

SKRIPSI

STUDI NUMERIKAL KEGAGALAN CABUT (*PULL-OUT*) AKIBAT GAYA TARIK PADA BAUT TERHADAP PELAT BAJA YANG DISAMBUNG DENGAN *BLIND BOLT*



**GILBERT GNADEN WINARTO
NPM : 6101801098**

PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2022**

SKRIPSI

STUDI NUMERIKAL KEGAGALAN CABUT (*PULL-OUT*) AKIBAT GAYA TARIK PADA BAUT TERHADAP PELAT BAJA YANG DISAMBUNG DENGAN *BLIND BOLT*



GILBERT GNADEN WINARTO
NPM : 6101801098

BANDUNG, 20 JULI 2022

PEMBIMBING : Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING : Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

PENGUJI 1 : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

PENGUJI 2 : Dr.-Ing Dina Rubiana Widarda

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2022

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : GILBERT GNADEN WINARTO

NPM : 6101801098

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa **skripsi** / tesis / ~~disertasi~~^{*)} dengan judul:

STUDI NUMERIKAL KEGAGALAN CABUT (*PULL-OUT*) AKIBAT GAYA TARIK PADA BAUT TERHADAP PELAT BAJA YANG DISAMBUNG DENGAN *BLIND BOLT*

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 7 Juli 2022



GILBERT GNADEN WINARTO

*) coret yang tidak perlu

**STUDI NUMERIKAL KEGAGALAN CABUT (*PULL-OUT*)
AKIBAT GAYA TARIK PADA BOUT TERHADAP PELAT
BAJA YANG DISAMBUNG DENGAN *BLIND BOLT***

**GILBERT GNADEN WINARTO
NPM: 6101801098**

**Pembimbing: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2022**

ABSTRAK

Penggunaan baut normal sebagai sambungan untuk profil baja tertutup memiliki kesulitan dalam pemasangannya, terutama dalam proses pengencangan. *Blind bolt* dapat menjadi alternatif untuk digunakan pada sambungan karena dapat dikencangkan dengan hanya memutar bagian mur di sisi luar. Beberapa jenis *blind bolt* memiliki bagian pengunci yang tidak berbentuk lingkaran yang dapat menurunkan kekuatan cabut baut pada pelat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kegagalan dan kapasitas cabut baut terhadap pelat, serta mengevaluasi persamaan kekuatan cabut (*pull-out*) baut terhadap pelat (Packer dan Henderson, 1997) pada sambungan dengan baut normal dan *blind bolt*. Analisis numerik dilakukan pada model *freebody* sambungan baut biasa dan *blind bolt* yang mengalami gaya tarik ke sebuah pelat baja dengan menggunakan program ABAQUS. Gaya tarik diaplikasikan pada model untuk mensimulasikan mekanisme cabut baut pada pelat. Parameter yang divariasikan meliputi dimensi pelat, jenis tumpuan pelat, dan bentuk kepala baut. Hasil analisis menunjukkan bahwa *blind bolt* memiliki kapasitas cabut yang lebih kecil dibandingkan dengan baut normal. Selain itu, persamaan kapasitas cabut baut terhadap pelat perlu dimodifikasi untuk *blind bolt* dengan bentuk pengunci yang bukan lingkaran. Persamaan kapasitas cabut baut terhadap pelat dalam AISC *Design Guide* 24 juga menghasilkan angka yang kurang konservatif.

Kata Kunci: *blind bolt*, kapasitas cabut (*pull-out*), metode elemen hingga, sambungan pelat baja dengan baut

NUMERICAL PULL-OUT FAILURE EVALUATION OF SINGLE FASTENER THROUGH STEEL PLATE CONNECTIONS WITH BLIND BOLTS UNDER TENSION FORCE

GILBERT GNADEN WINARTO
NPM: 6101801098

Advisor: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.
Co-Advisor: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNE 2022

ABSTRACT

The application of normal bolt as connection for steel section has installation difficulties, especially in fastening process. Blind bolt can become an alternative to be utilized for connection, because it can be fastened by twisting the outside of nut. A number of blind bolts have non-circle bolt anchor, that can reduce the pull-out of a single fastener through steel plate. The objectives of this research are analyzing pull-out failure and capacity of single fastener through a steel plate, as well as evaluating the equation of nominal strength for pull-out of a single fastener through a steel plate by Packer and Henderson (1997) using normal bolt and blind bolt. Numerical evaluation is analyzed on freebody models of normal bolt and blind bolt under tension force through a steel plate, utilizing finite element method program ABAQUS. The loading as tension force is applied on the model to simulate the pull out mechanism on steel plate. The modelling variation consists of plate dimensions, plate support types, and bolt head shapes. The analysis results show the bolt modelling with blind bolt anchor through a steel plate has lower pull-out capacity than the normal bolt. Furthermore, the equation of single fastener through a steel plate pull-out capacity for blind bolt has to be modified, because of the non-circle anchor shape. The equation of nominal strength for pull-out of a single fastener through a steel plate in AISC Design Guide 24 generates less conservative result.

Keywords: blind bolt, finite element method, steel plate connection with fastener, pull-out capacity

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Studi Numerikal Kegagalan Cabut (*Pull-Out*) Akibat Gaya Tarik pada Baut terhadap Pelat Baja yang Disambung dengan *Blind Bolt*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik untuk melakukan penyelesaian studi tingkat Sarjana di Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi banyak tantangan dan hambatan selama prosesnya. Tetapi penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini berkat bantuan dari berbagai pihak yang membantu penulis melewati permasalahan yang ada. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. selaku dosen pembimbing dan Ibu Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang senantiasa sabar dalam membimbing, memberi petunjuk, dan memberi wawasan baru kepada penulis dengan baik selama proses penulisan skripsi.
2. Seluruh dosen dan staf pengajar pusat studi Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik dan saran yang diberikan selama proses penulisan skripsi.
3. Ibu, kakek, nenek, paman, dan keluarga penulis yang senantiasa menemani, memberi doa, dan memotivasi penulis.
4. Janet Gabriella yang menjadi teman diskusi selama penulisan skripsi.
5. Christopher Leonaldo, Kelvin Hartatdji, Stephanus Michael, Rakean Wilandana, Reinaldo Prana, Jocel Jovandy, Stefan Oktavianus, dan Leonard Sutanmitrano yang senantiasa mendukung dan memberikan motivasi selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi.

6. Hendry Wijaya, Nadya Calista, Ni Luh Sanjiwani, Ary Samuel, Dan Warren Sebastian, I Komang Gede, dan teman-teman SMA lainnya yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada penulis.
7. Monica Florenza Tiranda yang senantiasa menemani, memberi semangat, mendorong, dan membantu penulis selama proses penulisan skripsi.
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari masih memiliki banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun. Sebagai kata penutup, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Terima kasih.



Bandung, 7 Juli 2022

Gilbert Gnaden Winarto
6101801098

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-4
1.5 Metode Penelitian.....	1-5
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Material Baja.....	2-1
2.2 Jenis Sambungan.....	2-4
2.3 Kekuatan Cabut (Pull-Out) Baut terhadap Pelat.....	2-6
2.4 Metode Elemen Hingga (Finite Element Method).....	2-6
2.4.1 Elemen.....	2-7
2.4.2 Interaksi.....	2-8
2.4.3 Boundary Conditions.....	2-9
BAB 3 DESAIN DAN PEMODELAN STRUKTUR.....	3-1
3.1 Desain Pemodelan.....	3-1
3.2 Konfigurasi Sambungan.....	3-2
3.3 Pemodelan Finite Element Method (FEM).....	3-3
3.3.1 Properti Material.....	3-3
3.3.2 Geometri Pemodelan.....	3-5

3.3.3 Perakitan.....	3-7
3.3.4 Perletakkan.....	3-7
3.3.5 Interaksi.....	3-8
3.3.6 Pembebanan.....	3-9
3.3.7 Meshing.....	3-10
3.4 Variasi Pemodelan.....	3-10
BAB 4 PEMBAHASAN HASIL ANALISIS.....	4-1
4.1 Ringkasan Kapasitas Sambungan.....	4-1
4.2 Evaluasi Kapasitas Pelat.....	4-4
4.3 Parameter Perbedaan Hasil Kapasitas Sambungan.....	4-6
4.3.1 Dimensi Pelat.....	4-6
4.3.2 Jenis Kepala atau Pengunci Baut.....	4-7
4.4 Pengaruh Jenis Tumpuan.....	4-11
4.5 Perbandingan Hasil Pemodelan ABAQUS dengan Persamaan AISC Design Guide 24.....	4-13
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	6-1

DAFTAR NOTASI

AISC : *American Institute of Steel Construction*

ASTM : *American Standard Testing and Material*

d_w : diameter area kontak baut dengan pelat (mm)

F_{ut} : tegangan tarik nominal (MPa)

F_u : tegangan tarik ultimit pelat (MPa)

PEEQ : *Equivalent Plastic Strain*

r_n : kekuatan cabut (*pull-out*) nominal pelat (kN)

SNI : Standar Nasional Indonesia

t : tebal pelat (mm)

σ_t : *true stress*

σ_e : *engineering stress*

ε_t : *true strain*

ε_e : *engineering strain*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Blind bolt.....	1-3
Gambar 1. 2 Skema pemodelan	1-5
Gambar 2. 1 Kurva tegangan-regangan baja.....	2-2
Gambar 2. 2 Kurva tegangan-regangan mild steel.....	2-3
Gambar 2. 3 True stress-strain curve baut ASTM A490	2-4
Gambar 2. 4 Baut biasa	2-4
Gambar 2. 5 Blind bolt.....	2-5
Gambar 2. 6 Deskretisasi Elemen.....	2-7
Gambar 2. 7 <i>Hard contact</i>	2-9
Gambar 3. 1 Sambungan end plate ke kolom HSS.....	3-1
Gambar 3. 2 Freebody yang dimodelkan	3-2
Gambar 3. 3 Engineering stress-strain curve BJ 41	3-3
Gambar 3. 4 True stress-strain curve BJ 41	3-4
Gambar 3. 5 True stress-strain curve ASTM A490	3-5
Gambar 3. 6 Badan baut.....	3-6
Gambar 3. 7 Kepala baut.....	3-6
Gambar 3. 8 Pelat baja	3-6
Gambar 3. 9 Pengunci blind bolt.....	3-6
Gambar 3. 10 Perakitan sambungan baut normal	3-7
Gambar 3. 11 Perakitan sambungan blind bolt	3-7
Gambar 3. 12 Boundary conditions sambungan	3-8
Gambar 3. 13 Interaksi elastic foundation	3-9
Gambar 3. 14 Contact interaction pertama	3-9
Gambar 3. 15 Contact interaction kedua.....	3-9
Gambar 3. 16 Pembebanan pada sumbu baut	3-10
Gambar 3. 17 Meshing model.....	3-10
Gambar 4. 1 Ilustrasi perpindahan dan gaya tarik.....	4-1
Gambar 4. 2 Kelelahan pada baut	4-3
Gambar 4. 3 Kelelahan pada pelat	4-3
Gambar 4. 4 Kegagalan sambungan pada pelat	4-4

Gambar 4. 5 Perbandingan model B-B-2-100.....	4-5
Gambar 4. 6 Perbandingan model B-B-2-150.....	4-5
Gambar 4. 7 Variasi dimensi pelat dengan baut normal	4-6
Gambar 4. 8 Variasi dimensi pelat dengan blind bolt	4-7
Gambar 4. 9 Perbandingan dengan kepala baut lingkaran.....	4-7
Gambar 4. 10 Perbandingan kepala baut lingkaran dan segi enam.....	4-8
Gambar 4. 11 Pola kelelahan pada pelat dengan kepala baut lingkaran	4-8
Gambar 4. 12 Pola kelelahan pada pelat dengan kepala baut segi enam	4-9
Gambar 4. 13 Perbandingan baut normal dan blind bolt pada pelat 50 mm x 50 mm	4-9
Gambar 4. 14 Perbandingan baut normal dan blind bolt pada pelat 100 mm x 100 mm.....	4-9
Gambar 4. 15 Perbandingan baut normal dan blind bolt pada pelat 150 mm x 150 mm.....	4-10
Gambar 4. 16 Pola kelelahan pada pelat dengan blind bolt.....	4-11
Gambar 4. 17 Variasi jenis tumpuan pelat.....	4-11
Gambar 4. 18 Pola kelelahan pelat tumpuan dua arah.....	4-12
Gambar 4. 19 Pola kelelahan pelat tumpuan satu arah	4-12

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Nilai engineering stress-strain BJ 41	3-3
Tabel 3. 2 Nilai true stress-strain BJ 41	3-4
Tabel 3. 3 Nilai input stress-strain Abaqus	3-4
Tabel 3. 4 True stress-strain ASTM A490	3-5
Tabel 3. 5 Variasi pemodelan	3-11
Tabel 4. 1 Kapasitas sambungan	4-2
Tabel 4. 2 Perbandingan terhadap model dengan baut elastic	4-5
Tabel 4. 3 Reduksi kapasitas sambungan dengan blind bolt.....	4-10
Tabel 4. 4 Perbandingan hasil kapasitas sambungan	4-14



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 BROSUR PRODUK *BLIND BOLT* OLEH THE BLIND BOLT COMPANY

LAMPIRAN 2 *BLIND BOLT* GBB20140DTASM *DRAWING*

LAMPIRAN 3 PERHITUNGAN KEKUATAN CABUT (*PULL-OUT*) PELAT DENGAN PERSAMAAN AISC *DESIGN GUIDE 24*

LAMPIRAN 4 TABEL HASIL PEMODELAN PADA ABAQUS



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Penggunaan baja dalam konstruksi semakin marak karena memiliki tingkat efisiensi yang tinggi, kokoh, lebih mudah dirangkai, dan mempercepat proses pembangunan. Dunia konstruksi mengaplikasikan baja untuk berbagai kebutuhan, salah satunya adalah baja struktural. Baja struktural harus memiliki kemampuan bahan untuk menyokong beban dari luar dengan memberikan gaya yang berlawanan. Jenis-jenis baja struktural adalah *wide flange (WF)*, *u-channel*, *c-channel*, *hollow structural section (HSS)*, dan *steel pipe*.

Baja profil HSS memiliki kelebihan dibandingkan profil baja lainnya karena memiliki kekakuan torsi yang baik, sehingga memiliki ketahanan terhadap tekuk lentur torsi. Kelebihan lain profil HSS berbentuk kotak adalah dapat digunakan pada rangka momen dua arah karena tidak memiliki sumbu lemah. Dalam praktiknya, sambungan las lebih banyak digunakan untuk sambungan *rigid* dan *semi-rigid* pada kolom HSS. Hal ini disebabkan oleh kesulitan dalam pemasangan baut untuk kolom HSS, karena bentuk profil yang tertutup. Penelitian dilakukan oleh White, dkk. (1966) terhadap 5 tipe sambungan berbeda untuk kolom HSS. Ditemukan bahwa deformasi yang besar dari muka kolom akan mereduksi kekakuan dari sambungan. Penelitian tersebut menyarankan untuk menggunakan sambungan las pada sudut kolom HSS untuk menghindari deformasi yang berlebihan dan meningkatkan kekakuan sambungan. Kato (1989) juga melakukan penelitian terhadap sambungan dengan pengelasan mur berulir khusus pada flens kolom melalui lubang kerucut. Hasil penelitian oleh Kato (1989) memiliki kekurangan, yaitu meningkatkan fabrikasi dan biaya secara signifikan. Pengelasan yang dilakukan secara *on site* juga memiliki pertimbangan cuaca dan membutuhkan tenaga kerja ahli, sehingga meningkatkan biaya.

Kelemahan dari penggunaan sambungan las dapat diatasi dengan menggunakan sambungan alternatif, yaitu *blind bolt*. *Blind bolt* memiliki metode

instalasi yang berbeda dengan baut konvensional, sehingga *blind bolt* bisa menjadi solusi dari kesulitan pemasangan baut pada profil HSS. Instalasi *blind bolt* dilakukan dari satu sisi dan tidak perlu dikencangkan dari sisi lainnya, sehingga mudah diaplikasikan pada profil HSS. Terdapat berbagai teknologi *blind bolts* yang sudah ada, diantaranya *lindapter hollobolt*, *flowdrill*, *lindibolt*, *molabolt*, *the high high strength blind bolt*, *ajax oneside blind bolt*, dan *blind bolt (The Blind Bolt Company, UK)*. Umumnya perbedaan dari setiap jenis *blind bolt* adalah metode instalasi dan bentuk pengunci untuk menggantikan mur.

Pada beberapa jenis *blind bolt*, bidang kontak antara pengunci dan pelat yang disambung tidak berbentuk lingkaran, contohnya adalah *blind bolt* yang diproduksi oleh *The Blind Bolt Company* pada Gambar 1.1. Sistem pemasangan jenis *blind bolt* ini dilakukan dengan memutar baut sejauh 180° untuk mengaktifkan pengunci dan menggunakan mur pada sisi luar. Kelebihan dari penggunaan *blind bolt* adalah tidak membutuhkan pekerjaan tambahan dan tenaga kerja ahli, sehingga menghemat waktu dan biaya dalam konstruksi.

Mayoritas *blind bolt* yang sudah ada memiliki pengunci yang menyerupai lingkaran, sehingga memiliki tegangan yang merata. Berbeda dengan yang lain, *blind bolt* yang diproduksi oleh *The Blind Bolt Company* memiliki bentuk pengunci dengan area yang relatif kecil dan tidak mendekati bentuk lingkaran, sehingga memberikan konsentrasi tegangan yang besar pada pelat bagian dalam. Bentuk dan luas bidang kontak tersebut akan mempengaruhi kapasitas cabut (*pull-out*) baut terhadap pelat akibat gaya tarik *blind bolts*.

Kegagalan pada sambungan dapat terjadi akibat gaya geser, gaya tarik, kombinasi geser dan tarik, dan momen. Penelitian ini akan memiliki fokus pada kuat tarik baut dan lentur pelat karena akan meninjau kapasitas cabut dari sambungan. Pada SNI 1729:2020 dijelaskan bahwa apabila baut atau pengencang lain mengalami gaya tarik disambungkan kepada dinding HSS, maka kekuatan dinding harus dilakukan dengan analisis rasional. Dalam *AISC Design Guide 24*, persamaan Packer dan Henderson (1997) untuk perhitungan kapasitas cabut baut terhadap pelat akibat gaya tarik baut didasarkan pada asumsi bidang kontak yang berbentuk lingkaran. Persamaan tersebut dirumuskan dalam Persamaan 1.1.1 berikut:

$$r_n = F_u(0.6\pi d_w t) \quad (1.1.1)$$

Keterangan: r_n = kekuatan cabut (*pull-out*) nominal baut terhadap pelat

F_u = tegangan tarik ultimit pelat

d_w = diameter area kontak baut dengan pelat

t = tebal pelat



Gambar 1. 1 Blind bolt

(The Blind Bolt Company, UK)

1.2 Inti Permasalahan

Penggunaan baut dengan mur memiliki keterbatasan saat diaplikasikan untuk sambungan pada kolom profil *hollow structural section* karena dinding dalam kolom yang tertutup. Untuk memudahkan pekerjaan sambungan, maka penggunaan *blind bolt* lebih direkomendasikan untuk sambungan kolom profil *square hollow section*. Persamaan kapasitas cabut baut terhadap pelat akibat gaya tarik pada baut mengasumsikan bidang kontak antara mur/kepala baut berbentuk lingkaran (AISC *Design Guide 24 Section 3.2*). Sedangkan pada beberapa jenis *blind bolt*, bidang kontak antara pengunci dan pelat yang disambung tidak berbentuk lingkaran. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian tentang kapasitas cabut baut terhadap pelat akibat gaya tarik pada *blind bolt* secara numerik.

1.3 Tujuan Penelitian

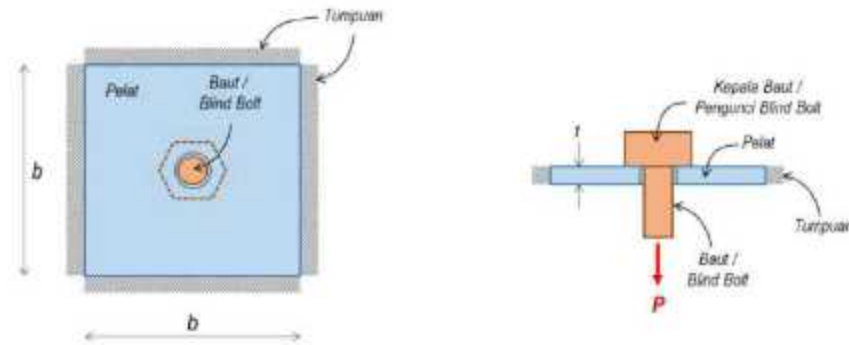
Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan dan menganalisis sambungan baut normal dan *blind bolt* pada pelat baja secara numerik.
2. Meninjau dan menganalisis kegagalan dan kapasitas cabut baut terhadap pelat baja dengan baut normal dan *blind bolt*.
3. Meninjau relevansi rumus kekuatan cabut baut terhadap pelat pelat akibat gaya tarik baut oleh Packer dan Henderson (1997) untuk baut normal dan *blind bolt* pada pelat baja.

1.4 Pembatasan Masalah

Lingkup penelitian dalam skripsi ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Analisis elemen hingga menggunakan bantuan program ABAQUS.
2. Pelat dan baut dimodelkan dengan menggunakan elemen solid dengan ilustrasi seperti terlihat pada Gambar 1.2.
3. Pelat menggunakan material BJ41 yang dimodelkan dengan *strain hardening*.
4. *Blind bolt* yang digunakan adalah *Geomet 500B Blind Bolt UK Company*.
5. Mutu baut standar dan *blind bolt* yang digunakan adalah ASTM A490 yang dimodelkan sebagai material *strain hardening*.
6. Perilaku tumpu antara kepala baut atau bagian pengunci *blind bolt* dengan permukaan pelat dimodelkan dengan interaksi kontak (*hard contact*).
7. Kegagalan pada pin dari *blind bolt* tidak ditinjau dan dianalisis.
8. Gaya tarik baut diaplikasikan dengan memberikan perpindahan longitudinal pada ujung baut.
9. Konfigurasi pelat dan ukuran baut/*blind bolt* ditentukan sedemikian sehingga kekuatan tarik sambungan ditentukan oleh kondisi batas kegagalan cabut (*pull-out*) baut terhadap pelat.
10. Parameter yang dievaluasi di antaranya: hubungan gaya-deformasi pelat akibat gaya tarik baut; distribusi kelelahan pada pelat; kapasitas/gaya tarik maksimum yang dapat dipikul sambungan.



Gambar 1. 2 Skema pemodelan

1.5 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan dua metode:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari buku, jurnal, dan penelitian yang sudah ada untuk menggali informasi, data, serta menjadikannya bahan acuan. Metode ini berguna untuk membantu mencari solusi dari permasalahan yang ada.

2. Studi Analisis

Menggunakan analisis metode numerik dengan memanfaatkan perangkat lunak ABAQUS dalam melakukan pemodelan dan menganalisis penelitian, serta memanfaatkan program SMath untuk membantu perhitungan yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dilakukan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, serta sistematika penulisan dalam studi ini.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi landasan teori yang akan diterapkan dan dijadikan sebagai acuan pemodelan dan analisis dalam melakukan studi ini.

BAB 3 Desain dan Pemodelan Struktur

Bab ini berisi desain dan pemodelan pelat baja dengan menggunakan *blind bolt* dan baut konvensional.

BAB 4 Pembahasan Hasil Analisis

Bab ini berisi tinjauan dan analisis dari hasil desain dan pemodelan dengan bantuan program ABAQUS.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan akhir dari hasil analisis yang didapat, beserta saran terkait hasil yang telah didapatkan dari studi ini.

