN INFRASTRUKTUR DARI ASPEK STRUKTUR,
KEAIRAN, TRANSPORTASI DAN MANAJEMEN KONSTRUKSI (Studi
Kasus : Estimasi Anggaran Biaya dan Schedulling Proyek Pembangunan
Gedung Asrama Mahasiswa Sawang di Kota Banda Aceh)**



Oleh :

NEISSYA ANANDA BINTARTO

NPM. 18.02.17139

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama

Tanda tangan

Tanggal

Ketua : John Trihatmoko, Ir., M.Sc.

Sekretaris : Ferianto Raharjo, S.T., M.T.

KATA HANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, anugerah dan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Perancangan ini guna memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dari Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu. Ucapan terimakasih dengan kerendahan hati penulis ucapkan kepada beberapa pihak antara lain :

1. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, ST., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Vienti Hadsari, S.T., M.Eng., MECRES, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak John Trihatmoko, Ir., Msc., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang senantiasa memberikan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Ibu Florentina Kumalawati, Bapak Bambang, saudari Putri, saudara Bintang yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada Penulis dalam menyusun Laporan Tugas Akhir.
8. Saudara Etus, Titan, Yoko, Wisnu, Varda, Nowell dan teman – teman lain yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu dalam laporan yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penyusun membutuhkan kritik serta saran yang membangun, agar laporan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 14 April 2022



Neissya Ananda Bintarto

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
PENGESAHAN.....	vii
KATA HANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xviii
BAB 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Umum Proyek.....	1
1.3 Permasalahan dan Lingkup Permasalahan.....	2
1.3.1 Perancangan Bangunan Gedung.....	2
1.3.2 Perancangan Jalan	2
1.3.3 Perancangan Bangunan Air	2
1.3.4 Perencanaan Biaya dan Waktu	3
1.4 Tujuan Perancangan.....	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.5.1 Perancangan Bangunan Gedung.....	3
1.5.2 Perancangan Jalan	4
1.5.3 Perancangan Bangunan Air	4
1.5.4 Perencanaan Biaya dan Waktu	4

1.6 Sistematika Tugas Akhir.....	5
BAB 2 Pembahasan	6
2.1 Uraian Umum Praktik Perancangan Bangunan Gedung (PPBG).....	6
2.1.1 Perancangan Atap.....	6
2.1.2 Perancangan Tangga.....	8
2.1.3 Perancangan Pelat Atap dan Pelat Lantai	8
2.1.4 Pemodelan Bangunan 3 Dimensi	9
2.1.5 Perancangan Balok	10
2.1.6 Perancangan Kolom	10
2.1.7 Perancangan Fondasi	11
2.1.8 Rekapitan Hasil Perancangan	11
2.2 Uraian Umum Praktik Perancangan Jalan (PPJ).....	14
2.2.1 Tahapan Praktik.....	14
2.3 Uraian Umum Praktik Perancangan Bangunan Air (PPBA)	23
2.3.1 Tahapan Perancangan.....	23
2.3.2 Rekapitan Hasil Perancangan	30
2.4 Uraian Umum Praktik Perancangan Biaya dan Waktu (PPBW)	31
2.4.1 Perencanaan Volume Pekerjaan	32
2.4.2 Analisa Harga Satuan	32
2.4.3 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	33
2.4.4 Perhitungan Durasi Pekerjaan	34
2.4.5 Hubungan Antar Aktivitas.....	34
2.4.6 Perancangan Resource Diagram.....	34
2.4.7 Penjadwalan Proyek (<i>Schedulling</i>).....	35
BAB 3 Kesimpulan.....	36
3.1 Kesimpulan Praktik Perancangan Bangunan Gedung (PPBG).....	36

3.2 Kesimpulan Praktik Perancangan Jalan (PPJ)	37
3.3 Kesimpulan Praktik Perancangan Bangunan Air.....	37
3.4 Kesimpulan Praktik Perancangan Biaya dan Waktu	38
REFERENSI.....	39
LAMPIRAN	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perancangan Bangunan Gedung	41
Lampiran 1.1 Data Perancangan Bangunan Gedung	41
Lampiran 1.2 <i>Output</i> Beban Struktur Kuda – Kuda Atap Menggunakan SAP2000	42
Lampiran 1.3 Rencana Kuda – Kuda Baja	42
Lampiran 1.4 Detail Sambungan Kuda – Kuda Baja.....	43
Lampiran 1.5 Detail Penulangan Tangga	43
Lampiran 1.6 Pembebanan pada Pelat Atap dan Pelat Lantai	44
Lampiran 1.7 Analisis Penulangan Pelat Atap dan Pelat Lantai	44
Lampiran 1.8 Detail Penulangan Pelat	45
Lampiran 1.9 Tampilan <i>Software</i> Sanspro V5.20 – Student	46
Lampiran 1.10 Analisis Beban Gempa	46
Lampiran 1.11 Analisis Beban Gempa	47
Lampiran 1.12 Kombinasi Momen Rencana Balok.....	47
Lampiran 1.13 Kombinasi Gaya Geser Rencana Balok	47
Lampiran 1.14 Kombinasi Momen dan Aksial Rencana Kolom.....	48
Lampiran 1.15 Tampilan Aplikasi IKOLAT	48
Lampiran 1.16 Gaya Rencana Fondasi	48
Lampiran 1.17 Denah Rencana Fondasi dan Sloof.....	49
Lampiran 1.18 Detail Fondasi	49
Lampiran 1.19 Penulangan Portal AS – 2.....	50
Lampiran 1.20 Detail Penulangan Balok dan Sloof	51
Lampiran 1.21 Detail Penulangan Kolom	51
Lampiran 2 Perancangan Jalan	53

Lampiran 2.1 Tabel Volume Kendaraan Arah Utara – Selatan.....	53
Lampiran 2.2 Tabel Volume Kendaraan Arah Selatan – Utara.....	54
Lampiran 2.3 Tabel Volume kendaraan dalam satuan smp arah Utara - Selatan	55
Lampiran 2.4 Tabel Volume kendaraan dalam smp arah Selatan-Utara	56
Lampiran 2.5 Tabel Volume Kendaraan Pada Jam Puncak Arah Utara – Selatan	57
Lampiran 2.6 Tabel Volume Kendaraan Pada Jam Puncak Arah Selatan - Utara	57
Lampiran 2.7 Tabel Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Arah Utara-Selatan.	58
Lampiran 2.8 Tabel Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Arah Selatan-Utara.	59
Lampiran 2.9 Grafik Hubungan Kecepatan dan Volume Lalu Lintas Arah Utara - Selatan	60
Lampiran 2.10 Grafik Hubungan Kecepatan dan Volume Lalu Lintas Arah Selatan - Utara	60
Lampiran 2.11 Tabel Kerusakan Jalan Pada Jalan Pramuka	61
Lampiran 3 Perancangan Bangunan Air.....	63
Lampiran 3.1 Tabel Luas DAS Tiap Stasiun Hujan	63
Lampiran 3.2 Tabel Statistik Curah Hujan	63
Lampiran 3.3 Tabel Penentuan Jenis Distribusi	63
Lampiran 3.6 Tabel Perhitungan H1.....	64
Lampiran 3.7 Tabel Perhitungan Uplift.....	64
Lampiran 3.8 Tabel Perhitungan Gaya dan Momen Akibat Beban Sendiri	64
Lampiran 3.9 Tabel Perhitungan Gaya dan Momen Akibat Beban Gempa	65
Lampiran 3.10 Tabel Tekanan Aktif dan Pasif.....	65
Lampiran 3.11 Rekapitulasi Gaya dan Momen pada Bendung	65
Lampiran 3.12 Bendung Tampak Samping	66

Lampiran 3.13 Gambar Tampak Hilir Bendung.....	66
Lampiran 4 Perancangan Biaya dan Waktu.....	68
Lampiran 4.1 Hubungan Antar Aktivitas	68
Lampiran 4.2 Diagram <i>Resources</i> untuk Kebutuhan Material	68
Lampiran 4.3 Diagram <i>Resources</i> untuk Pekerja	69
Lampiran 4.4 <i>Network Diagram</i>	69
Lampiran 4.5 Kurva S.....	70
Lampiran 4.6 <i>Cash Flow</i>	71
Lampiran 4.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Denah Rencana Atap	7
Gambar 2.2 Pemodelan 3 Dimensi dengan SansPro V.5.20-Student	9
Gambar 2.3 Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Arah Selatan ke Utara	16
Gambar 2.4 Grafik Volume Jam Puncak Kendaraan.....	17
Gambar 2.5 Grafik Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Arah Utara ke Selatan	19
Gambar 2.6 Grafik Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Arah Selatan ke Utara	19
Gambar 2.7 Hubungan Kecepatan dan Volume Kendaraan	20
Gambar 2.8 Sketsa Kerusakan Jalan Pramuka	22
Gambar 2.9 Tampak Depan Gedung Asrama Sawang	31
Gambar 2.10 Contoh Perhitungan Volume Pekerjaan.....	32
Gambar 2.11 Contoh Analisa Harga Satuan Pekerjaan	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekap Penulangan Tangga dan Balok Bordes.....	11
Tabel 2.2 Rekap Penulangan Pelat Lantai dan Pelat Atap.....	12
Tabel 2.3 Rekap Penulangan Balok.....	12
Tabel 2.4 Rekap Penulangan Kolom	12
Tabel 2.5 Rekap Penulangan Fondasi.....	13
Tabel 2.6 Volume Kendaraan dalam smp (Arah Selatan-Utara).....	15
Tabel 2.7 Volume Jam Puncak	16
Tabel 2.8 Waktu Tempuh Kendaraan (Arah Utara ke Selatan).....	18
Tabel 2.9 Penentuan Jenis Distribusi.....	24
Tabel 2.10 Rekap Hasil Perancangan Bendung.....	30

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

MEP	: <i>Mechanical Electrical Plumbing</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
MPa	: Mega Pascal
kN	: Kilo Newton
ρ	: Rasio penulangan
A_s	: Luas tulangan
n	: Jumlah
$\emptyset M_n$: Momen lentur akibat beban terfaktor
M_u	: Momen nominal
V_c	: Kuat geser beton
V_s	: Kuat geser sengkang
s	: Jarak sengkang
C_s	: Koefisien kemencengan
C_k	: Koefisien keruncingan
C_v	: Koefisien variasi
AHSP	: Analisis Harga Satuan Pekerjaan
b	: Lebar balok
h	: Tinggi balok
P	: Curah hujan rerata Kawasan
A_n	: Luas daerah yang mewakili setiap stasiun
p_n	: Curah hujan pada setiap stasiun
Be	: Lebar efektif bendung
B	: Lebar efektif bendung sebenarnya
K_p	: Koefisien kontraksi pilar
K_a	: Koefisien kontraksi pangkal bendung
H_1	: Tinggi energi di atas mercu
Q	: debit pada pintu pengambilan (m^3/det)
μ	: koefisien debit
b	: lebar pintu pengambilan
a	: tinggi pintu pengambilan

- g : percepatan gravitasi ($= 9,81 \text{ m/det}^2$)
 z : kehilangan energi
 ΣMt : Jumlah momen tahan (kN)
 ΣMg : Jumlah momen guling (kN)
 W : Berat sendiri bendung (kN)
 Fy : Gaya angkat (kN)
 CL : angka rembesan *Lane*
 ΣLv : jumlah panjang vertical (m)
 ΣLH : jumlah panjang horizontal (m)
 H : beda tinggi muka air (m)
 a_d : percepatan gempa rencana (cm/dt^2)
 n, m : koefisien untuk jenis tanah
 a_c : percepatan kejut dasar (cm/dt^2)
 E : koefisien gempa
 g : percepatan gravitasi (cm/dt^2) = 980
 z : koefisien zona pada letak geografis