

PEMODELAN PERILAKU KERETAKAN BALOK TINGGI MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA 3D AKIBAT PENURUNAN PONDASI DI ATAS TANAH LUNAK

Irwandy Muzaidi¹, Elia Anggarini²

Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin¹

Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin²

Jl. Gubernur Syarkawi, Kab. Barito Kuala Kalimantan Selatan

E-mail: irwandy.muzaidi@umbjm.ac.id

ABSTRAK

Proses penurunan pondasi diakibatkan oleh terkompresinya lapisan tanah di bawah pondasi akibat beban struktur. Secara umum terdapat dua jenis penurunan yaitu penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Jumlah kedua jenis penurunan ini merupakan penurunan total yang terjadi. Tanah jenis lunak/lempung memiliki kedua jenis penurunan ini. Perilaku dan karakteristik balok tinggi sangat berbeda dengan perilaku dan karakteristik balok yang mempunyai perbandingan normal. Pada balok tinggi akan dominan terjadi keruntuhan geser, dimana keruntuhan bersifat getas tanpa adanya peringatan berupa lendutan yang berarti. Pada balok tinggi digunakan beton mutu tinggi agar ketahanan serta kekakuan struktur lebih seimbang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku retak balok tinggi akibat penurunan pondasi yang terjadi di atas tanah lunak. Penelitian ini melakukan pengujian menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program komputasi ANSYS, membuat pemodelan balok tinggi dengan variasi penurunan pondasi, kemudian mengkaji hasil ANSYS berupa pola retak yang terjadi setelah itu membuat kesimpulan hasil dari permodelan sesuai dengan tujuan. Beban yang diaplikasikan pada permodelan adalah beban gravitasi akibat beban dinding yang bekerja secara vertikal di atas balok tinggi. Dalam penelitian ini balok tinggi diasumsikan sebagai ground beam dimana diambil kasus struktur beton bertulang yang tumpuannya mengalami penurunan akibat daya dukung tanahnya lunak. Hasil visual pemodelan menunjukkan keruntuhan yang terjadi hampir semuanya adalah keruntuhan lentur dimana retak terjadi pada daerah *loading plate*, sehingga pola keruntuhan akhir ditentukan oleh keruntuhan geser yang bersifat getas.

Kata kunci: pondasi, tanah lunak, balok tinggi, ANSYS, pola retak

ABSTRACT

The process of foundation settlement is caused by the compression of the subsoil under the foundation due to structural loads. In general there are two types of decreases namely immediate and consolidation decreases. Soft soils have both types. The behavior and characteristics of high beams are very different from the behavior and characteristics of beams which have a normal comparison. In the deep beam the shear collapse will be dominant, where the collapse is brittle without warning of meaningful deflection. In deep beams high strength concrete is used so that the durability of the structure is more balanced. The purpose of this study is to determine the behavior of deep beam cracks due to a decrease in foundation that occurs on soft soil. This research tests using the finite element method with the help of ANSYS computational program, makes deep beam modeling with variations in the foundation settlement, then examines the ANSYS results in the form of crack patterns that occur after that makes conclusions from the modeling results in accordance with the objectives. The load applied to the modeling is the gravity load due to the load of the wall working vertically above the deep beam. The results of visual modeling show the collapse that occurred almost all of them were flexural collapse where the crack occurred in the loading plate area, so that the final collapse pattern was determined by brittle shear failure.

Keywords: foundation, soft soil, high beam, ANSYS, crack pattern

PENDAHULUAN

Perencanaan pondasi tidak lepas dari perhitungan Daya dukung tanah. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban konstruksi. Daya dukung tanah dianalisis agar pondasi tidak mengalami keruntuhan geser (*shear failure*) dan penurunan berlebih. Daya dukung tanah tersebut ditentukan oleh jenis dan karakter tanah. Sehingga ketika akan

merencanakan pondasi harus mengetahui jenis dan karakter tanah.

Pada saat ini pembangunan gedung bertingkat di Indonesia semakin banyak dipergunakan. Bangunan bertingkat umumnya digunakan sebagai gedung-gedung pemerintah seperti perkantoran dan rumah sakit. Selain itu pembangunan gedung bertingkat di Indonesia dapat juga dijadikan sebagai investasi seperti apartement, hotel, mall, dll. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan lahan yang luas semakin sulit

diperoleh sehingga pembangunan gedung bertingkat akan berpengaruh pada bentuk bangunan yang cenderung tidak beraturan.

Kota Banjarmasin merupakan kota berkembang, terutama dibidang infrastruktur, tidak sedikit bangunan besar di Kota Banjarmasin menggunakan elemen struktur berupa balok tinggi. Balok tinggi umumnya digunakan pada portal bentang panjang agar elemen mempunyai kekakuan yang tinggi. Perilaku dan karakteristik balok tinggi sangat berbeda dengan perilaku dan karakteristik balok yang mempunyai perbandingan normal. Pada balok tinggi akan dominan terjadi keruntuhan geser, dimana keruntuhan bersifat getas tanpa adanya peringatan berupa lendutan yang berarti.

Kota Banjarmasin juga memiliki tanah rawa yang memiliki daya dukung sangat rendah secara menyeluruh. Dimana lapisan tanah kerasnya berada diatara kisaran 30 m sampai dengan 50 m, sehingga dalam membangun suatu struktur bangunan digunakan tiang pondasi dibawah pondasi telapak. Akibatnya banyak sekali terdapat bangunan miring dan elemen struktur yang mengalami keruntuhan berupa deformasi dan keretakan.

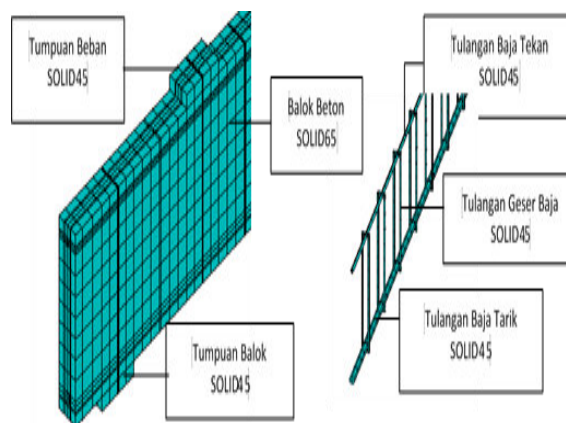
Tanah rawa adalah tanah yang terdiri dari tanah gambut, tanah lempung, tanah lanau. Definisi yang lain dari tanah rawa adalah lahan darat yang tergenang secara periodic atau terus menerus secara alami dalam waktu lama Karena drainase yang terhambat. Meskipun dalam keadaan tergenang, lahan ini tetap ditumbuhi oleh tumbuhan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku retak pada balok tinggi akibat penurunan pondasi yang diakibatkan oleh daya dukut tanah yang rendah.

METODE

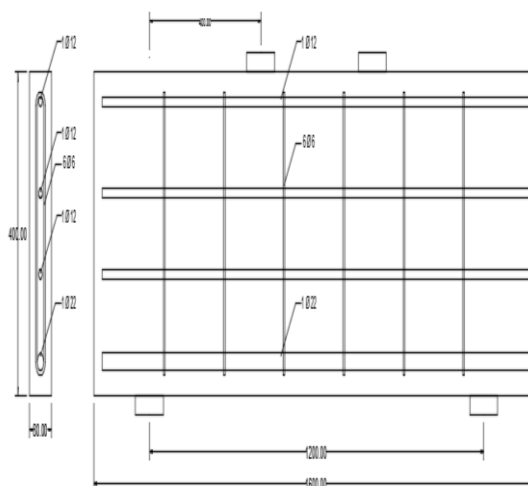
Metode penelitian yang digunakan adalah:

(1) Studi literatur dilakukan dengan mendalam materi yang relevan dengan penelitian, yang meliputi berbagai buku teks, jurnal ilmiah, peraturan dan Standar Nasional maupun internasional. Pada permodelan elemen hingga, ada sistem di mana peneliti harus menentukan terlebih dahulu bagaimana dan dengan cara apa mengambil sudut pandang, perlakuan, serta perilaku alami suatu bahan menyusun sampel percobaan tersebut. (2) Modeling, penelitian ini dilakukan dengan bantuan software komputasi ANSYS versi 9.0. Pada permodelan akan dilakukan secara 3D *full scale solid element* untuk seluruh bagian elemen. Pendeskripsian *element types* untuk input ANSYS balok tinggi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Element Types untuk Input ANSYS

Dalam penelitian ini diambil kasus struktur beton bertulang yang tumpuannya mengalami penurunan sebelah akibat daya dukung tanahnya lunak seperti kasus di Banjarmasin. Model struktur beton bertulang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 1.



Gambar 2. Model Balok Tinggi

Konfigurasi model ANSYS yang dilakukan dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Konfigurasi model ANSYS

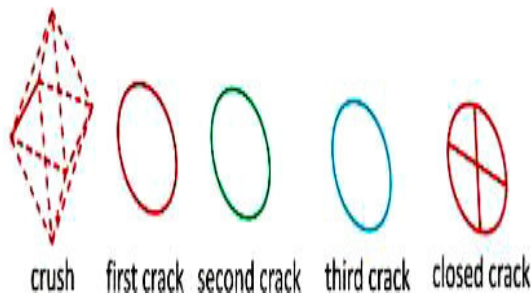
Kode	Penurunan Pondasi (Tumpuan sebelah sisi) (mm)
EA.IM.BT.0	0
EA.IM.BT.100	100
EA.IM.BT.200	200
EA.IM.BT.500	500

Kemudian penurunan tanah diaplikasikan dengan melakukan penurunan pada salah satu tumpuan. Untuk menghindari keruntuhan secara

tiba-tiba pada balok beton, pembebanan pada FEM secara bertahap (load step) diperkecil dibagi antara minimal 20 substep maksimal 100 substep. (3) Implementasi Modeling, balok tinggi yang digunakan dalam analisa elemen hingga dengan ANSYS ada dua jenis model, yaitu balok tinggi yang dianalisa sesuai uji eksperimental Arabzadeh, dkk (2011) (balok tinggi validasi). Hasil analisis ANSYS nantinya akan menggambarkan perilaku balok tinggi terhadap beban ultimit yang diberikan berupa defleksi, keretakan, dan kehancuran beton. Kemudian hasil tersebut akan dibandingkan dengan hasil eksperimental sebelumnya untuk mendapatkan suatu pola keretakan balok tinggi. Hasil finite element analysis dengan bantuan program ANSYS akan dianalisis menggunakan regresi polinomial untuk menentukan persamaan dari hasil permodelan. (4) Analisis Hasil, hasil analisis dari ANSYS akan menggambarkan perilaku retak yang terjadi akibat beban ultimit yang diberikan. Berikut adalah Simbol Retak pada ANSYS Ed. 9.0:

1. Symbol Retak Keruntuhan Tekan

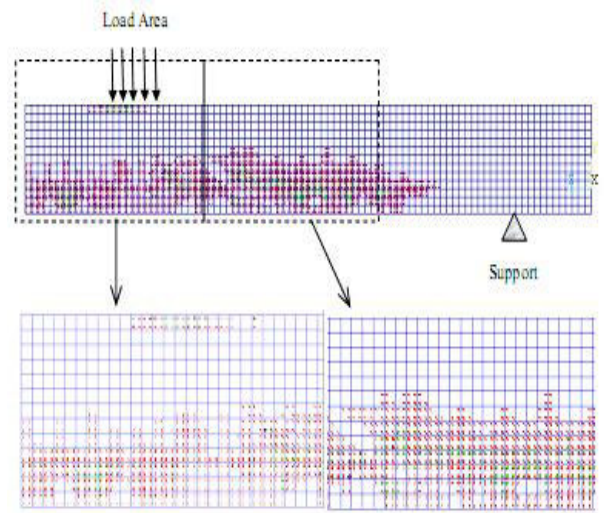
Pola retak hasil ANSYS Ed. 9.0 pada keruntuhan tekan biasanya terjadi pada elemen struktur yang mengalami gaya tekan seperti kolom, yang berbentuk bulatan dengan urutan retak, retak pertama berwarna merah, retak kedua berwarna hijau dan retak ketiga berwarna biru. Selain itu untuk retak tertutup ditunjukkan dengan simbol bulat bergaris vertikal dan horizontal sedangkan retak crussing ditunjukkan dengan simbol segitiga, dapat dilihat pada Gambar 3.



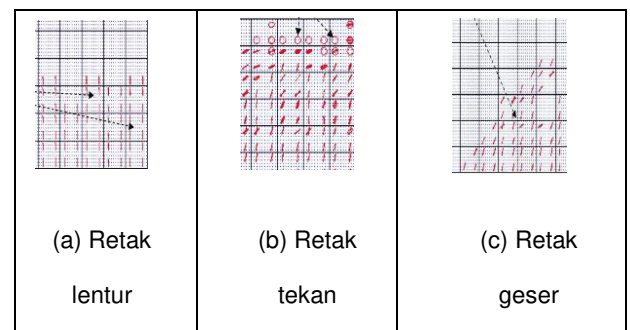
Gambar 3. Simbol Retak

2. Simbol Retak Keruntuhan Lentur dan Geser

Simbol retak lentur ditunjukkan dengan garis vertikal dan retak geser ditunjukkan dengan garis lurus menyudut atau miring, serta keruntuhan pada daerah tekan ditunjukkan dengan simbol bulatan, dengan urutan retak berwarna merah, hijau dan biru, dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Pola Retak Akibat Beban



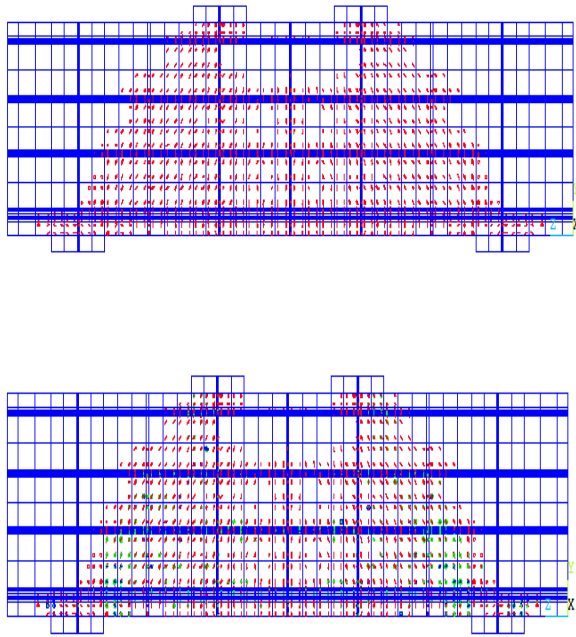
Gambar 5. Pola Retak Terjadi pada ANSYS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari analisis software ANSYS dapat diketahui pola retak yang terjadi pada setiap model benda uji.

1. Model EA.IM.BT.0

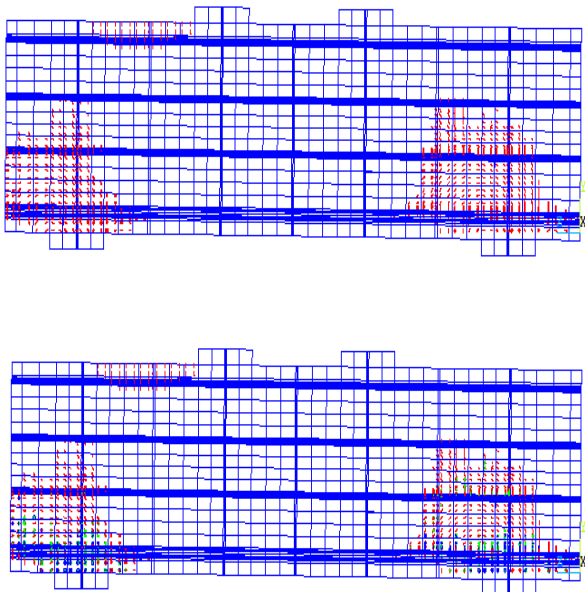
Dapat dilihat pada Gambar 6 retak mula-mula terjadi pada daerah tarik tengah bentang berupa retak lentur dan pada daerah tekan pada posisi loading plat berupa retak tekan, kemudian seiring bertambahnya beban secara bertahap (load step) retak pada daerah geser balok terjadi retak geser, retak berangsur menjalar menyudut yang terjadi antara perletakan menuju loading plat, pola retak menyudut pada saat beban ultimit membentuk sudut antara 45° sampai 65° .



Gambar 6. Pola Retak pada Retak perta dan kedua model EA-IM-BT-00

2. Model EA.IM.BT.100

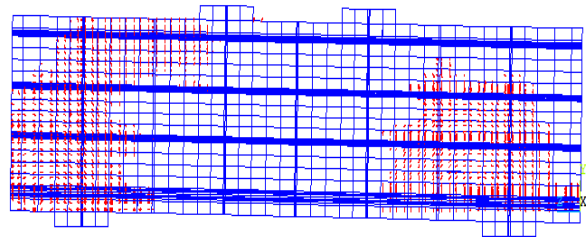
Dapat dilihat pada Gambar 7 retak mula-mula terjadi pada daerah tekan pada posisi loading plat berupa retak tekan, kemudian seiring bertambahnya beban secara bertahap (*load step*) pada daerah tumpuan yang mengalami penurunan retak yang terjadi berupa retak lentur berangsur menjalar secara vertikal yang terjadi antara perletakan menuju loading plat.



Gambar 7. Pola Retak pada Retak perta dan kedua model EA-IM-BT-100

3. Model EA.IM.BT.200

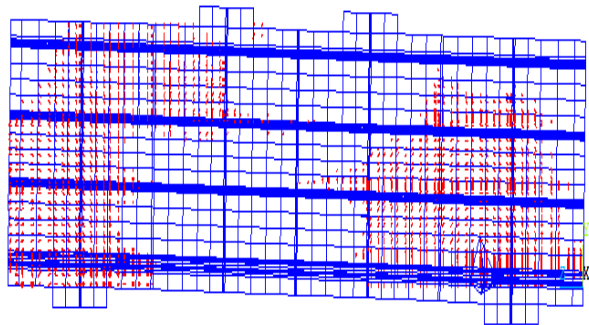
Dapat dilihat pada Gambar 8 retak mula-mula terjadi pada daerah tekan pada posisi loading plat berupa retak tekan, kemudian seiring bertambahnya beban secara bertahap (*load step*) pola retak pada kedua tumpuan menunjukkan perbedaan. Pada daerah tumpuan yang mengalami penurunan retak yang terjadi berupa retak lentur berangsur menjalar secara vertikal yang terjadi antara perletakan menuju loading plat. Sedangkan pada tumpuan yang tidak mengalami penurunan terjadi pola retak yang menyudut.

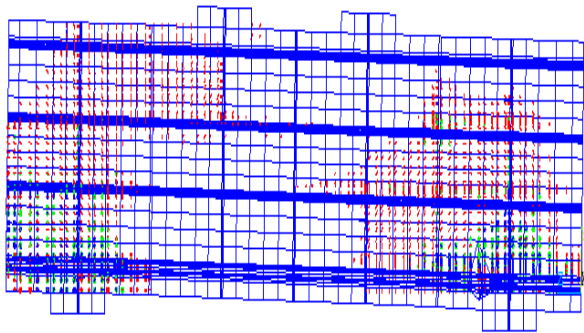


Gambar 8. Pola Retak pada Retak perta dan kedua model EA-IM-BT-200

4. Model EA.IM.BT.500

Dapat dilihat pada Gambar 9 pola keruntuhan menunjukkan pola yang sama pada model yang penurunan pondasinya sejauh 200 mm. Namun kerusakan yang terjadi lebih besar dapat dilihat dari visual luasan area keretakan yang terjadi lebih besar.





Gambar 9. Pola Retak pada Retak pertama dan kedua model EA-IM-BT-500

Dari gambar 6 sd 9 dapat dilihat bahwa pada saat pembebanan awal pola retak yang terjadi pada tumpuan yang mengalami penurunan dengan pondasi yang tidak mengalami penurunan terjadi retak pada daerah tekan pada posisi loading plat berupa retak tekan, kemudian seiring bertambahnya beban secara bertahap (load step) pola retak pada kedua tumpuan menunjukkan perbedaan. Pada daerah tumpuan yang mengalami penurunan retak yang terjadi berupa retak lentur berangsur menjalar secara vertikal yang terjadi antara perletakan menuju loading plat. Sedangkan pada tumpuan yang tidak mengalami penurunan terjadi pola retak menyudut pada saat beban ultimit membentuk sudut antara 45° sampai 65° .

KESIMPULAN

Dari hasil analisis permodelan software ANSYS terhadap balok tinggi dapat disimpulkan bahwa pada model yang mengalami penurunan tumpuan hampir semua keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan lentur dimana retak terjadi pada daerah *loading plate*, sehingga pola keruntuhan akhir ditentukan oleh keruntuhan geser yang bersifat getas

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan penghargaan sebesar-besarnya kepada Fakultas Teknik UM Banjarmasin yang telah membantu dalam segala hal sehingga dapat selesainya penelitian ini dan juga kepada Program Studi Teknik Sipil UM Banjarmasin yang telah memberikan dukungan moril terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arabzadeh. A, R. Aghayari, Ali Reza Rahai (2011), Investigation of Experimental and Analytical Shear Strength of Reinforced Concrete Deep Beams. International Journal of Civil Engineering.
- Darmansyah Tjitradi, Eliatun Eliatun and Syahril Taufik (2017), 3D ANSYS Numerical Modeling of Reinforced Concrete Beam Behavior under

Different Collapsed Mechanisms, International Journal of Mechanics and Applications, Volume 7(1): pp. 14-23 DOI: 10.5923/j.mechanics.20170701.02.

Darmansyah Tjitradi (2015), Permodelan Perilaku Keruntuhan Balok Tinggi Beton Bertulang Menggunakan Ansys, Program Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.

Das, B.M., 2008, Advanced Soil Mechanics, edisi 3, Taylor and Francis, USA.

Handiyatmo, C.H., 2003, Mekanika Tanah, Beta Offset, Yogyakarta

Iswan, dkk. 2016. Study Analisis Penurunan Tanah Lempung Lunak dan Lempung Organik Menggunakan Pemodelan Matras Beton Bambu dengan Tiang. Jurnal Rekayasa, Vol. 20, No. 3.

K.Suknam, and H. Andrew G. 2004. Average Degree of Consolidation in Normally Consolidated Soil Considering the Change of Coefficient of Consolidation with Time. Electronic Journal of Geotechnical Engineering

Marzuki Akhmad, Alpiannor, (2016), Evaluasi Kegagalan Pondasi Pada Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Ruko 3 Lantai – Banua Anyar Banjarmasin), Prosiding Seminar Nasional Geoteknik.

P, Yudi dan S. Riza. 2017. Evaluasi Penurunan Gedung Dan Metode Perbaikannya (Studi Kasus: Kantor Pos Balikpapan). Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 06, No. 2

S. Handali, dkk. 2013. Pola Kerusakan Bangunan Di Tanah Lempung Ekspansif Di Ngawi Jawa Timur. Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 1.

Swami P. S, Patil S. S, and Kore P. N, (2015), Behavior Of Concrete Deep Beams With High Strength Reinforcement, International Journal Of Current Engineering And Scientific Research (Ijcesr) Volume-2, Issue-9.

Umesh Wani, Prof. Sanjay Bhadke (2017), Deep Beam Analysis Using FEM Program and ANSYS for ISO - parametric elements, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Special Issue 11

Wight, J.K., MacGregor, J.G. (2012). Reinforced Concrete: Mechanics & Design, 6th ed. Pearson (New Jersey).

