

TUGAS AKHIR

ANALISIS STRUKTUR GUDANG

AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN HOIST CRANE 10 TON

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Sipil Strata 1 (S-1)



Disusun Oleh:

Ibnu Umami

41114110010



Dosen Pembimbing:

Guntara Muria Adityawarman, ST. M. Eng

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

2020



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir : ANALISIS STRUKTUR GUDANG AKIBAT
PENAMBAHAN BEBAN HOIST CRANE 10 TON**

Disusun oleh :

Nama : IBNU UMAMI
NIM : 41114110010
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 05 Desember 2020

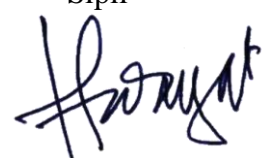
Pembimbing Tugas Akhir


Gantara Muria Adityawarman, S.T., M.Eng

Mengetahui
Ketua Penguji


Ivan Jansen Saragih, S.T., M.T

Ketua Program Studi Teknik
Sipil


Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : IBNU UMAMI
Nomor Induk Mahasiswa : 41114110010
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan ke a asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesaijanaan saya.

Demikian pemyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 18 Maret 2021

Yang memberikan pemyataan



IBNU UMAMI

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Judul : Analisis Struktur Gudang Akibat Penambahan Beban Hoist Crane 10 Ton,
Nama : Ibnu Umami, NIM : 4111410010, Dosen Pembimbing : Guntara Muria
Adityawarman, ST. M. Eng, 2020.

Pada saat pelaksanaan konstruksi maupun pasca konstruksi bangunan industri tidak jarang para pemilik bangunan / Owner meminta kepada kontraktor pelaksana untuk menambahkan *hoist crane* pada bangunan industri yang dimilikinya, pada dasarnya konsultan perencana dalam merencanakan suatu konstruksi bangunan tidak memperhitungkan akan adanya beban tambahan *hoist crane* sebelumnya, Tujuan penelitian ini untuk mendesain *bridge beam*, *runway beam* dan *corbel*, mengevaluasi elemen struktur bangunan Gudang dengan tambahan beban *hoist crane* 10 ton serta mendesain perkuatan kolom dan *gable frame* jika terjadi kegagalan struktur akibat baban hoist crane 10 ton. Metode yang digunakan untuk perencanaan dan evaluasi struktur menggunakan *Load Resistance Faktor Design* (LRFD) pada SNI 1729:2015, acuan pembebanan diambil dari SNI 1727:2013. Hasil analisis didapatkan desain penampang *bridge beam double girder* dengan masing – masing penampang IWF built up 600x300x19x25; *runway beam* menggunakan profil penampang WF 450 x200x9x14; dan konsol menggunakan profil penampang WF 300x150x6,5x9, elemen struktur *runway beam*, balok lintel, dan konsol, cukup mampu menahan gaya – gaya dalam yang bekerja, namun pada kolom dan rafter as 1 dan as 11 terdapat momen ultimit sebesar $M_u = 361,34$ kN.m sedangkan profil penampang kolom dan rafter WF 300x150x6,5x9 memiliki tahanan lentur nominal cukup kecil sebelum diberi perkuatan. Perkuatan rafter menggunakan *houch* dan potongan WF 300x150x6,5x9 sepanjang 3 m, untuk meningkatkan kuat lentur nominal dan lendutan sehingga mampu menahan momen ultimit ujung sebesar $M_u = 361,34$ kNm. Sedangkan kolom dilakukan analisis perkuatan dengan metode kolom komposit baja beton, untuk meningkatkan tahanan lentur nominal, sehingga mampu menahan momen ultimit $M_u = 349,25$ kNm. dan kuat tekan nominal $\phi_c P_n = 3641,22$ kN.

Kata kunci: Beban *hoist*, *Hoist crane*, Kolom komposit, Perkuatan kolom, Struktur baja, Struktur komposit.

ABSTRACT

When the implementation of construction and post-construction of industrial buildings, it is not uncommon for building owners to ask the implementing contractor to add hoist cranes to their industrial buildings, basically the planning consultants in planning a building construction do not take into account the additional burden of hoist cranes beforehand. designing bridge beams, runway beams and corbel, evaluating warehouse building structural elements with an additional 10 ton crane hoist load and designing column reinforcement and gable frames in case of structural failure due to 10 ton hoist crane load. The method used for planning and evaluating the structure uses the Load Resistance Factor Design (LRFD) at SNI 1729: 2015, the loading reference is taken from SNI 1727: 2013. The analysis results show the cross section design of (1) double girder bridge beam with each built up section IWF 600x300x19x25; (2) the runway beam uses a WF 450 x200x9x14 cross-sectional profile; and (3) the console uses an cross-sectional profile WF 300x150x6,5x9, structural elements of the runway beam, lintel beam, and console, which are sufficient to withstand the working internal forces, but on columns and rafters as I and as II there is an ultimate moment of $M_u = 361.34 \text{ kN.m}$ while the profile section of WF 300x150x6.5x9 columns and rafters had quite small nominal bending resistance before being reinforced. The rafter reinforcement uses a hunch and a WF 300x150x6.5x9 cut along 3 m, to increase the nominal flexural strength and deflection so that it is able to withstand the ultimate end moment of $M_u = 361.34 \text{ kNm}$. While the reinforcement analysis was performed using the concrete steel composite column method, to increase the nominal bending resistance, so as to be able to withstand the ultimate moment $M_u = 349.25 \text{ kNm}$. And nominal compressive strength $\phi_c P_n = 3641.22 \text{ kN}$.

Keywords: Column reinforcement, Composite column, Composite structure, Crane hoist, Load hoist, Steel structure.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T, Tuhan yang Maha Esa atas Karunia-Nya seluruh tahapan penyelesaian Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Struktur Gudang Akibat Penambahan Beban Hoist Crane 10 Ton“ ini dapat diselesaikan sesuai waktu yang telah ditentukan. Adapun penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S1).

Dalam kesempatan kali ini, diucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, memberikan kesempatan, dan membimbing hingga pada akhirnya laporan ini dapat diselesaikan dengan baik, diantaranya yaitu:

1. Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis bisa menyusun dan menyelesaikan laporan ini.
2. Yth, Acep Hidayat, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercubuana.
3. Yth, Guntara Muria Adityawarman, ST. M. Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberi masukan kepada penulis.
4. Kedua orang tua tercinta serta adik dan kakak saya yang selalu mendukung dan terus memberikan doa dan motivasi.
5. Staff Tata Usaha Universitas Mercubuana yang tak pernah lelah melayani kami dalam hal kepengurusan administrasi perkuliahan.
6. Seluruh teman teman jurusan teknik sipil Universitas Mercubuana yang turut memberikan semangat dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Semua pihak yang membantu memberikan masukan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir yang namanya tidak dapat disebut satu per satu.

Akhir kata penulis sadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan-kekurangan, untuk itu penulis memohon maaf atas kekurangan ini dan sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, November 2020

Penulis



DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3 Perumusan Masalah	I-2
1.4 Maksud Dan Tujuan.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Batasan Masalah Dan Ruang Lingkup.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Umum	II-1
2.2 Kelebihan Dan Kelemahan Baja Sebagai Material Konstruksi	II-2
2.3 Sifat Mekanik Baja	II-2
2.4 Daktilitas Baja.....	II-5
2.5 <i>Gable Frame</i>	II-7

2.5.1 Rangka Utama.....	II-9
2.5.2 <i>Haunches</i>	II-9
2.6 <i>Corbel</i>	II-10
2.7 <i>Hoist Crane</i>	II-10
2.7.1 Jenis-Jenis Utama <i>Hoist Crane</i>	II-10
2.8 Pembebanan.....	II-12
2.8.1 Beban Mati.....	II-12
2.8.2 Beban Hidup	II-13
2.8.3 Beban Angin	II-14
2.8.4 Kombinasi Pembebanan	II-21
2.9 Struktur Komposit.....	II-21
2.9.1 Kolom	II-23
2.9.2 Kolom Komposit Baja-Beton	II-24
2.9.3 Kolom Baja.....	II-27
2.9.4 Tekuk (<i>Buckling</i>)	II-29
2.10 Konsep Dasar Metode Perencanaan <i>Load Resistance Faktor Design</i> (LRFD)	II-30
2.10.1 Batang Tarik	II-31
2.10.2 Batang Tekan	II-32
2.10.4 Komponen Struktur dengan Elemen Langsing.....	II-33
2.11 Sambungan Baut	II-33
2.11.1 Baut kekuatan Tinggi.....	II-33
2.11.2 Ukuran dan Penggunaan Lubang.....	II-35
2.11.3 Spasi Minimum.....	II-36
2.11.4 Jarak Tepi Minimum.....	II-36

2.11.5 Spasi Maksimum dan Jarak Tepi	II-37
2.11.6 Kekuatan Tarik dan Geser dari Baut dan Bagian-bagian Berulir.....	II-38
2.11.7 Kombinasi Gaya Tarik dan Geser dalam Sambungan Tipe Tumpuan.....	II-39
2.11.8 Kekuatan Tumpuan pada Lubang - Lubang Baut.....	II-39
2.12 Elemen Terpengaruh dari Komponen Struktur dan Elemen Penyambung...	II-41
2.12.1 Kekuatan Elemen dalam Tarik	II-41
2.12.2 Kekuatan Elemen dalam Geser.....	II-41
2.12.3 Kekuatan Geser Blok.....	II-42
2.12.4 Kekuatan Elemen dalam Tekan.....	II-42
2.12.5 Kekuatan Elemen dalam Lentur	II-42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Umum	III-1
3.2 Diagram Alir.....	III-1
3.3 Data Primer.....	III-3
3.4 Data Sekunder.....	III-3
3.5 Kriteria Material	III-4
3.6 <i>Preliminary Design</i>	III-4
3.7 Pembebanan.....	III-5
3.8 Kombinasi Pembebanan	III-6
3.9 Kombinasi Pembebanan pada <i>Crane</i> (Derek)	III-6
3.10 Penampang Girder	III-6
3.11 Desain Penampang Rel (<i>Runway Beam</i>)	III-8
3.12 Desain Corbel	III-8
3.13 Desain <i>Haunches</i>	III-9

3.14 Desain Pelat Pengaku Kolom Komposit Baja Beton.....	III-10
3.15 Desain Sambungan Baut.....	III-11
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Data Umum Pabrik dan Gudang.....	IV-1
4.1.1 Data Geometri Pabrik dan Gudang.....	IV-1
4.1.2 Spesifikasi Material.....	IV-2
4.2 Perencanaan Balok <i>Hoist Crane</i> Bentang 22 meter.....	IV-2
4.3 Desain <i>Runway Beam</i>	IV-10
4.3.1 Pembebanan pada <i>Runway Beam</i>	IV-11
4.3.2 Analisa Struktur <i>Runway Beam</i>	IV-13
4.3.3 Perhitungan Momen Ultimate dan Gaya Geser.....	IV-15
4.3.4 Digunakan Penampang Profil WF 450×200×9×14.....	IV-16
4.4 Perencanaan Konsol.....	IV-19
4.4.1 Perhitungan Sambungan Kolom - Konsol.....	IV-21
4.5 Pembebanan.....	IV-25
4.5.1 Perhitungan Beban.....	IV-25
4.5.2 Beban Angin.....	IV-26
4.6 Analisa Struktur Menggunakan SAP 2000.....	IV-30
4.6.1 Permodelan Struktur.....	IV-30
4.6.2 <i>Input</i> Beban.....	IV-31
4.6.3 Beban Berjalan (<i>Moving Load</i>).....	IV-33
4.6.4 Kombinasi Pembebanan.....	IV-37
4.6.5 <i>Run Analisis SAP 2000</i>	IV-38
4.7 Evaluasi Kapasitas Penampang.....	IV-40
4.7.1 Perhitungan Penampang <i>Runway Beam</i>	IV-40

4.7.2 Perhitungan Balok Lintel (<i>Lintel Beam</i>).....	IV-45
4.7.3 Perhitungan Penampang Rafter (<i>Gable Frame</i>)	IV-50
4.7.4 Perhitungan Penampang Kolom	IV-56
4.8 Desain Perkuatan Rafter	IV-61
4.8.1 Perkuatan Batang Ujung Pertemuan Rafter Kolom.....	IV-61
4.8.2 Perkuatan Batang Ujung Pertemuan Rafter di Titik Buhul	IV-64
4.9 Desain Perkuatan Kolom	IV-68
4.9.1 Perkuatan Kolom Dengan Komposit (Baja – Beton).....	IV-69
4.10 Desain Sambungan	IV-78
4.10.1 Sambungan (A) Pertemuan Rafter Kolom.....	IV-79
4.10.2 Sambungan (B) Pertemuan Rafter di Titik Buhul	IV-84
4.10.3 Sambungan (C) Pertemuan <i>Lintel Beam</i> Kolom.....	IV-88
4.10.4 Sambungan (D) Pertemuan <i>Runway Beam</i> dan Konsol.....	IV-92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	IV-2
DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka - 1
LAMPIRAN.....	Lampiran - 1

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1 Sifat mekanis baja struktural	II-5
Tabel 2.2 Berat sendiri bahan bangunan	II-12
Tabel 2.3 Berat beban mati tambahan	II-13
Tabel 2.4 Beban hidup pada lantai gedung	II-13
Tabel 2.5 Faktor Arah Angin K_d	II-14
Tabel 2.6 Faktor Topografi, K_{zt}	II-16
Tabel 2.7 Koefisien Tekanan Internal, (GC_{pi})	II-17
Tabel 2.8 Koefisien Tekanan Eksternal, (GC_{pf})	II-19
Tabel 2.9 Koefisien Tekanan Eksternal, (GC_{pf}) Lanjutan	II-20
Tabel 2.10 Faktor Ketahanan Berdasarkan SNI 03-1729-2015	II-30
Tabel 2.11 Pratarik Baut Minimum, kN	II-34
Tabel 2.12 Kekuatan Nominal Pengencang dan Bagian yang Berulir, ksi (MPa).....	II-35
Tabel 2.13 Dimensi Lubang Nominal, mm	II-36
Tabel 2.14 Jarak Tepi Minimum, ^[a] dari Pusat Lubang Standar ^[b] ke Tepi dari Bagian yang Disambung	II-37
Tabel 2.15 Nilai Penambahan Jarak Tepi C_2 , mm	II-37
Tabel 2.16 <i>Research GAP Analysis</i>	II-43
Tabel 4.1 Geometri Bangunan Gudang Pabrik	IV-1
Tabel 4.2 Spesifikasi Material	IV-2
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>Hoist Crane</i>	IV-3
Tabel 4.4 Resume Beban pada Gording	IV-26
Tabel 4.5 Faktor Arah Angin K_d	IV-27
Tabel 4.6 Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})	IV-28

Tabel 4.7 Koefisien Tekanan Internal (GC_{pf}).....	IV-29
Tabel 4.8 Resume Koefisien Tekanan Internal.....	IV-30
Tabel 4.9 Kombinasi Pembebanan	IV-37



DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.2 Kurva hubungan Tegangan (f) vs Regangan (ϵ)	II-3
Gambar 2.3 Kurva hubungan Tegangan (f) vs Regangan (ϵ) yang diperbesar	II-4
Gambar 2.4 <i>Principal Buildings Components</i>	II-8
Gambar 2.5 <i>Portal Frame</i>	II-9
Gambar 2.6 <i>Haunch</i>	II-10
Gambar 2.7 Koefisien tekanan eksternal, C_p	II-19
Gambar 2.8 Kasus Beban Dasar	II-20
Gambar 2.9 Penampang Komposit	II-23
Gambar 2.10 Nilai k_c untuk kolom dengan ujung-ujung ideal	II-29
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	III-2
Gambar 3.2 Geometri struktur	III-5
Gambar 3.3 <i>Dowble girder overhead crane structure</i>	III-7
Gambar 3.4 <i>3D gable frame</i> dengan beban <i>hoist crane</i>	III-7
Gambar 3.5 <i>Runway beam</i> tipe <i>channel cup</i>	III-8
Gambar 3.6 Perencanaan <i>corbel</i> baja	III-9
Gambar 3.7 Desain <i>Haunch</i> pada Sambungan Rafter Kolom	III-9
Gambar 3.8 Desain <i>Haunch</i> pada Pertemuan Rafter	III-10
Gambar 3.9 Desain Perkuatan Kolom Komposit Baja Beton	III-11
Gambar 4.1 Struktur Portal Gudang	IV-1
Gambar 4.2 <i>Verkronn Hoist Crane</i>	IV-2
Gambar 4.3 Penampang Balok <i>Hoist Crane</i> Kemungkinan 1	IV-5
Gambar 4.4 Penampang Balok <i>Hoist Crane</i> Kemungkinan 2	IV-5
Gambar 4.5 Penampang Balok <i>Hoist Crane</i> Kemungkinan 3	IV-6

Gambar 4.6 Profil Penampang <i>Runway Beam</i>	IV-11
Gambar 4.7 Konfigurasi Sistem <i>Crane</i>	IV-11
Gambar 4.8 <i>Runway Beam</i> pada Kolom.....	IV-12
Gambar 4.9 Skema Beban Bergerak pada <i>Runway Beam</i>	IV-12
Gambar 4.10 Kemungkinan 1 Posisi Beban pada <i>Runway Beam</i>	IV-13
Gambar 4.11 Kemungkinan 2 Posisi Beban pada <i>Runway Beam</i>	IV-14
Gambar 4.12 Kemungkinan 3 Posisi Beban pada <i>Runway Beam</i>	IV-14
Gambar 4.13 Analisa Struktur <i>Console</i>	IV-19
Gambar 4.14 Perencanaan <i>Console</i>	IV-20
Gambar 4.15 Sambuangan Baut Konsol Kolom.....	IV-22
Gambar 4.16 Denah Gudang (Sumbu XY).....	IV-30
Gambar 4.17 Portal Gudang (Sumbu XZ).....	IV-31
Gambar 4.18 Tampak Samping Gudang.....	IV-31
Gambar 4.19 <i>Define Load Pattern</i>	IV-31
Gambar 4.20 <i>Input</i> Beban SIDL pada Gording (0,08232 kN/m)	IV-32
Gambar 4.21 <i>Input</i> Beban <i>Live Roof</i> (L_R) pada Gording (1,17 kN/m).....	IV-32
Gambar 4.22 <i>Input</i> Beban Angin (W_x dan W_y) pada Gording	IV-32
Gambar 4.23 Ilustrasi Beban pada <i>Runway Beam</i>	IV-33
Gambar 4.24 Definisi <i>PATH Data</i>	IV-34
Gambar 4.25 Permodelan Beban <i>Vehicle Data</i>	IV-34
Gambar 4.26 <i>Vehicle Class Data</i>	IV-35
Gambar 4.27 <i>Define Load Pattern</i>	IV-35
Gambar 4.28 <i>Modify Vehicle Live Load</i>	IV-35
Gambar 4.29 <i>Load Case Data - Moving Load</i>	IV-36
Gambar 4.30 Garis Pengaruh <i>Runway Beam</i> Saat Beban di <i>Frame 219</i>	IV-36

Gambar 4.31 Data <i>Insfluence Moving Load Frame</i>	IV-36
Gambar 4.32 <i>Input</i> Kombinasi Pembebanan pada SAP 2000	IV-37
Gambar 4.33 <i>Assign Frame Releases</i>	IV-38
Gambar 4.34 Gaya Dalam <i>Moment 3-3</i> pada Potongan Grid 7	IV-39
Gambar 4.35 Gaya Dalam <i>Shear 2-2</i> pada Potongan Grid 7	IV-39
Gambar 4.36 Gaya Aksial pada Potongan Grid 7	IV-39
Gambar 4.37 Analisis Rasio Baja dengan Rasio Maksimum 0,80	IV-40
Gambar 4.38 Diagram Gaya Dalam <i>Runway Beam</i> Kombinasi <i>ENVELOPE</i>	IV-40
Gambar 4.39 Diagram <i>Frame 97</i>	IV-41
Gambar 4.40 <i>Joint Displacement Element Frame</i> pada <i>Runway Beam</i>	IV-44
Gambar 4.41 Diagram <i>Frame 55</i>	IV-45
Gambar 4.42 <i>Joint Displacement Element Frame</i> pada <i>Lintel Beam</i>	IV-49
Gambar 4.43 Diagram Gaya Dalam <i>Gable Frame</i> Kombinasi <i>ENVELOPE</i>	IV-50
Gambar 4.44 Diagram <i>Frame 25</i>	IV-51
Gambar 4.45 <i>Joint Displacement Element Frame</i> pada <i>Gable Frame</i>	IV-55
Gambar 4.46 Rasio Kelangsingan Kolom	IV-56
Gambar 4.47 Pengecekan Data <i>Stress</i> Kolom Ujung (<i>Frame 1</i>)	IV-57
Gambar 4.48 P Aksial pada kolom tengah (<i>Frame 2</i>)	IV-57
Gambar 4.49 Diagram Momen <i>Frame 25</i> Pertemuan Rafter Kolom	IV-61
Gambar 4.50 Momen Inersia Penampang 300~680x150	IV-63
Gambar 4.51 Perkuatan Batang Ujung Pertemuan Rafter kolom	IV-64
Gambar 4.52 Diagram Momen <i>Frame 25</i> Pertemuan Titik Buhul	IV-65
Gambar 4.53 Momen Inersia Penampang 300~600x150	IV-66
Gambar 4.54 Perkuatan Batang Ujung Pertemuan Rafter di Titik Buhul	IV-67
Gambar 4.55 Momen pada Kolom Tengah (<i>Frame 2</i>)	IV-68

Gambar 4.56 Profil Penampang Kolom Komposit.....	IV-69
Gambar 4.57 Dimensi Penampang Kolom Komposit	IV-72
Gambar 4.58 Desain Portal Gudang Setelah Perkuatan	IV-77
Gambar 4.59 Rencana Sambungan pada Portal As 2	IV-78
Gambar 4.60 Rencana Sambungan pada Portal As A	IV-78
Gambar 4.61 Sambungan Baut Rafter Kolom	IV-80
Gambar 4.62 Sambungan Baut Rafter Titik Buhul.....	IV-85
Gambar 4.63 Perencanaan Sambungan <i>Lintel Beam</i> dengan Kolom	IV-89
Gambar 4.64 Sistem Sambungan <i>Lintel Beam</i> dengan Kolom.....	IV-91
Gambar 4.65 Konfigurasi Rencana Sambungan <i>Runway Beam</i> dengan Konsol.....	IV-93
Gambar 4.66 Ilustrasi Sambungan 1	IV-94
Gambar 4.67 Sistem Sambungan 1 pada <i>Runway Beam</i> dengan Konsol.....	IV-96
Gambar 4.68 Ilustrasi Sambungan 2.....	IV-97
Gambar 4.69 Geser Blok pada Sambungan 2	IV-99
Gambar 4.70 Sistem Sambungan 2 pada <i>Runway Beam</i> dengan Konsol	IV-101

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Gambar Site Plan	LA-1
Gambar Layout Gedung.....	LA-2
Gambar Denah Pondasi & Sloof.....	LA-3
Gambar Detail Pondasi	LA-4
Gambar Denah Lantai Gedung	LA-5
Gambar Tampak Gedung.....	LA-6
Gambar Potongan Gudang.....	LA-7
Gambar Detail - 1	LA-8
Gambar Detail - 2	LA-9
Gambar Detail - 3	LA-10
Gambar Detail - 4	LA-11
Gambar Tampak Atas	LA-12
Kartu Asistensi	

